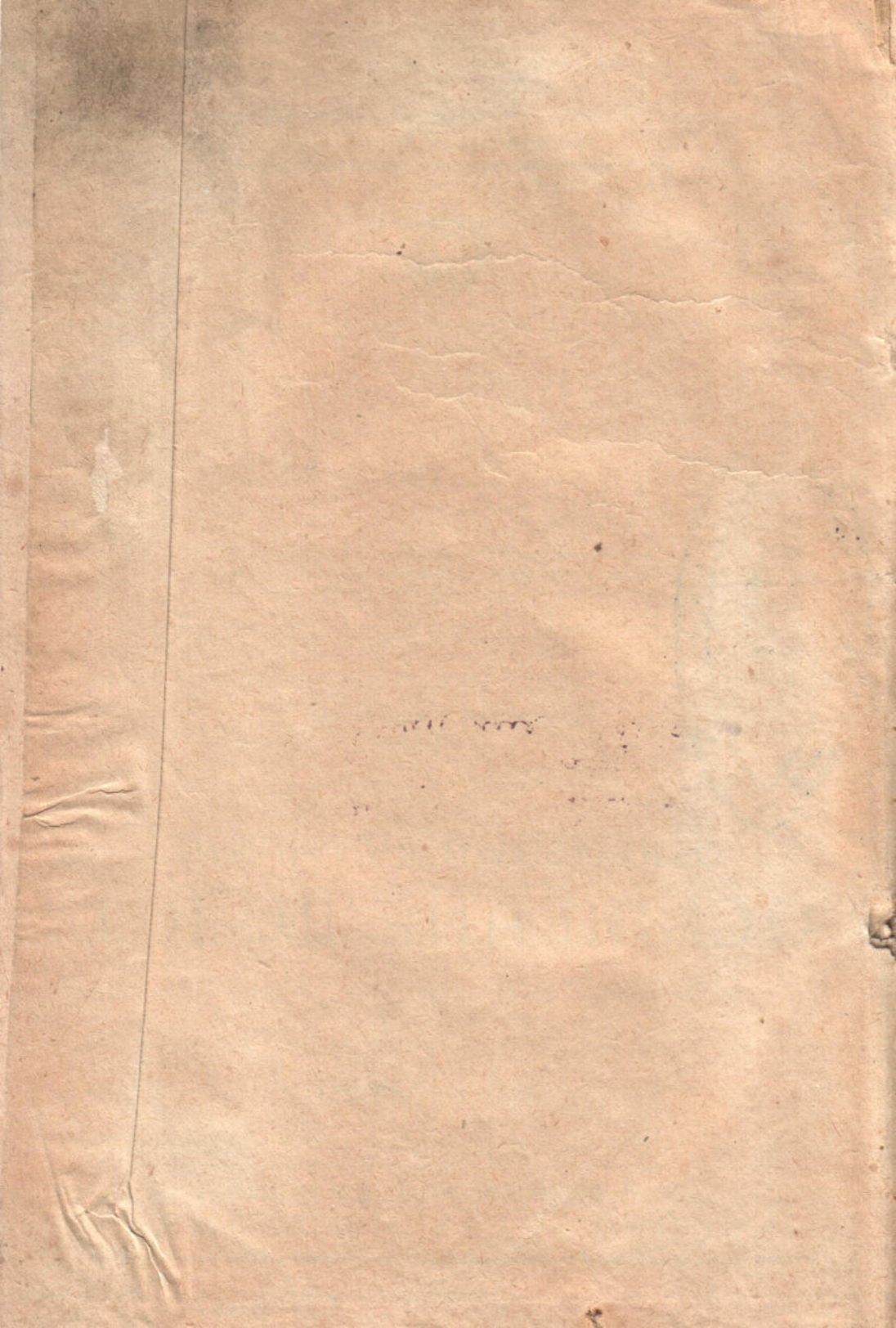


639.615

4 49



20452





Реферат
631.615
Д-79

РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ
ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ И ВТУЗОВ

А. ДУБАХ и Р. СПАРРО

ОСУШЕНИЕ БОЛОТ
ОТКРЫТЫМИ КАНАВАМИ

ИЗДАНИЕ
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Научно-Технической Секцией Государственного Ученого
Совета рекомендовано в качестве руководства для
гидротехнических факультетов ВУЗ'ов и Техникумов

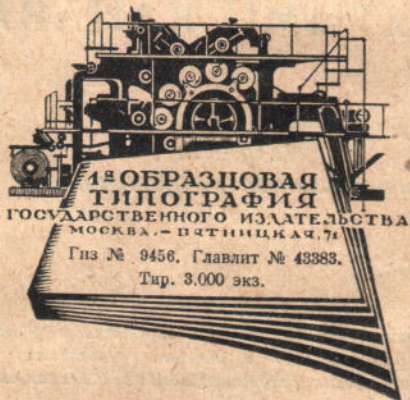


ча
66

И
0



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА * 1926 * ЛЕНИНГРАД



**1^я ОБРАЗЦОВАЯ
ТИПОГРАФИЯ**
ГОСУДАРСТВЕННОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА
МОСКВА, - ПЯТИЦКАЯ, 74

Гиз № 9456, Главлит № 43883.
Тир. 3.000 экз.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ.

Настоящее издание является во многих местах дополненным и измененным. Но так как объем книги по соображениям финансового характера не мог быть увеличен по сравнению со вторым изданием, то взамен существенных дополнений оказалось необходимым исключить сведения из истории осушения болот и гидрометрию. В будущем этот материал и еще ряд смет, описаний произведенных работ, инструкций и таблиц составят отдельную книгу.

Дополнения и изменения в 3-м издании сделаны А. Д. Дубахом. Все указания на недочеты будут приняты с благодарностью.

1925 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ.

Значительный интерес к делу мелиорации в последние годы имеет следствием теоретическую разработку за это время некоторых вопросов в данной области и установление некоторых новых взглядов в технике осушения болот.

Поэтому настоящее издание является сравнительно с первым значительно измененным и дополненным. В него включены сведения из истории осушения болот в России, прибавлены главы: предварительные сведения к проектированию канав, специальные способы осушения болот, орошение в связи с осушением, прорытие канав, ремонт канав.

Переработаны главы: об образовании болот, о ширине канав по дну (нормах стока), постройке мостов и водоспусков, укреплении откосов и дна канав и др.

Увеличено число фотографий и рисунков; некоторые из прежних рисунков изменены.

Вместе с этим представилось более удобным разделить книгу на две отдельные части, с выделением во вторую часть справочного материала и таблиц.

Так как, однако, изучение ряда важных вопросов в деле осушения болот начато лишь в самое последнее время, то возможно, что в настоящем издании книги освещение этих вопросов изложено неисчерпывающим образом.

Перед составлением издания авторами была разослана лицам, соприкасающимся с делом осушения болот, просьба о сообщении замечаний о неправильностях и желательных дополнениях в первом издании. Сравнительно незначительное число полученных ответов не дало возможности ввести в книгу некоторые желательные статистические сведения.

Все сделанные замечания и появившиеся в печати отзывы о книге приняты во внимание. При этом составители считают необходимым оттенить, что настоящая книга подробно трактует вопрос лишь об осушении болот открытыми канавами, и потому некоторые возражения критики отпадают сами собой, с некоторыми же возражениями составители настоящей книги, руководствуясь личными наблюдениями и работами, не могли согласиться.

Главную работу по составлению второго издания книги, ее дополнению и частичному изменению исполнил А. Д. Дубах. На Р. П. Спарро лежало лишь совместное с А. Д. Дубахом общее редактирование книги.

В заключение авторы выражают признательность старшему технику отдела земельных улучшений Ф. И. Михаловскому за исполненные им для книги новые фотографические снимки и вычисления некоторых таблиц.

1916 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ.

Наша литература по вопросу об осушении земель могла уже справить свой столетний юбилей. Первое сочинение по этому предмету „Теоретическое и практическое руководство к осушению угодий“ Энгельмана было издано в 1810 году. После него на книжном рынке появились, но в очень незначи-

тельном количестве, различные издания как специально по предмету осушения земель, так и в связи с другими вопросами по культур-технике.

Но среди этих изданий замечается отсутствие такого руководства, которое вполне удовлетворяло бы потребности настоящего времени и давало бы последовательное и наглядное изложение хода работ по осушению земель открытыми канавами, начиная с изучения местностей и производства изысканий и кончая составлением проектов и смет, производством самих работ и их дальнейшим ремонтом.

Среди имеющихся изданий по осушению земель значительная часть посвящена дренажу. В то же время, однако, стоимость дренажных работ настолько высока, что за исключением западных губерний дренаж болот в России еще не применим и встречается лишь в единичных случаях. Трудно предполагать также, что в ближайшее время дренажные работы при настоящей сравнительно очень невысокой стоимости земли могут получить большое распространение.

Вообще же работы по осушению земель, и именно открытыми канавами, в последнее время получили относительно большое развитие.

При этом, однако, громадное большинство осушительных канав проводилось владельцами земель на незначительных площадях без всякой технической помощи со стороны специалистов, и часто при этом работы не достигали желаемой цели. Техническая помощь при этих работах всегда полезна, а иногда и необходима для частных лиц при работах по осушению значительных заболоченных пространств, при которых требуются точное выяснение уклонов поверхности и регулирование речек.

Для лиц, желающих получить для производства работ ссуду из мелiorативного кредита, помощь специалистов почти в каждом случае необходима, так как при этом требуется представление разработанного проекта предполагаемых работ.

Следует признать, что в большинстве случаев, в особенности при осушении больших заболоченных площадей, проведение канав без предварительных изысканий и составления проекта, в котором все размеры и направления канав должны быть обоснованы, является затруднительным, а иногда и невозможным.

Задачей настоящего труда и явилось последовательное изложение приемов и оснований к составлению проектов осушения болот открытыми канавами.

Пользование настоящим трудом требует предварительного знакомства лишь с элементами геодезии и с курсом алгебры и геометрии в пределах программы средней школы.

Надеясь, что предлагаемый труд послужит на пользу всем лицам, заинтересованным в деле осушения земель, авторы его будут глубоко благодарны всем, кто укажет на пробелы, желательные дополнения и возможные погрешности в этом издании.

В заключение авторы считают своим долгом выразить свою признательность члену Совета Московского Лесного общества Ф. М. Мануйлову, оказавшему большое содействие при печатании настоящего труда и исполнившему значительное большинство чертежей.

1912 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	<i>Стр.</i>
Предисловия	III—VI
Метрические и русские меры	XI

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Болота, их образование и рост	1—35
Процесс образования болот на водоемах	2
Образование и развитие болот на суходолах	20
Классификация болот	22
Кочки	23
Строение торфяных болот	25
Рост болот	27
Химический состав торфа	29
Вред и польза болот	32

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Цели и приемы осушения	36—42
----------------------------------	-------

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Изыскания	43—76
Общие изыскания	44
Специальные изыскания	46
Осмотр места	48
Съемка и пикетаж	50
Определение глубины торфа	54
Нивелирование	58
Измерение речек и старых канав	66
Исследование водоприемника	67
Собирание сведений	69
Репера	70
Рабочий план	72
Трассировка канав	74

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. v (1)

Движение воды на болоте	77—83
Свойства почвы	83—92
Водонепроницаемость	83
Влагоемкость	88
Капиллярность	89
Способность почв отдавать поглощенную воду корням	91
Тепловые свойства торфяной почвы	92
Осадка торфа	93—101

ГЛАВА ПЯТАЯ. (3)

Расстояние между канавами	102—116
Влияние климата	103
„ цели осушения	104
„ своиств почвы	110
„ притока со стороны	111
„ глубины канав	113
„ уклона и характера поверхности площади	115

ГЛАВА ШЕСТАЯ. (3)

Положение осушительных канав	117—135
Магистральные каналы	—
Боковые каналы	122

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. (3)

Скорость воды в осушительных канавах	136—147
Формулы	—
Наибольшая скорость воды в каналах	143
Наименьшая скорость воды в каналах	146

ГЛАВА ВОСЬМАЯ. (3)

Уклон дна канав	148—150
---------------------------	---------

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ. (3)

Откосы осушительных канав	151—161
Заложение откосов	—
Укрепление откосов	158

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ. (3)

Глубина канав	162—175
Условия агрономические	—
„ технические	167
„ гидравлические	170

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ. (4)

Ширина канав по дну	176—195
Общие соображения	—
Осадки и сток	177
Топографические условия	179
Условия почвенно-геологические	181
Покровные условия	—
Метеорологические условия	—
Характер осушительной сети	182
Заграничные и русские нормы стока	—
Наблюдения над стоком	184
Общая формула стока	190
Расчет ширины по дну	193

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

Специальные способы осушения болот. (2)	196—209
Общие соображения	—
Обвалование	197
Кольматаж	203
Грядование	205
Вертикальный дренаж	206
Осушение культурой растений	207

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ. (3)

Орошение болот и лугов при осушении их (1)	210—221
Регулирование водного режима	—
Приемы орошения при осушении	213
Действие орошения	217

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

Составление проекта	222—245
Содержание проекта	—
Продольные профили осушительных канав } (2)	223
Вычисление объема выемки	226
Смета	233
Пояснительная записка	240

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

Прорытие осушительных канав	246—263
Ручной и машинный способ	—
Прорытие канав ручным способом	247
Прорытие канав машинным способом	256
Примеры работ землечерпалки	262

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

Ремонт осушительных канав	264—278
Причины порчи канав	265
Действительные изменения канав	272
Капитальный ремонт	274
Беглый ремонт	—

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

Сооружения на каналах	279
Мосты и сметы на них	—
Шлюзы и сметы на них	306
Перепады	326
Устройство дорог на болоте	326—331
Подпор	332—338

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

Результаты произведенных осушительных работ	339
Экономические результаты осушительных работ в бывшей Минской г. —	
Результаты осушительных работ в Раменской даче, Московской губ.	354
Литература	366

МЕТРИЧЕСКИЕ И РУССКИЕ МЕРЫ.

Километр = 0,9374 версты
Метр = 0,4687 сажени
Метр = 1,4061 аршина
Сантиметр = 0,2248 вершка
Сантиметр = 0,3937 дюйма

Верста = 1,0668 километра
Сажень = 2,1336 метра
Аршин = 0,7112 метра
Вершок = 4,445 сантиметра
Дюйм = 2,5400 сантиметра

Кв. километр = 0,8787 кв. версты
Гектар = 0,9153 десятины
Кв. метр = 0,2197 кв. сажени
Кв. километр = 100 гектарам
Гектар = 10 000 кв. метров

Кв. верста = 1,1380 кв. километра
Десятина = 1,0925 гектара
Кв. сажень = 4,5521 кв. метра

Куб. метр = 0,1030 куб. сажени
Куб. метр = 1000 литрам
Литр = 0,0813 ведра

Куб. сажень = 9,7124 куб. метра
Куб. сажень = 789,6 ведра
Ведро = 12,2993 литра

Тонна = 61,0459 пуда
Тонна = 1000 килограммам
Килограмм = 2,4419 фунта

Пуд = 16,3811 килограмма
Фунт = 0,4095 килограмма

1 куб. метр воды весит 1000 килограммов
1 куб. сантиметр воды весит 1 грамм
1 куб. сажень воды весит 592,903 пуда
1 ведро воды весит 30,034 фунта = 12,2993 килограмма.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

БОЛОТА, ИХ ОБРАЗОВАНИЕ И РОСТ.

Наиболее существенною особенностью болот как угодий является обычная избыточная влажность их; пересыщенность почвы водою задерживает нормальный процесс разложения остатков растительности, обуславливает отложение их в виде сырой органической массы, обращающейся с течением времени в торф.

Насыщенная водою и находящаяся на поверхности земли залежь торфа толщиной после осушения не менее 20 см (около 4 вершков) называется торфяным болотом¹⁾.

Главными факторами, вызывающими образование торфяных болот, являются стоячая вода и сравнительно низкая температура воздуха и почвы.

Процессы разложения органических веществ совершаются под водой значительно медленнее, чем в воздухе. Как известно, окислительные процессы, при которых совершаются разложение и распадение веществ, обуславливаются присутствием кислорода, и потому, чем меньше кислорода, тем медленнее совершается этот процесс.

В определенном объеме воды свободного кислорода содержится в тридцать раз менее, чем в таком же объеме воздуха, следствием чего и является медленное разложение в воде органических веществ, и в особенности в стоячей воде, где израсходованный кислород очень медленно замещается притоком свежего. Присутствие извести в воде ускоряет несколько процесс разложения; присутствие же окиси железа замедляет его, так как соединение окиси железа с кислородом происходит очень энергично, и потому расход кислорода на разложение органических веществ уменьшается.

¹⁾ По определению С. Вебера.

При процессе разложения под водой образуются также различные гуминовые кислоты, нерастворимые в воде. Кислоты эти хорошо сохраняют имеющийся в органических веществах азот, входя с ним в прочные соединения.

В болотах поэтому замечается большое накопление азота, и чем энергичнее происходит процесс разложения, тем накопление азота больше. Так как присутствие извести ускоряет процесс разложения, то, чем больше в болоте извести, тем больше обыкновенно в нем и азота.

Температура в значительной степени может ускорять и замедлять процесс разложения. При высокой температуре разложение может совершаться настолько быстро, что накопление растительных остатков не происходит, и торфяных болот не образуется. Поэтому наибольшее развитие получают болота в полосе с умеренным климатом.

До некоторой степени болото само влияет на понижение температуры, так как при значительном испарении воды, которое происходит с поверхности болот, поглощается значительное количество тепла как из самой воды, так и из почвы и нижних слоев воздуха. При этом более холодный воздух над болотами увеличивает здесь количество тех или иных осадков.

Таким образом в тех местностях, где климатические и почвенные условия благоприятны для образования богатой растительности, и в то же время излишек воды и низкая температура препятствуют быстрому сгниванию отмерших остатков растений, там эти остатки образуют насыщенные водой скопления, называемые торфяным болотом.

Процесс торфообразования и накопления торфа в высоту, продолжаясь в течение столетий, проходит ряд стадий развития, которые в связи с местными условиями дают болоту определенный тип.

Болота образуются на местах как бывших водных пространств, так и бывших суходолов, при чем в обоих случаях конечная стадия развития одна — высокое моховое болото.

Процесс образования болот на водоемах.

Этот процесс в общем виде происходит путем постепенного зарастания их от берегов водными, болотными и луговыми травами.

На дне водоемов со стоячей водою развивается, прежде всего, подводная растительность, состоящая из разных видов подводных рдестов (*Potamogeton*), водоперицы (*Myriophyllum*), водяной заразы (*Elodea canadensis*), полушника (*Vsoetes*), роголистника или водяной крапивы (*Ceratophyllum*), пузырчатки (*Utricularia*) и др.



Рис. 1. Камыш озерный. *Scirpus lacustris*. Толстое ползучее корневище в воде. Стебель круглый, безлистый. Колоски в пучках буроватого цвета.



Рис. -2. Тростник. *Phragmites communis*. Ползучее корневище с длинными стеблями. Метелка красно-бурая, цветет в конце лета.

Жизнь этих растений протекает в воде, и лишь в целях размножения они выпускают иногда органы на поверхность воды; пищу в растворе они всасывают всею поверхностью своего тела.

Остатки этих растений, измельченные в значительной мере водными животными, осаждаются на дне водоема и, смешанные с остатками водных животных и с минеральными частицами почвы, отделенными от берегов прибоем волн, или принесенными

в озеро притекающей водою, образуют органический, богатый минеральными веществами бесструктурный слой ила, называемый иногда „гиттней“ или за границую — Mudden. По роду



Рис. 3. Водяная лилия. *Nymphaea alba*. Округлые с вырезом у основания листья и белые красивые цветы плавают на поверхности воды. Чашечка 4-листная.

минеральных примесей и количеству их ил может быть известковым, глинистым, торфяным.

Обычно одновременно с этим от берегов водоема надвигается к центру до глубины воды в 1—1½ м высокий камыш

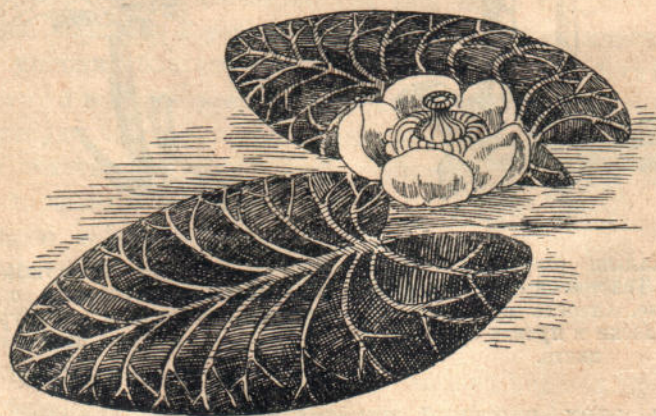


Рис. 4. Кувшинка желтая. *Nuphar luteum*. Овальные, с вырезом у основания, листья плавают на воде. Душистые желтые цветы приподняты над водой на 4—5 см. Чашечка 5-листная, внутри желтая, снаружи зеленоватая. Лепестков много. Пестик значительно короче чашелистик в.

(*Scirpus lacustris*) (рис. 1), который, умеряя силу волн и течение воды, способствует оседанию приносимых в озеро ручьями взмученных частиц; вследствие этого в связи с отмиранием самого

камыша водоем от берегов постепенно мелее и начинает за-растать многими видами растений.

Среди этих растений, в первую очередь, при глубине воды в $\frac{1}{4}$ —1 м развивается высокий тростник (*Phragmites communis*) (рис. 2), между которым появляются манники (*Glyceria*), лютики (*Ranunculus Lingua*, *R. aquatilis*), а на водных прогалинах: водяная лилия (*Nymphaea alba*) (рис. 3), кувшинка (*Nuphar luteum*) (рис. 4), рдест надводный (*Potamogeton natans*) (рис. 5), гречиха (*Polygonum amphibium*), водокрас лягушечный (*Hydrocharis Morsus ranae*), телорез (*Stratiotes alloides*) и др. (рис. 6 и 7).

По сообщению Р. П. Аболина¹⁾ в пределы данной (тростниковой) формации волнением воды может заноситься лишь незначительное количество очень мелкого минерального ила, количество же заносимого сюда растительного ила еще весьма значительно.

Местные растительные остатки здесь еще в значительной степени измельчаются и перерабатываются водными животными, но подземные части растений—корневище тростника, кувшинки, лилии, лютики и др.—сохраняются, придавая торфу этой формации некоторую связность и структуру.

По мере накопления илесто-торфяного слоя и уменьшения глубины воды до $\frac{1}{2}$ —0 метра, рост тростника ослабляется, и на обмелевшем водоеме появляются новые уже болотные растения с господством хвоща иловатого и болотного (*Equisetum limosum*, *E. palustre*) (рис. 8). К хвощу примешиваются: плакун-трава (*Lythrum salicaria*) (рис. 9), камыш лесной (*Scirpus silvestris*), манник водный (*Glyceria aquatica*), водяной хрен (*Nasturtium amphibium*), гречиха (*Polygonum amphibium*), белокрыльник (*Calla*



Рис. 5. Рдест надводный. *Potamogeton natans*. Верхние листья плавают на поверхности воды, нижние листья погружены в воду. Околоцветника нет.

¹⁾ „Опыт эпигенетической классификации болот“, Болотоведение, 1914 г. № 3—4. Статья Аболина положена в основу изложения флоры болот.



Рис. 6. Зарастание тростником озера Свержень, Витебского округа.



Рис. 7. Зарастание р. Нижней Кривины, Витебского округа.

palustris) (рис. 10) и др. При этом происходит полное заторфование покрытой перечисленными растениями части водоема (рис. 11).

Торф описанной (хвощевой) формации отличается значительной грубостью и присутствием крупных растительных остатков, хотя размельчение и переработка растительных остатков животными организмами и здесь играют существенную роль. При весенних половодьях, когда в водоем вливаются мутные потоки, и уровень воды в нем поднимается, на торфе этой формации могут отлагаться наносы ила, образующие тонкие прослойки.

Поднятие поверхности торфа над обычным летним горизонтом воды влечет за собою дальнейшие изменения в флоре поверхности, характеризующиеся развитием осок.

По наблюдениям Р. П. Аболина, преобладающей в этой стадии развития являются осока пузырчатая и режущая (*Carex gracilis*, *C. Vesicaria*). Между осоками растут: манник водный (*Glyceria aquatica*), канарееч-



Рис. 8. Хвощ болотный.
Equisetum palustre.



Рис. 9. Плакун-трава.
Lythrum salicaria.
Цветы малиновые; чашечка трубчатая, зубчатая, с волосками. Лепестков 6, тычинок 12 разной величины, медоносные.

ник тростниковый (*Phalaris arundinacea*), вейник (*Calamagrostis lanceolata*) (рис. 14), хвощ иловатый и болотный (*Equisetum limosum*, *E. palustre*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), белокрыльник (*Calla palustris*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), курослеп (*Caltha palustris*) (рис. 13), плакун-трава (*Lythrum salicaria*), череда трехраздельная (*Bidens tripartita*), водяной хрен (*Nasturtium amphybiun*), вероника (*Veronica Becabungia*, *V. Scutellaria*, *V. longifolia*), касатик водяной (*Yris pseudacorus*), подмаренник болотный (*Galium palustre*, *G. uliginosum*), звездчатка (*Stellaria glauca*).

Кроме того, образуется моховой покров из гипновых мхов рода *Calliergon* и *Drepanocladus*, появляются кусты ивы (*Salix pentandra* и др.) и ольхи (*Alnus glutinosa*).

Вода покрывает болото в этой стадии развития только на время половодья, когда может происходить намывание илистых и песчаных частиц (рис. 12).



Рис. 10. Белокрыльник. *Calla palustris*. Цветов в початке околоцветника нет. Крылопочатка с верхней стороны белая, с нижней зеленая. Ягоды ярко-красные, в августе толстое членистое корневище.

Растительность этой формации идет уже в сельскохозяйственное пользование, давая осоковое сено плохого качества, но достаточное по количеству. Правильное осушение осокового болота увеличивает процент растущего здесь вейника и канареечника, а занесение семян полевицы и др. кормовых трав может обратить такое болото после осушения в удовлетворительный луг.

Указанное выше появление древесной растительности и буйный рост осок вызывают постепенное возвышение торфяника над уровнем воды, вместе же с этим постепенно изменяются условия питания растений.

Водные бассейны, на которых происходят вышеописанные процессы зарастания, сравнительно богаты питательными для растений веществами, в которых нуждается осоковая растительность.

По мере возвышения торфяника содержание питательных веществ в нем уменьшается, осоки и сопутствующие им расте-

ния заменяются гипновыми мхами и древесными породами.

Иногда вмешательство человека (пастьба скота и сенокосение) уничтожает развитие древесных пород, и поверхность осокового болота покрывается насыщенным водой мхом-гипнум, при этом получается моховая зыбкая топь, часто приподнятая водою; на таком моховике, кроме перечисленных ранее уже видов растений, развиваются: пушица (*Eriophorum latifolium*) (рис. 15), клюква (*Oxycoccus palustris*) (рис. 16), росянка (*Drosera rotundifolia*), шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*) (рис. 17) и др.



Рис. 11. Заросшее русло р. Усвижи, Оршанского округа.



Рис. 12. Осоковое болото с кустами ивы-лозы по р. Свече, Витебского округа.

На таком болоте встречаются места с более тонким моховым покровом, не выдерживающим тяжести человека, или даже свободные от покрова места, так называемые окна. Во время копки осушительных канав такие болота дают чрезвычайно много воды, затопляющей нижележащие сенокосы.

Если же вмешательства человека нет, то развитие леса продолжается; сначала распространяются главным образом кусты ив (*Salix cinerea*, *S. pentandra*), вокруг которых благодаря уплотнению торфа и развитию пышной сфагнутой растительности, пастбы скота и пр. образуются кочки; на кочках укрепляется черная ольха и береза (рис. 18).



Рис. 13. Курослеп болотный. *Caltha palustris*. Золотисто-желтый цветок, без чашелистиков. Листья темно-зеленые, лоснящиеся.

Заменяемая развивающейся ольхой ива постепенно вымирает, получаются заросли черной ольхи — ольховая топь. Травяная растительность между ольхами разнообразна; на кочках встречаются растения лесов: грушанка (*Pirola secunda*), звездчатка (*Stellaria galericulata*), черника, папоротник и др.; между кочками же растут растения топких болот: вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*) (рис. 19), белокрыльник (*Calla palustris*), сабельник (*Comarum palustre*), осоки и др. гипновые мхи (*Drepanocladus vernicosus*, *Calliergon cus-*

pidatum) (рис. 20) и др. и сфагновые мхи.

Дальнейшее увеличение мощности торфа и связанное с этим обеднение почвы обуславливают внедрение в ольховую заросль березы и сосны, которые затем совершенно вытесняют ольху.

Эта стадия называется переходной, и болото, покрытое березовой и сосновой зарослью, на глубоком торфянике называется болотом переходного типа. Поверхность почвы занята

обычно сплошным покровом сфагновых мхов. Из травяной растительности здесь особое развитие получают осока (*Carex filiformis*) и вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*); встречаются орхидеи (*Orchis maculata*) и др. (рис. 21).

Ежегодный прирост древесных пород невелик, и корни их ввиду высокого стояния почвенной воды стелются близ поверхности торфа, но все же при умеренной влажности могут



Рис. 14. Вейни. *Calamagrostis Epigeios*.



Рис. 15. Пушица. *Eriophorum*.

развиваться и большие деревья; опадающие листья, ветки и самые стволы деревьев образуют слой древесного торфа, в котором кора березы и отдельные просмоленные стволы сосны могут сохраняться очень долгое время.

В тени леса поверхностный слой почвы становится более влажным, образуются даже лужи воды, чем снова создаются условия, благоприятные для роста растений, требующих большого количества воды.

Однако вследствие бедности торфа питательными веществами здесь не появляются уже осоки и тростники, а разви-

ваются самые малотребовательные растения — белые сфагновые мхи (рис. 22.)

Многочисленные виды сфагновых мхов обладают особыми полостями для задержания в себе запасов воды; вода хорошо удерживается также между тесно прилегающими друг к другу стеблями мхов; поэтому мох переносит долгие периоды засухи и благодаря затруднительности проникновения воздуха через питанный влагою слой живого мха и быстрого роста мха



Рис. 16. Клюква — *Oxycoccus palustris*.



Рис. 17. Шейхцерия — *Scheuchzeria palustris*. Ползучее членистое корневище. Околоцветник из 6 острых листиков, желтоватый. Тычинок шесть.

процесс нарастания болота в высоту идет в этой стадии быстро. Наряду со сфагновыми мхами появляются: болотная шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*), образующая вместе с пушицей (*Eriophorum vaginatum*) иногда самостоятельные слои торфа, вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*), рослянка (*Drosera longifolia*, *D. rotundifolia*) (рис. 23), клюква (*Vaccinium Oxycoccus*) подбел (*Andromeda polifolia*), багун (*Cassandra calyculata*), багульник (*Ledum palustre*) (рис. 28), вереск (*Calluna vulgaris*) (рис. 27), морозка (*Rubus chamaemorus*), черника (*Vaccinium Myrfillus*), очеретник (*Rhynchospora*

alba) и другие. Отмеченное насекомоядное растение, росянка, интересно в том отношении, что по нему можно определить нарастание мохового ковра за последние несколько лет. Ежегодно на поверхности мха росянка образует розетку листьев в то время, как стебель ее растет в высоту. Розетка эта покрывается мхом, а в следующем году на поверхности этого мха образуется новая розетка листьев. Таким образом расстояние между розетками равняется ежегодному нарастанию мохового ковра.



Рис. 18. Нивелирный ход через заросли ивы-лозы и крушины на болоте.

Из древесной растительности на моховом болоте держатся: больше всего — сосна (*Pinus silvestris*), скорее гибнут, березы (*Betula pubescens*, *B. humilis*, *B. nana*) и ива. По наблюдениям Сукачева, сосна начинает отмирать, как только сфагновый ковер обрастает корневую шейку настолько, что она оказывается на глубине 15—20 см от поверхности, и совсем отмирает, когда корневая шейка оказывается на глубине 30—40 см от поверхности. Это отмирание является следствием: 1) затруднения до

ступа воздуха к корням; 2) затруднения поступления воды в корни благодаря растворам угольной и перегнойной кислот (гумусовые кислоты); 3) плохой теплопроводности торфа; 4) бедности раствора питательными веществами. Корневая система сосны, по наблюдениям Сукачева, не бывает глубже 0,5 м от поверхности.

Схема дальнейшего процесса развития болота излагается в книге В. Берша ¹⁾ следующим образом:

„Сфагнум, развиваясь в сыром лесу, покрывает в виде густого, пропитанного водой покрова пространства между соснами и березами и растет по ним, затрудняя доступ воздуха к корням, от чего древесные стволы отмирают. На границе мохового покрова стволы, там где они становятся попеременно то влажными, то сухими, загнивают, падают и, наконец, погребаются под надвигающимся на них покровом (рис. 25).

Почти всегда со сфагновыми мхами встречается одноголовая пушица (*Eriophorum vaginatum*), также принимающая



Рис. 19. Вахта трилистная — *Menyanthes trifoliata*. Венчик воронковидный, 5-раздельный, снаружи телесного цвета, внутри белый. Ползучее корневище. Листья прикорневые, на длинных стеблях, тройчатые.



Рис. 20. Гипновый мох.

участие в образовании торфа. Однако в то время как малоразложившийся сфагнум образует рыхлый и светлый, а хорошо разло-

¹⁾ Руководство по культуре болот В. Берш. Перевод с немецкого 1914 г

жившийся — тяжелый и темный торф, представляющий однородную массу, остатки пушицы, ее корневища и волокна сохраняются очень хорошо и ясно распознаются даже и в старом торфе в виде пучков от светло- до темно-коричневого цвета, образующих нередко прослойки или гнезда.

Сфагновые мхи растут, группируясь в небольшие возвышения-кочки, пропитанные, как мы уже упомянули, водой. Избыток воды, которую мох не может удержать, стекает к краям



Рис. 21. Болото переходного типа с зарослью березы.

кочки, заболачивая почву, вследствие чего и здесь поселяются моховые растения; моховые кочки постепенно разрастаются и, наконец, соединяются в общий замкнутый покров, представляющий те же особенности, что и отдельные кочки. Вода стекает с более высоких мест к краям, вызывая заболачивание и создавая условия, благоприятные для поселения болотных растений, образующих новые слои торфа. Сфагновый покров может распространяться все далее и далее по окружности, выходя за край озера, на котором он возник, завоевать обширные пространства и даже подняться на не особенно крутые склоны.

Здесь ясно видна разница между ростом болот, происшедших из более требовательных растений — тростника и осок, и болот, возникших преимущественно из сфагновых мхов. Заращение озера идет с краев и заканчивается по середине, имея таким образом центростремительное направление, в то время как сфагновое болото распространяется от середины к краям, т.е. в центробежном направлении.



Рис. 22. Белый мох — *Sphagnum*.



Рис. 23. Рослянка — *Drosera rotundifolia*. Цветы белые, во второй половине лета. Листья прикорневой розеткой, отрастающей ежегодно на уровне поверхности мха. На листьях — красные железистые волоски. Мелкое насекомое, попав на лист, прилипает к нему; тогда волоски наклоняются, захватывают насекомое и выделяют кислоту, в которой насекомое растворяется. Раствор поглощается листом растения.

Беспрепятственный рост сфагновых болот зависит от присутствия достаточного количества влаги, доставляемой атмосферными осадками. С наступлением продолжительных сухих периодов развитие сфагновых мхов затрудняется и даже может совсем остановиться.

Вместе с нарастанием мохового болота часто поднимается и уровень воды в озере, так как все истоки из него тоже зара-



Рис. 24. Моховое болото с зарослью сосны.



Рис. 25. Моховое болото, гибнущей сосной.

Сухие болот открытыми канавами.



стают, и вода из озера поступает в таких случаях исключительно на питание сфагнома. Таким образом при разрастании этих болот верховья ручьев исчезают, и питание рек уменьшается.



Рис. 26. Разрез мохового болота Кострецкой лесной дачи, Тверской губ.

Примеров таких зарастаний на нашем севере и западе множество; как на рельефный пример можно указать на Святое озеро в Кострецкой лесной даче, Тверской губернии, где площадь озера с 340 га уменьшилась до 181 га, а уровень воды поднялся на 4 м слишком. Бывший же исток воды исчез под торфом, и поверхность его совершенно сравнялась с окружающим моховым болотом. (План болота и озера помещены в конце книги, а разрез на рис. 26.)

Но бывают и случаи, когда озера образуются среди сфагновых болот вновь, и именно при зарастании стоков воды из какого-либо источника. Вода последнего, не имея выхода, начинает скопляться, образуя сначала небольшое озеро, которое по мере нарастания торфа увеличивает свои размеры в ту сторону, где мох еще не образовался; затем, если вода озера мало минерализована, мох вступает в борьбу с озером, и оно начинает зарастать.



Рис. 27. Вереск. *Calluna vulgaris*. Ветвистый кустарник, 30—60 см высоты. Цветы мелкие в однобочных кистях. Чашечка и 4-надрезный венчик лилово-розовые.

Кроме того, на сфагновых моховых болотах с первоначально ровной поверхностью в конечной стадии их развития начинается дифференцировка поверхности; в иногда случайно появляющихся мокрых впадинах на моховом ковре быстро растущие мхи (*Sphagnum fuscum*) заменяются мхами с меньшим приростом органической массы (*Sphagnum balticum*, *Sph. cuspidatum*)¹⁾, вследствие чего мелкое понижение поверхности превращается в западину, наполняется водой и постепенно образуется посреди моховика вторичное озеро.



Рис. 28. Багульник болотный. *Ligustrum palustre*. Вечно-зеленый, прямо стоящий кустарник, высотой 60—130 см. Белый, редко красноватый, венчик из 5 свободных лепестков. 10 тычинок. Одурачивающий запах. Плод — коробочка. Листья кожистые.



Рис. 29. Сыть. *Cyperus fuscus*. Стебель остро-трегранный. Листья линейные, плоские. Пленки цветов темно-бурые.

Так как в климатических условиях северной половины территории СССР выпадающей атмосферной влаги, повидимому, больше, чем испарений ее с мохового болота, то получающийся, особенно в сырые годы, излишек воды на моховом болоте, ищет

выхода, образуя постепенно в поверхностных слоях торфа русла вторичных речек, берущих иногда начало из вторичных озер; по берегам этих протоков на моховом покрове из *Sph. recurvum* появляется осока (*Carex ampullacea*).

Впоследствии дренирующее действие образовавшегося вторичного русла может оказаться столь заметным, что торф начинает уплотняться, и на нем появляются вновь болотная сосна и кустарники (рис. 24).

Таким образом на месте первоначального водоема образуются в течение неопределенно долгого времени сначала травяное болото, затем лесное и, наконец, моховое болото (рис. 25).

Заращение водоема может происходить не только со дна его, как изложено на предыдущих страницах, но иногда и на растанием плавающего растительного ковра от крутых берегов глубокого водоема; в защищенных от ветра местах этот ковер образуется из сплетений: трифоли (*Menyanthes*), сабельника (*Comarum*), шейхцерии и осок на фоне мхов, чаще белых, иногда зеленых.

Лавренко нашел на озере в окрестностях с. Лиман, Змиевского уезда, следующие растения в таком ковре из флоры: *Comarum palustre*, *Carex canescens*, *Agrostis canina*, *Typha latifolia*, *Sparganium minimum*, *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia*, *Glyceria fluitans*.

Образование и развитие болот на суходолах.

Значительные площади торфяных болот образовались не на местах бывших водоемов, а непосредственно на минеральном грунте; образование болота в этом случае может идти двумя главнейшими путями.

а) Заболачивание суходольного луга вследствие выхода или поднятия грунтовых вод, вызванного или искусственным загрязнением водотока или надвиганием мохового болота. Такое заболачивание идет обычно не широкой полосой, и характерными растениями этого процесса являются хвощ болотный (*Equisetum palustre*), осоки (*Carex filiformis*, *C. limosa*, *C. Vesicaria*, *C. rostrata*), пушицы (*Eriophorum*); из деревьев здесь встречаются кусты черной ольхи и березы.

В начале этой стадии мхи имеют слабое распространение; постепенное утолщение торфяного слоя вызывает обеднение растительности, заменяющейся сначала развитием осок, а затем

мхов (*Sphagnum recurvum*) и шейхцерии (*Scheuchzeria palustris*). Далее процесс идет в описанном уже порядке развития моховых болот.

б) Заболачивание проявляется часто на месте вырубленного леса не только в низинах, но и на возвышенных местах. Лесосека покрывается злаками, среди которых чаще всего растут одновременно вейник и луговик (*Aira caespitosa*), образующие плотную дернину, которая является препятствием для возобновления древесной растительности и способствует застаиванию влаги. На-ряду с вейником и луговиком разрастается зеленый мох — кукушкин лен, охватывающий и заглушающий оставшиеся из-под леса растения. Через несколько лет на создавшемся субстрате появляется белый мох — сфагнум и образуется моховое болото (по Доктуровскому: „Болота и торфяники“ 1922 г.).

Водонепроницаемость лесных почв и потому склонность их к заболачиванию увеличивается образованием под лесом непроницаемого ортштейнового слоя, или красной * руды из сцементированной материнской породы. Разложение скопляющейся лесной подстилки, происходящее при участии грибной флоры, дает в результате креновую кислоту, соединения которой легко растворимы. Поэтому при просачивании воды вглубь почвы она увлекает с собою в растворе все минеральные вещества почвы, соединяющиеся с креновой кислотой кроме кремнезема. Встречая на своем пути избыток минеральных оснований, креновая кислота нейтрализуется и вследствие недостатка на глубине кислорода переходит в апокреновую кислоту, соли которой трудно растворимы и потому выделяются, цементируя материнскую породу, в твердые слои или отдельные скопления, называемые ортштейном.

Обычный спутник моховых болот — болотная сосна, по мнению Н. Кобранова, есть не что иное, как обыкновенная сосна, у которой понижен обмен веществ вследствие неблагоприятных условий местопроизрастания; иными словами, болотная сосна есть физиологическая разновидность обыкновенной сосны и потому с изменением условий произрастания болотная сосна способна к восстановлению до обыкновенной сосны даже после 65-летнего вредного влияния субстрата. В то же время В. Сукачев различает три, а некоторые исследователи и четыре, разновидности сосны *Pinus silvestris*, растущей на болоте, отличающейся друг от друга формой ствола и ветвистостью.

Хотя моховое болото насыщено водою, но сосна на таком болоте ведет себя так, как будто растет на самом сухом песке; именно, рост побегов продолжается, по наблюдениям Титова, в Раменской лесной даче, Московской губ., всего в течение одного месяца, при чем хвоя короче нормальной. Сосна на болоте страдает от жажды, так как: 1) жидкость, насыщающая торфяник, есть коллоидальный раствор органических веществ, из которого растение может черпать воду лишь с трудом; 2) жидкость содержит угольную и перегнойные кислоты, которые задерживают поступление воды в корни; 3) низкая температура на горизонте корневых систем также затрудняет доступ воды к корень.

Классификация болот.

Описанные стадии образования и роста болот обычно соединяют в три главные группы, в основу различия которых кладутся характер растительности и род питания.

По характеру растительности болота делятся на травяные, смешанные и моховые. К травяным относят стадии развития от начала зарастания водоема тростником до появления на болоте березовых и сосновых зарослей. Эти болота служат обычно сенокосными угодьями и имеют обширное распространение в долинах рек с засоренным руслом и малым уклоном. Смешанными называют болота, на коих обычно в периоды покрытия их березовою и сосновою зарослью происходит вытеснение луговой растительности моховым сфагновым покровом. Эти болота служат часто пастбищами. Моховым болотом называют болото со сплошным покровом мха, родом сфагнум, среди которого лишь держатся чахлая сосна и отдельные березки и перечисленные ранее немногие роды травяной растительности. Эти болота являются обычно совершенно неудобными землями и служат населению лишь местом сбора ягод.

По роду питания водою болота делятся также на три группы: низовые, переходные и верховые.

Низовым болотам свойственно постоянное или периодическое затопление озерной или речной водою и связанное с этим обогащение торфа намывным растительным и минеральным илом и растворенными в воде зольными элементами.

Переходным болотам свойственно некоторое незначительное возвышение над средним и даже высшим горизонтом воды

соседнего водоема или реки, и потому растительность такого болота питается находящейся в избытке грунтовой водой; к этой группе относятся болота описанных более поздних стадий водоемного образования (от покрытых зыбким гипновым ковром до покрытых ивовыми, ольховыми, березовыми и сосновыми зарослями), также начальные стадии суходольного заболачивания.

Верховым болотом называют болото с большой мощностью торфяной залежи, которая значительно возвышается над горизонтом приточных грунтовых вод и потому питается лишь чистыми водами атмосферных осадков подобно выставленной на воздух губке.

Так как характер растительности зависит преимущественно от условий питания ее, то понятно, что классификация болот по растительному покрову и по условиям питания должна делать в общем одни и те же группы. Поэтому болото травяное есть тоже и болото низовое, болото смешанное ¹⁾ есть обычно и переходное, болото сфагновое есть болото верховое.

Кочки.

Рельеф поверхности болота и мокрого луга может быть характеризуем еще как ровный или как кочковатый. По роду образования и строению кочки могут быть разделены на две основные группы: кочки земляные и кочки растительные.

Кочки земляные образуются двояко.

1. Работой подземных животных, выбрасывающих при рытье ходов землю на поверхность сухих лугов (кроты, землеройки); покрываясь затем травяною растительностью, такие кочки тверды, холмообразны, сохраняют надолго свою величину и форму; при обращении луга под культуру они легко распаиваются, так как тело их первоначально образовано рыхлою землею. Такие кочки могут быть названы насыпными.

2. Пасущимся скотом на сырых местах; места пастбищ прорезаются тропами пасущихся животных — между тропами

¹⁾ Приведенное сопоставление смешанное-переходное правильно лишь при данном ранее определении смешанного типа. При понимании же под смешанною растительностью смеси, напр. осоки и тростника, такое сопоставление, конечно, неправильно.

образуются кочки плоской формы, больших размеров в длину и ширину; на них вследствие осушающего действия ходов успешно развиваются травы. При продолжении пастьбы скот выбивает все новые и новые тропы, разрезая болотистый луг на более мелкие кочки.

Собственно новым образованием здесь являются не кочки, а прорезы, тропы между ними, и потому такие кочки могут быть названы *грунтовыми*.

Вторая группа кочек — кочки растительные — может быть по строению также разделена на две подгруппы, образуемые:

1. Пнями срубленных деревьев и кустарников. Пни обрастают грибами и мхом, возле них укрепляются и травы; в конце концов все это срастается, скопляется органическое вещество, и образуется кочка с древесным скелетом из дерева: ольхи, березы, ивы, ели или сосны. Истребление этих кочек, называемых *древесными*, требует затраты большого труда, особенно если они образовались на корнях ольхи серой и ивы, дающих корневую поросль, крепко держащую материнское растение.

2. Разрастанием кустовых осок и злаков на топких лугах. Здесь образуются *травяные кочки*, характерные высотой и узким основанием; между такими кочками остаются ходы, замкнутые разросшимися сверху травами. Кочки эти не устойчивы, состоят в основании лишь из массы отмерших вверху живых растений. Обмывание водою мертвых и разложившихся стеблей основания кочки и является, повидимому, причиною постепенного его сужения, при чем более быстрое разложение основания вызывается частым смачиванием и высыханием его вследствие колебания уровня воды на болоте.

При осушении болота кочки насыпные и грунтовые, могущие находиться лишь на болотах с мелким торфом, существенного изменения сами по себе не претерпевают; кочки с древесным скелетом, глубоко укоренившимся в торфу или в подстилающем болото минеральном грунте, после осушения вследствие осадки торфа выделяются на болоте с большой рельефностью, как бы вылезают из торфа. Наконец, кочки травяные оседают вместе с поверхностью торфа, выветриваются (перегнивают) в основании, падают. Вследствие создаваемых осушением благоприятных условий дальнейшего развития грубых осок, новых кочек такого типа на осушенном болоте не образуется, и болото само собою очищается от травяных кочек.

Строение торфяных болот.

Каждая растительная формация, уступая место следующей, остатками своими участвует в нарастании торфяной массы, давая ей особый вид и свойства, по которым на вертикальных разрезах можно восстановить вышеописанную историю развития болота.

Схема расположения формации торфа на болоте, образовавшемся зарастанием бассейна, представлена Вебером в следующем виде (рис. 30).

Более детальная общая схема болотных формаций, места и порядок образования их представлена Р. П. Абониным для болот Новгородской губернии в следующем виде (латинские названия изменены на русские) (рис. 31).

Физические свойства торфяных образований, происшедших от одного и того же вида растений, бывают весьма различны в зависимости от степени разложения их и уплотнения; так, напр., слой молодого мха существенно отличается от плотного разложившегося мха. В старых торфяниках Германии и Австрии слой мохового торфа состоит из нижнего, совершенно разложившегося, черного горизонта и из верхнего, светлого, слабо разложившегося горизонта торфа; между ними можно заметить тонкий, крошащийся пограничный горизонт. Полагают, что в период образования моховых болот наступила временная многолетняя засуха, в течение которой остановилось развитие мха; мох заменился пушицей и вереском, которые и образовали крошащийся пограничный горизонт.

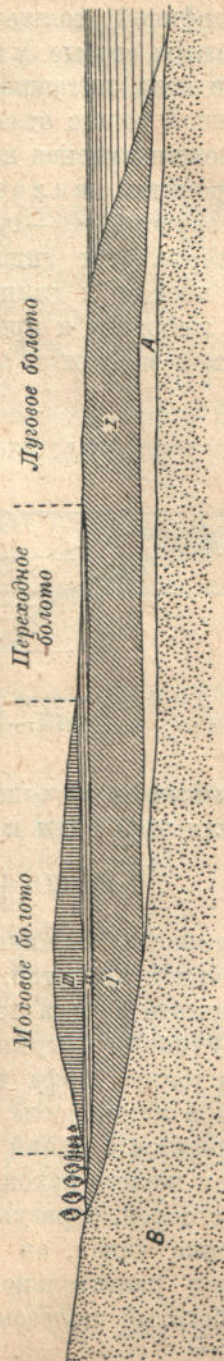


Рис. 30. Схема болота, образовавшегося путем зарастания озера (по Веберу). В — подпочва, А — образования с измельченными частями растительных остатков (Mullebildungen). I. Нижнее болото. II. Переходное. III. Моховое. Направо переходный лес, направо — вода озера.

В торфяной толще отложений низинных формаций часто встречаются особые минеральные образования.

Если вода, питающая болото, была богата солями железа, то в торфяной толще отлагаются разнообразные соединения железа. У подножия склонов встречаются низинные болота, торф которых пропитан железной охрой, придающей всему торфу бурую окраску; это — гидрат окиси железа $Fe_2(OH)_6$. В глубоких слоях торфа этот гидрат вместе с другими соединениями железа, с песком и глиной образует скопление железной руды в виде желваков и прослоек темно-коричневого цвета. Образование железной охры происходит окислением углекислого же-

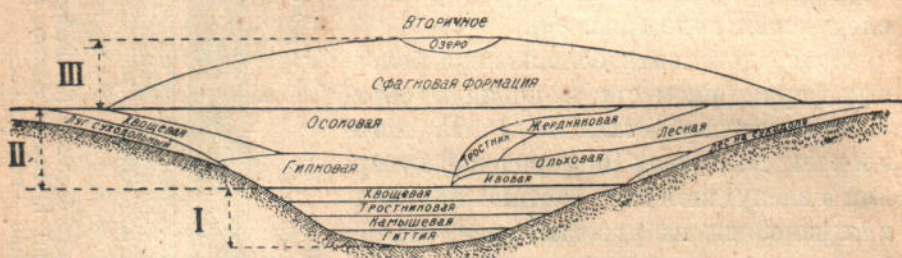
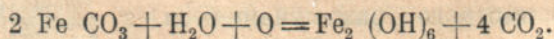


Рис. 31. I — фазы озерно-речного питания. II — фазы грунтового питания. III — фазы атмосферного питания.

леза, вымываемого водою из минерального грунта по мере продвижения этой воды к поверхности торфяника:



Железистые соединения в воде входят в соединение также с фосфорной кислотой, выделяемой разлагающимися растениями, в результате чего в торфе образуются прослойки мелкозернистой, мучнистого строения, синей руды, называемой вивианитом; в толще торфа вивианит имеет белый цвет и не сразу заметен и лишь после окисления на воздухе, при копке канав, окрашивается в синий цвет.

Затем железо находится в торфе низинных болот еще в соединении с серой, образуя серный колчедан. Извлеченный наружу при копке канав, он окисляется в серную кислоту, которая выжигает растительность: $Fe S_2 + H_2O + 7O = Fe SO_4 + H_2 SO_4$. Торф, богатый железом, дает при сжигании желтую или красную золу.

В низинном торфе обыкновенно можно найти, кроме того, остатки животных, занесенных в него разливами, как то: ракушки, кости рыб и т. п.

Рост болот.

Мощность торфяных образований колеблется в зависимости от их возраста и внешних воздействий от 20 см до десятков метров. Наибольшая известная глубина — 24,6 м определена на моховом болоте в Пентлаке, недалеко от Норденбурга, в Восточной Пруссии. Измерения у Шехстедта, при проведении канала, показали мощность торфяного слоя в 20 м. В Австрии наибольшая глубина была найдена: в одном моховом болоте Восточной Галиции в 13 м и в низинном болоте близ Оссиахерского озера в Кернтене — 11,5 м ¹⁾.

В Оршинской казенной даче, Тверской губернии, определена мощность торфа в 10 м. Обычная глубина торфа на исследуемых в сельскохозяйственных целях торфяниках СССР колеблется между 1—2 м, однако и глубины в 4 м не редки. Глубина торфа в 6 м уже редка.

Ежегодный прирост болота в высоту за отсутствием специально поставленных наблюдений определяется лишь предположительно.

По наблюдениям, произведенным над ростом сфагновых болот в Тверской, Новгородской, Псковской и Московской губерниях, получились следующие данные относительно роста болот в высоту.

В Костречкой лесной даче, Бежецкого уезда, Р. Спарро указывает на годовой прирост от 2 см до 3,5 см, при чем наблюдения производились над верхней толщей торфа в 60 см. В. Сукачев ²⁾, производивший наблюдения на Федосихинском болоте Новгородской губернии, близ ст. Бологое, дает ежегодный прирост торфа (*Sphagnum medium*) в среднем от 0,68 до 1,82 см, при чем в отдельные годы прирост доходил до 3 см. М. Юрьев из наблюдений на Полистовских болотах Псковской губернии приводит средний ежегодный прирост торфа (*Sphagnum medium*) в раз-
мере от 0,74 до 4,64 см.

¹⁾ Берш. Руководство по культуре болот. Перевод с немецкого 1914 года.

²⁾ Сукачев. Материалы к изучению болот и торфяников Озерной области Труды пресноводн. биолог. станции Спб. Общ. Ест. II. 1906 г.

По нивелировочным наблюдениям инж. Брудастова¹⁾ в Петровско-Шатурской лесной даче, Рязанской губ., средний прирост торфяного слоя, состоящего из *Sphagnum'a*, за время с 1875 по 1914 год составил 1 см в год.

И. Титовым определено нарастание мохового покрова в высоту на мокром болоте в Раменской лесной даче, Дмитровского уезда, в среднем за 15 лет в 2 см в год по толщине мохового пласта над корневой шейкой сосны; по измерениям же межрозеточных расстояний у росянки нарастание мха составляло там же 3 см в год.

Результаты этих наблюдений показывают лишь небольшую разницу. Здесь, однако, следует указать, что с нарастанием торфа происходит его уплотнение, и поэтому средний прирост за большее количество лет должен дать меньшие цифры.

Из помещенных в заграничной литературе данных о росте болот наиболее важны: наблюдения Вебера²⁾ на болоте Аугстумальском, в дельте реки Мемеля, повышения поверхности болота за 10 лет на 20—25 см, Борггреве (Borggreve)³⁾ для финляндских торфяников указывает на рост в 30 см за 30 лет.

Эти данные близко совпадают с данными, полученными при наблюдениях в СССР. Однако одновременно с нарастанием вверх торфяная масса в нижних своих слоях, вследствие дальнейшего процесса торфообразования и давления верхних слоев, уплотняется, вследствие чего абсолютный рост торфяника в высоту за значительный период времени значительно менее, чем 1 см в год.

По сообщению П. Пиотровского⁴⁾: „в Проскудино-Алексинском бору Покровского лесничества, Владимирской губ., в торфянике, мощностью 8 арш., найдено 5 ярусов сосновых пней в возрасте от 150 до 200 лет, разделенных прослойками торфа, толщиной каждый не менее 8 вершков; поэтому можно заключить, что Проскудинский торфяник никак не моложе 1000 лет, т. е. средний годовой прирост его не более 0,2 дюйма“. Это равно 0,5 см в год.

1) А. Брудастов. К вопросу о приросте торфяных болот подмосковного района. Вестн. Торф. Дела. 1915 г., № 3—4.

2) Weber. Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal. 1902.

3) Borggreve. Ueber die Messung des Wachstums von Hochmooren. 1889.

4) Практика осушения болот открытыми канавами. 1913.

На Лейбахском болоте ¹⁾ в Германии была произведена раскопка части идущей через болото дороги, покрытой местами слоем торфа в 1,2 м толщины. На этой дороге была найдена римская монета чеканки 41-го года нашей эры. Если предположить, что дорогой не пользовались в течение 1800 лет, в каковой промежуток времени образовался слой торфа в 1,2 м толщины, то средний годовой прирост торфяной массы будет 0,7 мм. Это число показывает, насколько незначителен в общем прирост торфяной массы, если принимать во внимание лишь образующийся торф, а не верхнюю живую или недавно отмершую растительность.

Химический состав торфа.

Сырая масса торфа состоит из воды и сухого вещества; сухое вещество слагается из органической и минеральной или зольной частей. Зольная часть состоит из калия, извести, окиси железа, азота, фосфорной, серной, кремневой кислот и др. нерастворимых веществ. Насколько различен химический состав сухого вещества различных видов торфа, видно из следующей таблицы, составленной на основании исследований Цейлера и Вилька и приведенной в руководстве по культуре болот Берша (стр. 32).

Кроме того, наблюдения Гулли (E. Gully) ²⁾ показали, что одни и те же сфагновые мхи обнаруживают большие различия в химическом составе в зависимости от места произрастания.

Для суждения о пригодности болота под культуры важно знать содержание в нем четырех главных питательных для растений веществ: азота, калия, извести и фосфорной кислоты. Среднее содержание этих веществ в главнейших видах германского торфа, по Флейшеру, таково:

С мохового болота. С травяного болота.

Азота	1%	2,5%
Калия	0,04%	0,1%
Извести	0,25%	4,0%
Фосфорной кислоты	0,07%	0,2%

¹⁾ Извлечено из „Руководства по культуре болот“. Берш. Перевод с немецкого 1914 года.

²⁾ Mitteilungen der Kön. Bauer. Moorkulturanstalt. 1913.

ВИДЫ ТОРФА.	Органического вещества.	Чистой воды.	Калия.	Извести.	Окиси железа и глинозема.	Фосфорной кислоты.	Серн. кислоты.	Кремнев. кислот. и нерастворим. веществ.	Азота.
Тростниковый торф.									
Неразложившийся	85,35	14,65	0,244	0,945	4,173	0,167	1,188	7,511	1,86
Мало разложившийся . . .	88,20	11,80	0,053	3,021	1,104	0,169	1,980	5,229	2,29
Сильно разложившийся . .	89,54	10,46	0,035	4,998	0,496	0,176	1,329	3,162	3,07
Совершенно разложивш. . .	87,15	12,85	0,262	0,456	2,573	0,092	0,789	8,497	1,88
Осоковый торф.									
Неразложившийся	96,16	3,84	0,061	1,774	0,424	0,063	0,761	0,594	2,19
Мало разложившийся . . .	96,03	3,97	0,048	0,507	1,405	0,071	0,284	1,565	1,63
Сильно разложившийся . .	96,49	3,51	0,042	1,522	0,999	0,059	0,468	0,296	2,10
Совершенно разложивш. . .	94,32	5,68	0,035	2,538	1,470	0,049	0,287	1,092	1,32
Гипновый торф.									
Неразложившийся	92,39	7,61	0,128	3,001	0,370	0,077	2,254	1,462	2,06
Мало разложившийся . . .	94,27	5,73	0,088	0,432	1,780	0,089	0,426	2,739	2,25
Сильно разложившийся . .	96,68	3,32	0,058	1,145	1,292	0,053	0,426	0,268	2,08
Ольховый торф . .									
	98,40	1,60	0,055	0,543	0,347	0,046	0,320	0,208	1,37
Березовый торф.									
Мало разложившийся . . .	97,82	2,18	0,052	0,537	0,438	0,051	0,490	0,509	1,60
Сильно разложившийся . .	96,56	3,44	0,033	0,394	1,763	0,145	0,284	0,685	2,29
Торф из шейхцерии.									
Мало разложившийся . . .	96,20	3,80	0,048	0,241	0,766	0,319	0,110	2,195	2,62
С небольшим количеством волокон	97,76	2,24	0,146	0,330	0,722	0,255	0,148	0,494	2,15
Торф из пушицы.									
Мало разложившийся . . .	99,41	0,59	0,057	0,116	0,162	0,027	0,124	0,058	0,85
С небольшим количеством волокон	99,47	0,53	0,038	0,089	0,134	0,044	0,078	0,141	1,26
Сфагновый торф.									
Неразложившийся	98,07	1,93	0,119	0,288	0,275	0,066	0,150	0,946	0,89
Мало разложившийся . . .	99,36	0,64	0,062	0,120	0,070	0,055	0,088	0,186	0,79
Сильно разложившийся . .	96,79	3,21	0,052	1,789	0,347	0,058	0,305	0,491	1,35
Совершенно разложивш. . .	96,08	3,92	0,104	0,089	0,443	0,043	0,111	3,047	0,88
Вересковый торф.									
Из <i>Calluna</i> и <i>Vaccinium</i>	89,99	10,01	0,128	0,290	1,425	0,220	0,182	7,650	2,28
Из <i>Erica tetralix</i> и <i>Calluna</i>	93,09	6,91	0,081	0,220	0,728	0,137	0,258	5,153	—

Анализы торфов восточнее границ Германии показывают иной состав. Так, анализы торфов Виленской губернии, произведенные в 1914 году С. Линда¹⁾, дали результат в процентах (см. табл. стр. 30):

ВИДЫ ТОРФА.	Число анализов.	Зола.	Азота N.	Фосфора P ₂ O ₅ .	Извести СаО.	Калия К ₂ O.	Кремнез. SiO ₂ .	Железа и алюминия Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ .
Тростниковый торф .	5	8,42	1,45	0,19	1,0	0,22	4,21	2,42
Осоковый „ .	7	13,03	2,06	0,48	2,01	0,20	4,18	5,00
Ольшаниковый „ .	3	11,49	1,48	0,40	2,44	0,81	4,41	3,41
Пушицевый „ .	4	8,33	1,21	0,22	0,40	0,14	5,83	1,41
Сфагновый „ .	8	5,37	1,08	0,20	0,64	0,16	2,47	1,88

Анализы торфов южной части Белоруссии, произведенные Ганжей в лаборатории Минской болотной опытной станции²⁾:

Травноосоковый	10	16,57	3,14	0,24	2,65	0,04	0,21	2,50
Сфагновый	8	6,76	1,32	0,26	0,67	0,06	0,14	0,61

Принимая вес сухого вещества кубического метра свежего травноосокового торфа равным 250 кг, а сфагнового — 90 кг, вычислим, что в кубическом метре травяного торфа больше, чем в том же объеме мохового торфа:

	По южной Белоруссии.	По Виленской губ.
Азота в	6 раз	5,3 раза
Фосфорной кислоты в .	2,7 „	6,7 „
Калия в	1,9 „	3,5 „
Извести в	11,1 „	8,8 „

¹⁾ Материалы по обследованию торфяников Виленской губ. 1915.

²⁾ Журнал „Болотоведение“ 1915.

Хотя вышеприведенные анализы торфов дали результаты, сильно отличающиеся от германских данных, но общее положение, конечно, подтверждается; торф травяной оказывается раз в пять богаче питательными для растений веществами, чем торф моховой. Поэтому и осушение с последующей культурой должно производиться, в первую очередь, на травяных низинных болотах.

Вред и польза болот.

Вред, наносимый болотами, очень значителен. В особенности он стал заметен у нас в последнее время, когда переселение в Сибирь и расселение на хутора стали возрастать в большей степени.

Обширные болота захватили и захватывают громадные площади в особенности нашего севера и средней полосы европейской части СССР. По данным Центрального Статистического Управления¹⁾, в нечерноземных губерниях европейской части СССР имеются площади неудобных земель, состоящих почти целиком из болот, указанные на табл. стр. 33.

Обследование производилось Центральным Статистическим Комитетом в 1887 году, и к этому году относятся почти все и ныне приводимые цифры.

С тех пор, несомненно, площадь болот значительно увеличилась. Так, например, в Кашинском уезде, где были произведены исследования болот в 80-х годах, общее количество болот в то время достигало всего 10000 га; в настоящее время при гидротехническом обследовании болот выяснилось, что площадь заболоченных земель в этом уезде не менее 20000 га.

Далее, по данным Центрального Статистического Комитета, в Вологодской губернии площадь болот в 1887 году равняется 1910798 га; по сведениям же, собранным в 1910 году, болота в этой губернии занимают площадь свыше 7000000 га.

Столь значительное увеличение площади болот объясняется, конечно, частью и тем обстоятельством, что последняя регистрация их была более тщательна.

Кроме того, почти при каждом обследовании какого-нибудь болота приходится констатировать, что за последнее время оно

¹⁾ Статистический Ежегодник 1921.

ГУБЕРНИИ.	Площадь неудобных земель в десятинах.	Неудобных земель в % к общей площади губернии.
Архангельская	28722310	53
Брянская	120459	5
Витебская	337450	10
Владимирская	210293	5
Вологодская	653494	7
Вятская	237732	3
Гомельская	434801	8
Иван. - Вознесенская	30785	3
Калужская	45598	2
Костромская	175843	3
Московская	166184	6
Нижегородская	182012	4
Новгородская	616442	13
Олонецкая	872919	11
Пермская	844645	6
Ленинградская	454484	12
Псковская	615715	17
Рязанская	111352	3
Рыбинская	91621	4
Северо - Двинская	1299241	9
Смоленская	463429	9
Череповецкая	976826	16
Ярославская	37706	3
Карельская коммуна	10626856	50
Марийская область	99608	9
Татарская ССР	403554	6
Белорусская республика	1069400	21
Волынская	306204	11
Киевская	105990	3
Полтавская	50379	2
Черниговская	6315	2

увеличилось в своих размерах за счет погибающего леса и других культурных площадей, поглощаемых болотами.

В большинстве случаев изыскания выясняют, что на месте болот, и главным образом моховых, в прежнее время рос хороший лес; при этом лесовозобновление на глубоких моховиках трудно достижимо вследствие бедности торфа в питательных веществах и невыгодности вносить удобрение под лесные культуры.

Громадные количества влаги, поглощаемые болотами, остающиеся в них без движения и испаряющиеся в атмосферу, уменьшают сток воды в реки; при осушении болот сток воды с болот увеличивается не только при таянии снегов, но и во время меженного стояния воды.

В р. Орше после осушения части Оршинских болот Тверской губернии расход воды (уже в течение 15 лет) настолько увеличился, что мельница, стоящая на реке, в настоящее время работает более продолжительное время, чем прежде.

Болота увеличивают лесные пожары; в жаркое сухое время верхний слой мохового ковра пересыхает и чрезвычайно легко воспламеняется. Брошенной тлеющей спички достаточно для начала пожара. С болот пожар передается на соседние леса и часто служит причиной опустошительных лесных пожаров.

Наконец, соседство больших болотных пространств вызывает различные заболевания как у людей, так и у скота. У скота, пасущегося на заболоченных лугах, бывают часто сплошные заболевания ящуром и другими эпидемическими болезнями.

Дикое болото приносит значительную пользу лишь при выработке на нем торфа. В тех местах, где торфяные болота (с небольшим содержанием в торфе золы) расположены близко к населенным пунктам, они доставляют сравнительно дешевое и хорошее топливо.

Кроме того, верхний слой торфа дает в сельском хозяйстве хороший материал для подстилки на скотных дворах. Но в таких случаях нет основания оставлять болота без поверхностной осушки. На той части болота, которой разработка торфа еще не коснулась, сельскохозяйственные культуры, при надлежащем осушении вполне возможны без ущерба качеству торфа нижних слоев. Точно так же возможна сельскохозяйственная культура и на выработанных площадях (карьерах) (так называемая феновая культура в Голландии).

Это краткое описание различных типов болот, их происхождения и роста, вреда, и лишь в единичных случаях пользы выясняет необходимость обращения болот и заболоченных площадей в культурные площади, и первой работой при этом должно быть надлежащее осушение этих земель.

Для изучения растительности можно пользоваться следующими определителями:

- Флора Европейской России. Б. Федченко и А. Флеров 1910 г.
Флора Средней России. П. Маевский. 1912 г.
Флора Средней и Южной России. И. Шмальгаузен. 2 тома. 1895 и 1897 гг.
Флора Юго-Западной России. И. Шмальгаузен.
Иллюстрированная флора Московской губернии. Д. Сырейчиков.
4 части. 1906 — 1914 г.г.
Ботанический атлас. Н. Монтеверде. 1903.
Среди вод и болот. С. Аржанов. 1920.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

ЦЕЛИ И ПРИЕМЫ ОСУШЕНИЯ.

Конечную целью всякого частнохозяйственного земельного улучшения является получение экономической выгоды от него путем создания лучших условий обработки почвы, роста растений и сбора урожая на соответствующем участке земли.

В территории всякого частного или общественного пользования, а также уезда и губернии, могут быть различаемы обычно три различные в отношении интенсивности хозяйственного пользования категории угодий: на низшей ступени будут такие угодья, на которые не прилагается со стороны человека никакого труда для их обработки и эксплуатации и которые в то же время не приносят хозяйству никаких продуктов; сюда относятся те земли, которые принято называть „неудобными“, т.-е. болота, пески, каменистые почвы и крутые склоны оврагов в первоначальном своем виде. Среднюю ступень составляют такие угодья, которые приносят человеку те или иные продукты, растущие на них только в силу наличности естественных природных условий, без предварительной затраты труда со стороны человека на создание этих условий; к этой категории угодий относятся естественные луга, выгоны и в большинстве случаев у нас — лес. Наконец, третью группу составляют угодья, приносящие человеку продукты при предварительном приложении труда с его стороны на создание или улучшение существующих условий произрастания растений; это будут посевные и улучшенные сенокосы, поля, огороды, посевной лес, сады и пр. интенсивные культуры.

Все три группы угодий могут страдать от избытка влаги и потому нуждаться в осушении. При общей естественной цели осушения — уменьшение содержания влаги в почве — каждое осушение имеет и свое специальное экономическое значение,

состоящее в том, что обычно с устройством осушения угодие из низшей группы переходит в высшую, т.-е., напр., болото, не дающее в естественном состоянии никаких продуктов, осушается с целью обращения его под лес, луг или пастбище с таким пользованием, которое не требует предварительной затраты труда на дальнейшую обработку и посев. Естественный луг, т.-е. угодие второй группы, осушается уже в целях создания посевного луга или пашни, и, наконец, угодия третьей группы осушаются для возможности перехода от менее интенсивной к более интенсивной обработке участка или для перехода к другой более интенсивной культуре на нем, напр. с пашни на огород.

Отступление от только что изложенной схемы переходов вместе с осушением на более интенсивное хозяйство чаще бывают экономически нерациональными, т.-е. не окупаются денежно. Так, напр., осушение луга без дальнейшей культуры его или осушение пахотного участка без последующего перехода к лучшей обработке его или к посеву другого, более ценного растения на нем, может оказаться невыгодным, так как представляет неполное использование мелиорации; но и противоположный случай, т.-е. попытка получить, с устройством осушения, из участка 1-й категории, не приносящего никакого дохода, сразу участок 3-й категории с обработкой почвы под интенсивную культуру также оказывается часто нерациональным; до того совершенно бесплодное или залитое водою травяное болото редко бывает в таких условиях выгодно обратить сразу в пашню, так как это требует значительных одновременных затрат как на самое осушение, так и на вспашку и искусственное удобрение его.

Экономический результат осушительных работ может получиться, в свою очередь, только как результат устранения тех вредных физико-естественных факторов, которые имели место на земельном участке вследствие избыточного до его осушения содержания влаги в почве, так как избыток влаги в почве влечет за собою целый ряд неблагоприятных явлений:

1. Вода, занимая промежутки между частицами почвы, затрудняет доступ воздуха в почву, что не только замедляет и останавливает химические и биологические процессы переходящих в почве неусвояемых растениями веществ в формы

усвояемые, но и вызывает явление обратное—переход содержащихся в почве готовых питательных для растений веществ в вещества неусвояемые и даже вредные (закисные соединения) для растений.

2. Из почвы, более богатой влагой, больше ее и испаряется, а, как указано уже, при испарении воды поглощается значительное количество тепла из остающейся воды, прилегающих слоев воздуха и из самой почвы. Низкая же температура почвы влечет за собою ряд неблагоприятных для хозяйства последствий: а) процессы перехода неусвояемых для растений веществ в почве в усвояемые формы замедляются; б) прорастание семян растений происходит значительно медленнее; в) дальнейший рост культурного растения идет также медленно, что увеличивает опасность зарастания пахотного участка менее требовательными сорными травами; г) при ночном понижении весной общей температуры воздуха ниже нуля и температура воздуха у поверхности почвы опускается ниже этого предела, вследствие чего молодое растение гибнет от заморозка.

3. Весенняя обработка полей может быть начата на низменных сырых местах только значительно позднее нормального времени и, кроме того, сопряжена со значительными трудностями; а обработка мокрых лугов, не говоря о болотах, оказывается вовсе невозможной.

4. Качество сена на лугах и корма на пастбищах не может быть хорошим на сырых местах, так как здесь преобладают грубые травы из семейства осоковых; засеянный злаками и другими кормовыми растениями сырой искусственный луг вновь покрывается дикими травами в более короткое время.

5. Некоторые из культурных растений вовсе не мирятся с избытком влаги в почве, и потому культура их на этого рода почвах исключается.

6. Значительные пространства почв вследствие избытка влаги обращаются в болота, недоступные не только для какой-либо культуры, но и для прохода и проезда.

7. Районы с обширными заболоченными пространствами для человека не только нездоровы вследствие влажности воздуха и туманов, но бывают и губельны вследствие развития опасных болезней (малярия и разные другие местные болезни).

8. Наконец, неканализованные болота, высыхая в засушливые годы путем испарения не менее, чем канализованные бо-

лота, но будучи в то же время менее плотными, чем последние, легче воспламеняются в эти годы с поверхности и быстрее пропускают пламя вглубь; распространению же пламени в горизонтальном направлении на неканализованном болоте вовсе нет преград.

В зависимости от причины заболачивания и рельефа поверхности, а также от самой цели мелпирации, на данной местности для осушения ее или для прекращения роста заболачивания применяется один из нижеследующих приемов осушительных работ:

1. Преграждение доступа как верховой, так и грунтовой воды на участок извне окопкою его по периферии так называемыми нагорными канавами, попадая в которые все эти воды будут отводиться в ближайшую реку, магистральный канал и т. п.

2. Отвод преимущественно верховой воды с участка редкою сетью открытых каналов-каналов, выводимых в речку.

3. Отвод преимущественно грунтовой воды с участка густою сетью канав или подземных дрен (дрены фашинные, торфяные, каменные, деревянные, гончарные трубы).

4. Регулирование реки, состоящее в спрямлении и углублении ее с уничтожением всех искусственных заграждений: мельничных плотин, узких отверстий мостов, прочистка русла от завалов, заграждений для рыбной ловли и пр.

5. Ограждение затопляемого речною (озерною и морскою) водой участка дамбою с выпуском воды из него самотеком во время низкого стояния горизонта воды в реке или с искусственным перекачиванием ее в реку.

6. Абсолютное повышение поверхности земли участка кольматажем (осаждением взмученных частиц земли или воды, коей затопляется участок), навозкою земли со стороны или насыпкою широких параллельных гряд-полос землею, вынимаемую на том же участке при рытье канав между грядами.

7. Бурение подпочвы до водопроницаемого слоя, который мог бы принять в себя через пробуравленное отверстие воду с поверхности (голландский способ), при чем может быть устроено или одно хорошо обделанное отверстие, к которому подводятся воды канавами, или масса отверстий малого диаметра.

8. Посадка растений, сильно испаряющих воду, напр., подсолнечника и эвкалипта.

В обычных условиях сельского хозяйства в нашей республике находят применение пока только четыре первые типа работ, каждый в отдельности и все вместе взятые; так, напр., при устройстве подземного дренажа всегда необходимы и открытые каналы в роли приемников воды, и иногда оказывается нужным понижение уровня воды в реке, прилегающей к дренируемому участку. Осушение открытыми каналами-канавами и осушение подземными каналами-дренами суть два наиболее распространенных вида осушения и могут применяться один вместо другого на том же участке; поэтому вопрос о недостатках и преимуществах осушения канавами и дренами ставится обычно на первом месте, при чем указывается ряд недостатков и неудобств осушения канавами:

1. Открытые каналы занимают некоторую площадь земли, пропадающую в смысле сельскохозяйственного использования ее.

2. Сообщение по участку, прорезанному канавами, и обработка его значительно затрудняются несмотря даже на устройство переездов, требующих притом особых затрат.

3. Для поддержания канав в исправности требуется частый ремонт их как вследствие сползания откосов их, так и зарастания дна и стенок растениями.

4. Откосы и берега канав являются рассадниками сорных трав, которые быстро переходят на поля и развиваются здесь в ущерб культивируемым растениям.

5. При морозах дренирующее действие канав иногда совершенно прекращается, а между тем в это время (зимой и ранней весной) оно наиболее необходимо.

В силу указанных недостатков многими авторами признается, что осушение канавами есть прием устарелый, вообще не рациональный, и потому его следует избегать, применяя лишь подземные дренажи; исходя из этого, в руководствах по сельскохозяйственным мелиорациям изложению осушения открытыми каналами уделяется обычно весьма мало внимания. Однако это распространенное мнение о нерациональности осушения канавами неправильно как вообще, так и в частности по отношению к экстенсивным условиям хозяйства в нашей республике.

Неправильно вообще потому, что устройство открытых каналов необходимо и иногда незаменимо подземным дренажем в местах:

1. Где нужен быстрый отвод большого количества поверхностной воды, собирающейся от дождей и таяния снегов не только на данном участке, но и притекающей со стороны.

2. Где поверхность земли имеет уклон недостаточно большой для движения воды по подземным трубам (уклон подземных линий должен быть не менее 0,002, уклон дна канав — 0,0002).

3. Где нет приемников для дренажной воды—рек, оврагов и т. п., в коих горизонт меженней воды стоял бы достаточно низко от поверхности земли (1,2—1,6 м).

4. Где на ряду с осушением необходим при засухе и искусственный подъем воды для орошения; при осушении канавами это достигается простым шлюзованием их; при осушении подземными дренами это возможно только путем устройства сложных приспособлений, и притом с опасностью быстрого засорения дрен.

5. Где по условиям экономическим (условия сбыта, наличность капитала и пр.) и физическим (свойства почвы и пр.) возможна только экстенсивная форма хозяйства и потому лишь малые затраты на мелиорацию, и где необходима легкость наблюдения и простота ремонта.

Общее игнорирование приемов осушения открытыми канавами неправильно и в частности, так как все перечисленные ранее недостатки и неудобства, проистекающие от проведения канав, имеют место только в условиях интенсивного хозяйства, в условиях же экстенсивного хозяйства указанные отрицательные стороны открытых канав совершенно ступшевываются, а некоторые обращаются даже в положительные, так как:

1. При осушении значительных торфяных водных болот в целях обращения их в естественные сенокосы осушительные каналы проводятся обычно на таком расстоянии (см. далее о расстоянии между осушительными канавами) друг от друга, что потеря площади, притом весьма малоценной, совершенно ничтожна; даже при интенсивном осушении лугов под культуру с расстоянием между канавами до 50 м потеря площади при ширине канав по верху 2 м составляет всего 4⁰/₀.

2. Вынимаемая из канав земля может служить для устройства вдоль канав, на некотором расстоянии от них, сеновозных дорог, вследствие чего проведение открытых канав не затруднит, а, напротив, облегчит сообщение по болоту; устройство моста через обычную канаву обходится не дороже 75 рублей.

3. При периодическом ремонте канав через каждые 4 года, с затратою не более 35 рублей на версту протяжения, осушительная сеть будет вечна; притом всякое засорение канавы в отдельных местах легко устранимо; подземный же дренаж, редко требуя частичных ремонтов, приходит через некоторое время (20—30 лет, а в условиях неблагоприятных и при фашинном дренаже и гораздо скорее) в совершенное расстройство и требует перекладки заново.

4. Откосы и бровки канав при экстенсивном осушении болот не являются рассадниками сорных трав; напротив, на них появляются более культурные, чем растущие на болоте, травы, и именно, от канав может начинаться замена болотной флоры луговой; даже первоначальная более интенсивная культура осушенных болот, напр. посадка капусты, начинается на кавальерах (валах из земли, вынутой из канав).

5. На торфяных болотах дренирующее действие канав часто не прекращается всю зиму¹⁾; вода в канаву просачивается через дно и нижнюю часть откосов их, которые обычно не замерзают, так как, во-первых, защищены снегом, наполняющим канавы доверху, а, во-вторых, непрерывный ток просачивающейся грунтовой воды содержит достаточно в себе тепла, чтобы предохранить дно канавы в торфяном болоте от замерзания.

6. В случае торфяного пожара, открытые осушительные канавы являются готовыми преградами против распространения огня, что очень важно именно в культурном хозяйстве.

Из изложенного ясно, что в условиях хозяйства северной половины и частью западной нашего Союза, где насущнейшею мелиорацией является осушение болот в целях обращения их в сенокосы, устройство открытых осушительных каналов на них является приемом мелиорации не устарелым, а, напротив, и экономически и технически рациональным, а во многих случаях даже единственно возможным.

¹⁾ По наблюдениям Раменской гидрометрической станции в Московской губ. и др.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ИЗЫСКАНИЯ.

При намечании обширных осушительных работ, прежде чем приступить к подробным инструментальным исследованиям, необходимо ознакомиться более или менее детально с общим характером района и лишь в зависимости от данных этого обследования наметить инструментальные изыскания.

Такое предварительное общее обследование крайне важно, так как бывают случаи, что данные этих обследований выясняют нецелесообразность намечаний и таким образом предохраняют от напрасных затрат времени и труда. Например, общие обследования могут указать, что водоприемник (речка, озеро и пр.) находится в таком состоянии, что на его урегулирование, понижение уровня, расчистку и пр. придется затратить такие крупные средства, которые совершенно не под силу предпринимателю или же ложатся слишком большими расходами, экономически невыгодными, на площадь намеченной мелиорации. Или же, что очень часто бывает, встречаются юридические осложнения: при общих обследованиях выясняется иногда, что для надлежащего проведения мелиорации необходимо распространить осушительную сеть и на земли соседних землепользователей, не дающих на то своего согласия или ставящих при согласии такие условия, которые являются явно невыгодными для инициатора. В таких случаях изыскания и ограничиваются этими, давшими отрицательные результаты, общими предварительными обследованиями.

Эти предварительные обследования, однако, необходимы не только при намечании обширных, захватывающих большие территории, но в большинстве случаев и при намечании отдельных, сравнительно небольших по площади мелиораций.

И здесь необходимо выяснение положения и состояния водоприемника, установление влияния осушительных работ на соседние земли и пр.

Таким образом в общем изыскания подразделяются на общие и специальные.

Общие изыскания.

Общие изыскания имеют целью выяснение характера района, заключающего в своих пределах предполагаемые к осушению болотные площади как в отношении их пригодности для сельскохозяйственной культуры, так и в отношении топографическом, климатическом, гидрологическом, геологическом, почвенном, ботаническом и общеэкономическом и, наконец, во многих случаях юридическом. Кроме того, общие изыскания имеют целью выяснение главных водоотводов для осушения болотных площадей данного района.

Раз произведенное всесторонне общее исследование района должно быть положено в основу всех следующих затем в течение многих лет частных изысканий для осушения отдельных болот, принимая, конечно, во внимание лишь изменение общеэкономических условий этого района; поэтому таковое общее изыскание, если оно предпринято, требует тщательности, продолжительности и слагается из следующих работ:

1. Рекогносцировочного осмотра района с имеющимися в продаже картами Главного Штаба в масштабе 2 и 3 версты в дюйме в целях уяснения общего характера района, определения направления будущих ходовых линий, отыскания местоположения существующих и назначения мест новых основных реперов и установления рабочей программы дальнейших изысканий.

2. Изучения метеорологических элементов (атмосферные осадки, температура, испарение и пр.) района путем собирания записей существующих в районе метеорологических станций¹⁾, а также устройства новых станций и дождемерных постов, если в изучаемом районе никаких метеорологических наблюдений не имеется.

¹⁾ Сведения о метеорологических станциях и о данных наблюдениях на них печатаются в „Ежемесячных метеорологических бюллетенях“ Главной физической обсерватории и в „Годовых сводках“.

3. Выяснения гидрологических элементов: высших горизонтов воды в реках и озерах района помощью устройства временных водомерных постов на них через определенное расстояние друг от друга (5—10 км) и определения расходов воды на них при различных горизонтах.

4. Топографического исследования района общию нивелировкой по намеченным ходовым линиям с установкой примерно через каждые 5 км прочных реперов и взятием высот: а) горизонтов воды в пересекаемых ходовыми линиями реках, ручьях и озерах; б) следов намоин от высших горизонтов воды на деревьях, мостовых сваях, береговых обрывах и т. п. местах; в) уровней воды в колодцах; г) мостовых настилов и частей.

Нивелировка должна производиться замкнутыми полигонами, при чем невязка по линиям, по которым выставляются основные реперы, подлежащие опубликованию, должна быть в метрах не более $0,006 \cdot \sqrt{L} + 0,0006 \cdot L$, где L —число пройденных километров.

Для нивелировок линий второстепенных величина допускаемой невязки не должна превосходить $0,01 \cdot \sqrt{L} + 0,001 \cdot L$. Например, при длине сторон замкнутого полигона в 9 км допускаемая невязка при общих изысканиях вычисляется так:

$$0,01 \cdot \sqrt{9} + 0,001 \cdot 9 = 0,039 \text{ м.}$$

5. Геологического исследования района устройством специальных буровых скважин и изучением пород, извлеченных ранее из существующих в районе скважин, и по существующим обнажениям.

6. Изучения почвы и растительности района, состоящего из: а) выяснения видов встречающейся растительности в лесах, на полях, лугах и болотах района; б) собирания гербария; в) взятия образцов почвы и анализа их.

7. Собираения общих экономическо-статистических данных для суждения по ним и по имеющимся печатным материалам о своевременности, потребности и выгоды осушительных работ в районе; при этом необходимо выяснить: 1) род существующей эксплуатации заболоченных мест и прочих угодий района и, если таковые имеются, осушенных болот; 2) доходность всякого рода угодий; 3) места сбыта добываемых продуктов.

8. Выяснения границ землепользований.

По каждой категории работ общих изысканий или исследований выработаны детальные программы и обширные инструкции, изложение которых не входит в специальную книгу осушения болот.

Главнейшими подробными программами и инструкциями общих исследований, выпущенными отдельными брошюрами, являются:

Инструкция б. Отдела земельных улучшений для производства изысканий с целью осушения болот и заболоченных угодий открытыми канавами.

Инструкции гидрометрической части б. Отдела земельных улучшений:

Выбора мест под водомерные посты.

Устройства простейших типов водомерных постов.

Наблюдений за горизонтом вод.

Изучения поверхностного стока.

Устройства створных сечений.

Наблюдения над интенсивностью таяния снега.

Программы и инструкции б. управления работ и изысканий в Среднем и Нижнем Поволжье:

Гипсометрическое обследование.

Гидрогеологическое исследование.

Гидрометрические и метеорологические исследования.

Агрономическое и почвенное исследования.

Изучение водопользования.

Гидромодульные исследования.

Экономическое и статистическое обследования.

Специальные исследования.

Программы гидрологического исследования и изучения водного хозяйства Тульской губернии. Издание Тульского губернского земства.

Специальные изыскания.

Специальные изыскания для осушения болот производятся в районах, как ранее исследованных общими изысканиями по указанной выше схеме, так и в районах, где таковых исследований не производилось. В обоих случаях для работ по осушению требуется составление технического проекта со сметой, для чего необходимо производство на месте детальных изысканий помощью специальных инструментов. Такие изыскания должны распространяться по возможности на всю водосборную площадь подлежащего осушению болота. Из природы болот явствует, что при осушении болот моховых—площадь водосбора иногда совпадает с площадью болота, при осушении низинных болот—нивеллировку при тщательном составлении проекта осу-

шения необходимо продолжить за пределы болота до водоразделов, с которых вода стекает в болото.

Для составления проекта сети канав необходимо прежде всего выяснить направление уклона поверхности земли, подлежащей осушению. При незначительных заболоченных пространствах, расположенных в долинах или котловинах с определенным выходом или даже началом русла протока, направление уклона поверхности определяется без всяких инструментальных работ; на ровных же, не ограниченных холмами заболоченных пространствах, особенно покрытых зарослями растений, а тем более лесом, или же расположенных на водоразделах, как, например, моховые болота, часто на значительной площади незаметно ни русла речки, ни движения воды. Определение уклонов на глаз в этих случаях совершенно невозможно; на чистом месте падение в 2 м на 1000 м (уклон 0,002), считающееся при проектировании каналов значительным, заметить можно только опытным глазом; если же пространство покрыто зарослью выше роста человека, то и такого уклона глазом поймать не удастся. По сообщению инженера Рудинского¹⁾, падение менее 0,7 м на 1000 м не улавливается в степи даже опытными туземцами в Туркестане. Глаз дает столь сбивчивые впечатления, что человек, встав в долине на мосту через незначительный ручей с весьма большим уклоном, не может иногда сказать, куда этот ручей течет, не взглядевшись внимательно в движение воды; нередко очертания берегов долины бывают таковы, что кажется что ручей бежит в гору.

Кроме того, при составлении обоснованного проекта недостаточно знать только направление уклона поверхности, а необходимо знать и величину этого уклона; при слишком большом уклоне (о величине сказано будет далее) магистральные канавы во избежание размывов иногда следует вести не по линии наибольшего склона, а под острым углом к горизонталям, или устраивать на них перепады и т. п.; при малом уклоне осушка без устройства особых сооружений может оказаться столь несовершенной, что лучше вовсе от нее отказаться. Поэтому при проектировании целой сети канав, как это обычно имеет место на больших болотах, необходимо иметь ясное представление не только о главном направлении стока, которых может быть при-

¹⁾ Урс Ирригации, изд. 1922 г.

том несколько, но и о всех второстепенных, т.е. необходимо знать точно рельеф местности. Далее при проектировании линий канав имеет значение не только рельеф поверхности, но и мощность торфяного слоя, о чем будет указано далее, и, наконец, для определения размеров канав необходимо знать количество воды, которое будет по ним проходить. Из изложенного ясно, что при составлении проекта необходимо, кроме представления о цели самого осушения, иметь данные о величинах и направлениях уклонов, о характере грунта, в частности о мощности торфяного слоя, об остатках в этом слое (корни бывших деревьев), о слое, подстилающем торф, о растительности, о притоке воды с прилегающих земель и характере того приемника, в который предполагается пустить воду с осушаемой площади, иначе говоря, необходимо произвести подробный осмотр места, геодезическую съемку, если нет плана, нивелировку поверхности и зондировку грунта. Кроме того, необходимо собрать данные, указывающие на экономическую рациональность предполагаемых работ.

Осмотр места.

Осмотр места выясняет прежде всего местонахождение и род приемника для главной осушительной канавы. Весьма часто при работах обычного масштаба, т.е. на земле одного землепользователя, будь то частное лицо, крестьянская община или государство, приемник главной канавы—река—находится вне границ данного землепользования; это обстоятельство сразу осложняет не только самое проведение канав, но даже и инструментальные изыскания, так как без согласия пользователя земли нельзя, не соблюдая продолжительных формальностей, производить на его земле и изысканий, если бы даже этим не причинялось ему никакого вреда. Следовательно, при наличии такого обстоятельства необходимо заручиться согласием землепользователей, на землю коих направлен сток воды, на производство инструментальных изысканий по их землям до ясно выраженного приемника, русла речки. Изыскания здесь будут заключаться обычно только в промере и нивелировании линии магистральной канавы вплоть до реки.

Осмотр места выясняет далее наличие или отсутствие русел протоков на заболоченном пространстве и

возможность или невозможность воспользоваться ими при проведении канав; во многих случаях на болотах имеются следы прежних канав или зачатки русел протоков воды, особенно на травяных болотах; обычно или прямо по ним или рядом, пересекая извилины их, приходится намечать и новые осушительные каналы; во всяком случае зачатки русел значительно облегчают выбор места прохождения магистральных канав. Однако необходимо помнить, что на болоте с мощным торфом видимое русло протока в торфяном грунте иногда значительно перемещено относительно прежнего русла в минеральном грунте. Между тем прорытие магистрали по спрямлению прежнего русла является технически обычно более целесообразным, чем прорытие ее по линии русла, образовавшегося после напластования торфа.

Невозможность произвести осушение без применения дорожных технических работ или без уничтожения существующих сооружений часто также выясняется уже при первом осмотре местности; водяные мельницы, давая дешевую энергию для мукомолен и других мелких сельских технических производств, в то же время подтопляют обычно значительные площади сенокосов, обращая их в болота; рытье канав на таком затопленном лугу, понятно, совершенно бесполезно; надо или понизить порог водослива мельницы или, что еще дело будущего, ограждать эти луга дамбами. Добиться добровольного понижения порога водослива мельницы обычно бывает невозможно и потому от работы приходится на время, до благоприятного окончания судебного дела, отказываться.

Предварительный осмотр выясняет затем условия дальнейших инструментальных изысканий; пространство, чистое от зарослей, не покрытое кочками и верховой водой, представляет наиболее благоприятные условия работы; место, покрытое кочками, работы не задерживает, но требует при изысканиях гораздо больших физических усилий при ходьбе; лес на болоте бывает обычно редок, и удаление (рубка или спиливание) отдельных деревьев идет довольно быстро; худшие условия создает кустарник, особенно густой ивняк (лоза), трудно поддающийся топору при массе гибких ветвей на единице площади; в этих условиях в рабочий день проходится пикетажем всего около полутора км.

Причины заболачивания также часто выясняются уже при общем осмотре места; замечаются значительный приток воды со стороны при отсутствии оформленного русла потока, выход у склона горы грунтовых вод, медленно стекающих затем к середине долины, выделяя часто минеральные соединения (ржавчину), загрязняющие траву; подпор плотиною, железно-дорожным или другого рода мостом, устройство по ручью заграждений в целях рыбной ловли (язы, язи), в виде плетней, перед которыми набрасываются еще для большей непроницаемости кочки и пр., устройство переездов и переходов через русла наваливанием в них хвороста, навоза сена.

Общий осмотр значительно облегчается предварительным изучением местности сначала по карте, а затем по планам. Для этой цели служат карты Генерального Штаба, составленные в масштабе 3 версты в дюйме—для большинства губерний европейской части СССР и 2 версты в дюйме для некоторых губерний (Московской).

На этих картах, продающихся отдельными листами, нанесены все селения, дороги, самые незначительные речки, отмечены условными знаками леса, кустарники, возвышенности и болота; одно уже внимательное рассмотрение такой карты, особенно масштаба 2 версты в дюйме, выясняет, если дело идет об осушении значительной площади, направление стока воды и род приемника для магистральной канавы.

Однако для многих губерний (на востоке европейской части СССР) существуют карты только в масштабе 10 верст в дюйме, по которым уже ориентироваться на болоте невозможно.

Рассмотрение затем планов земель, составленных обычно в масштабе 100 саж. в дюйме, выясняет границы владений, площади болот отдельных владельцев, приблизительное протяжение магистральной канавы и даже часто протяжение боковых к ней стрелок.

Если нет планов у землепользователей, то таковые планы возможно бывает найти в Губземотделах.

Съемка и пикетаж.

За общим осмотром заболоченного пространства следует разбивка ходовых линий для нивелировочной съемки болота.

Вдоль болота, приблизительно по середине его, где предпо-

лагается магистральная канава, прокладывается главная ходовая линия, начиная сверху или снизу болота. В начальной точке забивается пикетный кол, по возможности прочнее и большего диаметра, с затескою для надписи.

В курсах геодезии указывается при изложении отдела о нивелировке забивка на каждом пикете двух кольев: одного, называемого точкою, вровень с землей для установки на нем рейки, другого, называемого сторожком, рядом с первым, верхушкой выше поверхности земли для надписи номера (рис. 32). При нивелировании болот чаще принято забивать на пикете один кол с зарубкой, на которую устанавливается рейка. Кол должен быть забит настолько, чтобы зарубка приходилась на уровне почвы, ниже мохового покрова (рис. 33); в топких местах кол забивается так, чтобы подошва ноги, опирающаяся одной половиной на зарубку кола, другой половиной ощущала бы под собой сопротивление торфяной массы. Верхняя часть его (выше зарубки) должна быть настолько длинна, чтобы кол не затерялся между травой и кочками; обычно для этого

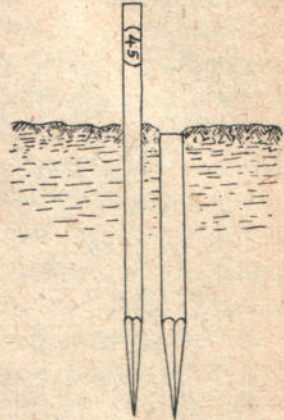


Рис. 32.

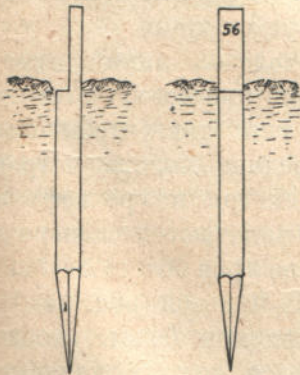


Рис. 33.

достаточна длина в $\frac{1}{2}$ м; длина нижней части зависит всецело от грунта: для песчаного, глинистого грунта достаточна длина $\approx 0,3$ м, для плотного торфяного—0,7 м, для зыбкого грунта длина делается 1,5 и более м таким образом, чтобы кол возможно менее колебался вместе с поверхностью болота. Диаметр кола около 15 см. При работах Западной Экспедиции по осушению болот пикеты приготавливались иногда длиной до 3 м, диаметром 13—18 см. Заготавливаются колья обычно на месте работы

из растущих здесь же на болоте берез, сосенок и ольхи, так как подвозка их по топкому болоту невозможна, а подтаскивание слишком тяжело. Рабочие принаравливаются сначала вытесывать на дереве зарубку и верхнюю часть для надписи,

а затем уже срубить дерево, а не наоборот, так как срубленное дерево на зыбком болоте обдѣлывать труднее, чем на корню.

От начального, нулевого пикета, поставив на нем вешку, по выбранному направлению промеряется 100 или 200 м,

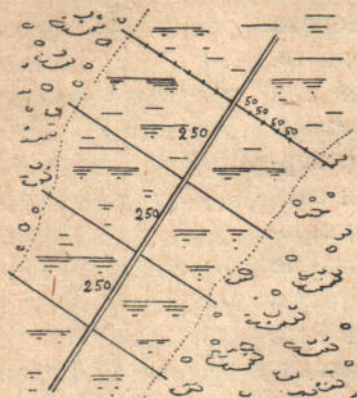


Рис. 34.

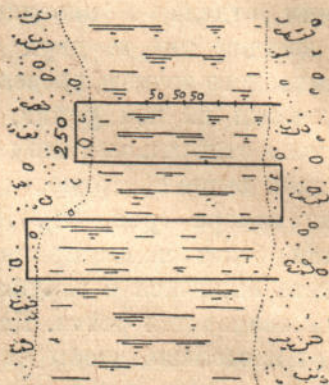


Рис. 35.

где ставятся пикет № 1 и вторая вешка; для лучшей видимости на вешки насаживаются горсти мха. Затем идут по продолжению двух первых точек, ставя пикеты и далее через 100 или 200 м. При изысканиях сотрудниками б. Западной Экспедиции пикеты ставились на ровном болоте через 100 сажен друг от друга.

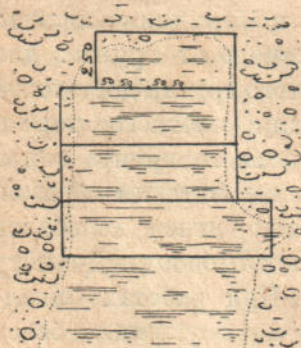


Рис. 36.

Направление ходовой линии намечается или ранее по имеющемуся плану или берется на глаз так, чтобы она проходила по середине болота метров через 500—1000; смотря по рельефу и площади болот назначаются поперечные ходы, от края до края болота сзавивкой однородных же пикетов (рис. 34) ¹⁾. При трудно проходимом болоте, когда человек погружается до таза, ходовую линию можно вести не по середине болота, а по краям, переходя в этом случае болото только поперечными ходами, как указано на рис. 35. Вследствие удлинения

¹⁾ Рис. 34, 35, 36 напечатаны с прежних клише и потому промеры на них показаны в саженях.

ходовой линии в этом случае увеличивается погрешность нивелирования. Для устранения этого недостатка предпочтительнее обойти болото замкнутым полигоном, как указано на рис. 36. В случае совершенно непроходимого по своей топкости болота ходовая линия прокладывается по краю, чем удастся все же определить уклон поверхности воды на нем. В лесах, разбитых на кварталы, ходовые линии общих изысканий прокладываются обычно по квартальным просекам.

Разбивка поверхности болота ходовыми линиями на квадраты, как то иногда рекомендуется в курсах, обычно не производится, так как это сопряжено с значительной тратой времени, труда и денег, а практической необходимости в этом нет. Большая часть болот покрыта кустарником и при 10 рабочих удается пройти в день в этих условиях, при расстоянии между пикетами в 100 м, около 3 км. Если стороны квадрата принять за 200 м, то на км² протяжение линий будет 12 км, т.-е. потребуется 40 рабочих дней только на общие изыскания; прибавив сюда еще на проложение линий канав 10 рабочих дней, получим стоимость одних предварительных работ при цене рабочего дня в 1 рубль, не считая оплаты труда техника, в 50 рублей на один км².

Для измерения линий служит обыкновенная землемерная двадцатиметровая цепь или стальная лента такой же длины. Цепь должна быть составлена из возможно более легких звеньев и притом соединенных между собою промежуточными кольцами (рис. 37). Первое условие облегчает работу измерения, а второе предохраняет звенья от сгибания при складывании и разборке цепи; далее в цепи должно быть возможно менее выступающих частей, как то: крупных блях с указанием м, крупных колец в соединениях, так как на болоте они задевают за пеньки вырубленного кустарника, за срубленные деревья и т. п., на них набирается трава, мох и сучья — все это делает работу измерения ею труднее и медленнее; тащить такую цепь по болоту под силу только взрослому рабочему.

Стальная лента имеет значительное преимущество перед цепью в том, что благодаря малому весу и гладкой поверхности, она, ни за что не задевая, легко скользит по поверхности болота, и измерение ею могут без труда производить подростки. Недостаток же лент заключается в их ломкости; на крутых поворотах и после стоянок, когда лента спутывается, а затем не-



Рис. 37.

осторожно натягивается, она оказывается часто скрученной и в середине ее образуются петли, на которых при порывистом натягивании происходит легко разрыв ленты. Починка же разорванной ленты труднее починки разорванной цепи, в которой она может быть сделана всегда на месте работ веревкой или проволокой. Широкие ленты подвергаются поломке реже узких.

Для починки ленты на месте работ необходимо иметь с собой особые щипцы, пробивающие в ленте отверстия по ее краям, в которые вставляются заклепки, закрепляемые этими же щипцами.

Направление всех линий определяется гониометром, отсчитывая румбы их и внутренние углы.

Пикеты подписываются цветным или черным карандашом, если тотчас же после общих изысканий будет намечаться и сеть каналов, или краской (голландская сажа, сурик и др.), если надписи должны сохраниться до следующего года.

При описанной разбивке ходовых линий необходимо рабочих: для меры линий цепью или стальной лентой — 2, для забивки кольев — 1, для прочистки линий от зарослей смотря по густоте 1 — 3, — всего, следовательно, не менее 4 человек.

Определение глубины торфа.

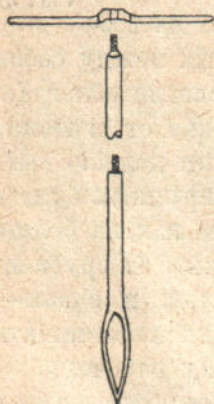


Рис. 38.

Одновременно с описанными измерениями может производиться и измерение толщины торфяного слоя у каждого пикета помощью металлического зонда. Простейший зонд для быстрого определения глубины торфа состоит из навинчивающихся одна на другую сплошных штанг, длиной 1 м ($1\frac{1}{2}$ аршина) каждая, диаметра около 12 мм ($\frac{1}{2}$ дюйма). На штанге нанесены деления, наконечник имеет незначительное расширение с полостью, которая захватывает при поворачивании зонда частицу грунта (рис. 38). Такой зонд свободно проходит торфяной слой и несколько входит в подстилающую породу — песок, глину; о подстилающей породе и свойствах торфа возможно судить при работе этим зондом лишь приблизительно, так как образцов их не захватывается. Для работы им и переноски нужен один рабочий.

Кроме описанного простейшего зонда, предложен и употребляется ряд более сложных типов, отличающихся, преимущественно, конструкцией наконечника. Имеют распространение следующие типы:

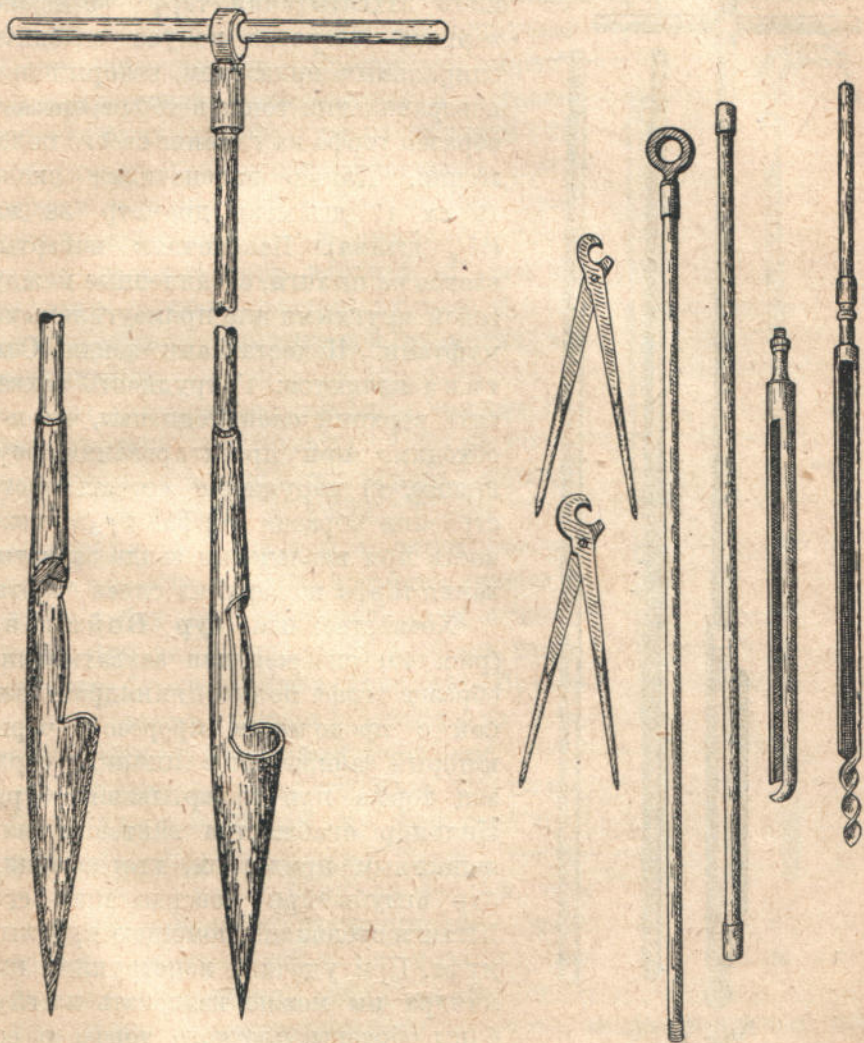


Рис. 39.

Рис. 40.

Бур-зонд Сытина, изображенный на рис. 39 и употребляемый при исследовании не только глубины, но и качества торфяных залежей. Наконечник его представляет собою расши-

ренный в верхней части и заостренный книзу пустотелый конус. При опускании наконечника вниз он остается пустым, при поднимании он захватывает массу торфа с той глубины, откуда

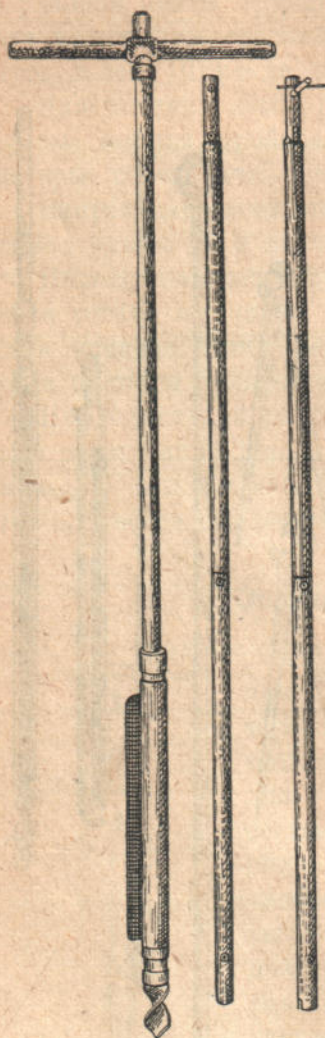


Рис. 41.

началось его поднимание. Для лучшего захватывания торфа возможно верхнее отверстие конуса снабдить спиральным придатком, который при поворачивании зонда в торфе срезает образец торфа на глубине своего положения. Длина наконечника около 19 см (7 дюймов), диаметр 38 мм ($1\frac{1}{2}$ дюйма). Наконечник навертывается на штанги, соединенные между собой круглыми или прямоугольными муфтами. Недостатками зонда Ситина являются: 1) трудность захватить верхний слой подпочвы, что необходимо при проектировании осушения, 2) нарушение естественного строения образца торфа, 3) возможность при извлечении зонда захватывания торфа из верхних слоев болота.

Хозяйственный бур Войслава (рис. 40) снабжен для захватывания образца торфа полым цилиндром-ложкой с продольным прорезом, через который забирается в цилиндр образец торфа при поворачивании бура. Цилиндр снабжается винтовым или лепестковым придатком, втягивающим бур вглубь при поворачивании его. Штанги соединены помощью круглых муфт. При удачной конструкции цилиндра им можно извлекать из глубины образцы плотного торфа с сохранением естественного строения

их. Образцы же жидкого торфа этим буром извлечь не удастся.

Для тщательного взятия образцов торфа с разных глубин употребляется бур Гиллера (рис. 41), имеющий наконечник в виде цилиндра большего диаметра, чем штанги, и вмещающий

торфа объемом до одного литра¹⁾. Цилиндр закрывается посредством небольшой выдвижной дверки, снабженной выступающей планкой. При вращении прибора вправо (при введении бурава) планка упирается в слой торфа, и цилиндр остается закрытым. При вращении влево — выдвижная дверка открывается, и торфяная масса наполняет находящуюся в цилиндре полость. Вращением вправо цилиндр снова закрывается, и образец может быть поднят таким образом на поверхность без опасности смешать его с торфом верхних слоев. Наконечник прикрепляется к штанге и штанги друг к другу насаживанием верхней штанги на нижнюю и закреплением винтом, проходящим сквозь две штанги в местах их соединения.

Для определения глубины мелких болот можно пользоваться буровом-тростью, в продольном направлении которого проходит желобок. Трость проталкивают до подпочвы и затем поворачивают ее вправо. Вынув трость, проводят по желобку куском дерева или лезвием ножа, при чем вынимается профиль пройденных буровом слоев (рис. 42). Применяются также штанги, длиной до 2 м, снабженные упомянутым желобком.

Зондами простейшего типа Сытина, Войслава и Гиллера возможно производить навинчиванием штанг зондировку торфа на глубину до 6—8 м, при чем соединение и разъединение штанг должно производиться по мере опускания и вытаскивания зонда. Самым опасным и плохо конструированным местом зонда являются места соединения штанг. Соединение это производится обычно: 1) ввертыванием суженого конца одной штанги в расширение другой,



Рис. 42.

¹⁾ Описание бура извлечено из книги Берша „Руководство по культуре болота“.

2) ввертыванием обеих соединяемых штанг в промежуточную муфту и 3) насаживанием одной штанги на другую и соединением их поперечным болтом.

Свинчивание и развинчивание штанг производится руками или помощью клещей и ключей. Такая работа на каждом пикете, помимо кропотливости, влечет быстрое изнашивание резьбы, особенно вследствие загрязнения ее торфом и песком, а также при вставлении иногда штанги в муфту наискось, при каковом положении резьба искажается. Вследствие этого при глубинах торфа до 2 м рабочие часто вытаскивают зонд, не развинчивая штанг, и в таком виде переносят для опускания к следующему пикету; это значительно ускоряет работу, но влечет изгиб зонда и частую поломку его в местах соединения штанг.

Перед употреблением нового бура, изготовленного в специальных мастерских, необходимо убедиться, что нарезки на муфтах и штангах устроены в таком направлении, что при привычном, по ходу солнца, повертывании зонда в торфу при его опускании и взятии образца торфа штанги не вывертываются из муфт, а, напротив, закрепляются в них; при обратном направлении нарезки часть зонда может остаться в глубине болота.

Нивелирование.

Нивелир — основной инструмент гидротехника, и как ни проста и однообразна работа им, однако только после нескольких месяцев непрерывной работы человек имеет право сказать, что он может верно нивелировать. Замокнутые полигоны на топких болотах далеко не всегда увязываются и у опытных нивелировщиков; происходит это чаще по одной из двух причин: от ошибки при отсчете по рейке или от небрежности рабочих, держащих рейку; вместо установки на зарубку или вершину кола рабочий ставит, например, при одном отсчете рейку на поверхность болота, а при другом отсчете на зарубку кола, умалчивая о допущенной неправильности.

Наиболее распространенными нивелирами для работ на болоте являются нивелиры с перекладными трубами (нивелир системы Эго), с дальномерными нитями и с треногами высотой не менее 1,8 м. Привернутые к ножкам деревянные уступы для надавливания на них при установке треноги ногой лучше отвернуть, так как при них треногу, глубоко всаженную в тор-

фаную массу, трудно вытаскивать. При работе нивеллир устанавливается приблизительно или точно по середине между пикетами, обязательно двумя винтами по ходовой линии; ножки треноги вдавливаются в торфяную массу рукою. При узкой расстановке ножек их можно глубже загнать в грунт, следовательно нивеллир будет стоять прочнее, но в этом случае точки опоры его будут ближе к нивеллировщику, и его движения на зыбкой поверхности болота легче воспринимаются треногой; при широкой расстановке ножек они менее загоняются в грунт, но концы их дальше от нивеллировщика и потому менее чувствительны к его передвижению у нивеллира; последний прием предпочтительнее. На глубоких зыбких болотах забиваются в болото опорные колья, и на зарубки в них устанавливается штатив нивеллира (рис. 43). Вместо опорных для нивеллира кольев С. Канский рекомендует устройство перетаскиваемого по болоту треугольного помоста для нивеллировщика из 3 брусьев. Загнав ножки штатива так, чтобы крестовина, их соединяющая, приняла на глаз горизонтальное положение, закрепляют зажимные винты, соединяющие ноги с крестовиной штатива треноги; ставят трубу по линии хода и устанавливают подъемными винтами № 1 и № 2 (рис. 44) пузырек уровня нивеллира на середину, поворачивают трубку перпендикулярно к линии хода и вновь устанавливают пузырек, вращая винт (3), поворачивают трубу снова по ходу и т. д. до тех пор, пока пузырек уровня будет оставаться на середине при всяком положении трубы.

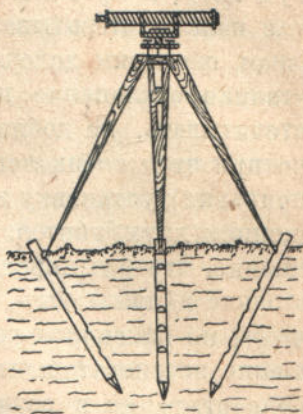


Рис. 43.



Рис. 44.

Установив нивеллир, делают отсчет не сходя с места; нагибаясь к трубе, нивеллировщик все же надавливает одною ногою на поверхность болота более, чем другою; пузырек на зыбком грунте сходит в этом случае с середины; одновременно вращая оба винта по линии хода нивеллирования, приводят его на сре-

дину, оставаясь в наклонном положении, в котором производится отсчет; сделав отсчет на заднюю рейку, повертывают нивеллир вокруг вертикальной оси на 180° и направляют на переднюю; в это время нивелировщик, наклонясь для отсчета с другого конца, оставаясь на том же месте, переступает, однако, на другую ногу, и пузырек снова сходит с середины. Ни в коем случае нельзя отсчитывать, когда пузырек стоит не на середине (зная, скольким делением рейки соответствует при данном расстоянии отклонение пузырька на одно деление уровня, можно отсчитывать, не добываясь центрального положения пузырька, но при этом очень легко сбиться в прибавлении или вычитании поправки); установку же производить опять одновременным вращением двух винтов. Среди некоторых техников существует мнение, что раз нивеллир установлен, то все отсчеты на данной стоянке должны быть произведены без подвертывания винтов, чтобы не изменялся горизонт инструмента; эти опасения совершенно неосновательны, так как при одинаковом одновременном подвертывании в разные стороны двух винтов высота инструмента не изменится заметным образом; даже от подвертывания одного винта он изменится на величину неувловимую, отсчет же и при незначительном отклонении пузырька от середины, при расстоянии рейки в 50 м, отличается от истинного уже на несколько сотых долей м.

На зыбких местах получение точных результатов облегчается участием в установке инструмента второго лица, хотя бы рабочего; нивелировщик, установив нивеллир, принимает положение, удобное для отсчета, и смотрит в трубу, поручая в это время рабочему наблюдать за пузырьком и, действуя винтами, поправлять его положение; при этом оба лица могут совершенно не двигаться; в момент, когда пузырек по указанию рабочего стоит на середине, производится точный отсчет¹⁾. Чтобы при отсчетах возле нивеллира не было никаких изменений в распределении давления на зыбкий грунт, необходимо, в крайнем случае, участие двух нивелировщиков; один делает отсчет назад, второй в это время наблюдает за уровнем, затем второй делает отсчет вперед, первый наблюдает за уровнем; при этом оба могут оставаться без малейшего изменения положения.

¹⁾ При некоторых нивеллирах имеется над уровнем боковое зеркальце, по которому во время отсчетов нивелировщик может следить за уровнем, не меняя своего положения.

Для уменьшения колебания грунта можно становиться на положенные специально у штатива жерди.

Порядок действий при отсчетах, следовательно, таков:

отсчет по задней рейке,

повертывание инструмента на 180° ,

отсчет по передней рейке,

перекладка трубы нивеллира (подняв трубу, повернуть инструмент на 180° и вновь положить трубу),

снова отсчет по передней рейке,

отсчет по задней рейке.

Требуется, чтобы одноименные отсчеты не отличались друг от друга более чем на 0,004 м при расстоянии между пикетами в 100 м и на 0,008 м при расстоянии в 200 м. Если нивеллир не точно выверен, то разности отсчетов при перекалывании трубы получаются систематически большие, что, однако, не всегда вызывает ошибки в результатах нивеллирования; например нивеллиром, у которого ось уровня не параллельна оптической оси трубы, работать вполне можно, но обязательно с перекалыванием трубы.

Правильная установка реек имеет существенное влияние на точность нивеллирования, и потому отсчет должен производиться только при вертикальном положении их. Правильное положение рейки в плоскости, перпендикулярной к линии хода, проверяется по вертикальному волоску в трубе нивеллира; правильное же положение рейки в плоскости нивеллирного хода может быть проверено следующим образом: заставляют рабочего, держащего рейку, слегка покачивать ее взад и вперед и записывают меньший отсчет по ней. При покачивании рейка легко соскользает с зарубки кола, на что необходимо всегда обращать внимание рабочего, а для возможности покачивания рейки приходится пикетные колья забивать с небольшим наклоном к заду.

Неточность отсчета при наклонном положении рейки увеличивается с увеличением высоты установки нивеллира.

Записи отсчетов удобно вести в журнале следующего образца, в коем имеется место и для ведения абриса нивеллирного хода (стр. 62).

Произведя отсчеты, нивеллировщик закрепляет нажимной винт, препятствующий вращению верхней части инструмента вокруг вертикальной оси, ослабляет винты, соединяющие ножки штатива с крестовиной, снимает трубу с обоймиц и несет ее

5 июня 1908 года.

Номера когда.	Расстояние.	Показания рейки.				Условные отметки	Глубина торфа.	ПРИМЕЧАНИЕ.
		Взгляд.		Среднее.	Условные отметки			
		Задний.	Передн.					
1		352		352		0,60		
СВ 12°	50	353				0,55		
2		628	372	627	3 2	0,65		
	50	627	372			0,45		
3		450	640	451	640	0,50		
	50	452	641			0,55		
4		533	465	533	466			
	20	533	467					
5		525	550	525	550			
СВ 43W 1°	30	526	550					
6			538		538			
			539		539			

в руках до следующей стоянки; рабочий вытаскивает поочередно ножки штатива из грунта и следует с инструментом за нивеллировщиком: передний реечник остается на том же пикете, повертывая только рейку лицом вперед, задний реечник идет вперед, становясь через пикет, например со второго на четвертый, т.-е. делается передним; этим уничтожаются погрешности от неправильности реек. Двойная установка инструмента при нивеллирах с перекладными трубами не является необходимой.

Из многих указываемых в специальных курсах геодезии проверок правильности нивелира остановимся здесь лишь на трех поверках, часто производимых при нивеллировочных работах на болотах.

1. Ось горизонтального уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента.

Поверка этого требования у нивелира системы Эго и других систем с уровнем, прикрепленным к инструменту независимо от зрительной трубы, весьма проста. Приведя инструмент в горизонтальное положение и поставив уровень по направлению одного из подъемных винтов, точно устанавливают пузырек уровня подъемным винтом инструмента на середину трубки. Повернув после этого верхнюю часть инструмента вокруг вертикальной оси на 180° (на половину круга), наблюдают положение пузырька уровня. Если пузырек ушел со середины уровня, то это означает, что ось уровня не перпендикулярна с осью вращения инструмента. Тогда имеющимся в ящике ключом повертывают исправительный винт уровня на столько, чтобы пузырек занял положение, среднее между замеченным отклонением его и серединою уровня. Так как при поворачивании весьма легко нарушается первоначальное положение инструмента, то необходимо поверку проделать еще раз, т.-е. приведя снова подъемным винтом инструмента пузырек уровня на середину, вращают инструмент снова на 180° и наблюдают положение пузырька и т. д. до тех пор, пока пузырек при поворачивании инструмента не будет отклоняться от середины уровня.

2. Точка пересечения срединных нитей в зрительной трубе должна находиться действительно в середине ее, т.-е. ось визирная (направление, по которому производится отсчет) должна совпадать с геометрической осью трубы. Установив правильно инструмент, наводим точку пересечения нитей на какой-либо

предмет, закрепляем винтами положение инструмента и карандашом замечаем (второе лицо) на этом предмете место пересечения нитей; поворачиваем трубу в лагерах (вокруг горизонтальной оси) на 180° и вновь смотрим на предмет. Если середина пересечения нитей не сошла с нанесенной карандашом точки, значит оси совпадают. В противном случае мелкими винтиками в окулярном конце трубы (обращенном к глазу) перемещают кольцо с нитями на половинное расстояние между точкою на предмете и пересечением нитей. Затем поверка производится

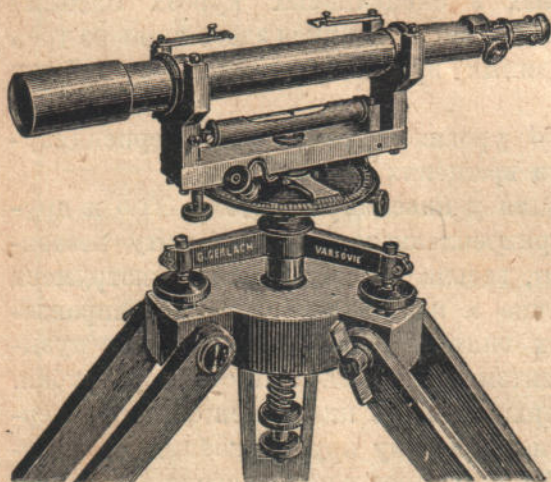


Рис. 45. Нивелир Эго.

вторично и т. д. до тех пор, пока никакого расхождения точек замечаться не будет.

3. Ось трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента (или, иначе, ось трубы должна быть параллельна оси уровня). Установив правильно инструмент и наведя трубу на рейку, производят отсчет по ней; затем переключают трубу в лаге-

рах и производят второй отсчет. Если оба отсчета одинаковы, — значит, ось трубы перпендикулярна оси вращения инструмента. Если получилась разница в отчетах, то половина этой разницы уничтожается опусканием или подниманием одной из подставок трубы вращением помощью ключа винта в подставке. После этого повторяется поверка.

Указанные три поверки необходимо производить после каждого переезда на новое место работ, так как от сотрясения при переездах винты нивелира легко выходят из первоначального своего положения.

С 1912 года входят в употребление при исследовании болот нивелиры Цейсс. Из фотографических снимков видно, насколько компактнее этот нивелир сравнительно с нивелиром системы Эго (рис. 45 и 46). Еще бóльшая разница между объемом

ящика для нивеллира системы Эго (Фирмы Герляха в Варшаве), равным 0,0256 куб. м, и объемом ящика для нивеллира Цейсса (большого размера) — 0,0072 куб. м; разница в объеме в $3\frac{1}{2}$ раза весьма существенна при частых перевозках инструмента, и в этом отношении нивеллир Цейсса имеет большое преимущество; кроме того, этот нивеллир при навыке быстрее устанавливается, дает работающему возможность помощью системы зеркальных призм наблюдать за правильностью положения пузырька уровня и исправлять винтом его отклонения, не изменяя своего положения, принятого для отсчета по рейке. К преимуществам же нивеллира системы Эго необходимо отнести: большую дальность зрения, простоту устройства, дающую возможность всякому технику исправлять положение уровня, трубы, сети нитей и прочих частей, наличие лимба с делениями, дающая возможность определять углы между ли-

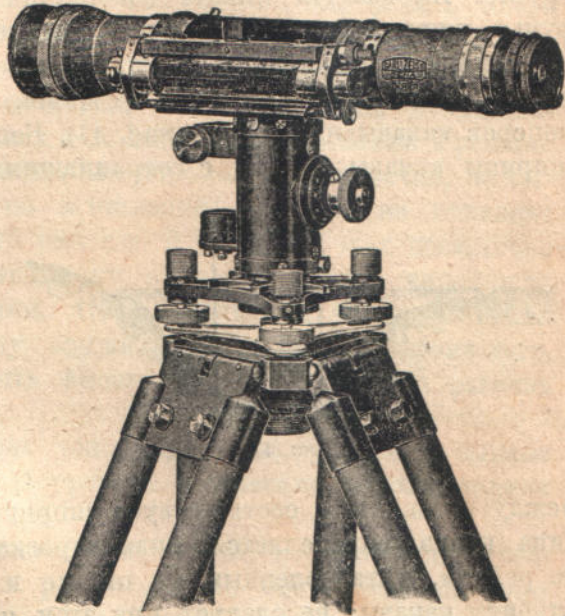


Рис. 46. Нивеллир Цейсса.

ниями. Цена ¹⁾ нивеллира Цейсса (фирмы Швабе) — 225 рублей, системы Эго (фирмы Герляха) с лимбом 150 рублей.

Разбивка пикетажа и нивеллирование ходовых линий производятся при изысканиях обычно одновременно; при проложении же линии каналов обе работы производить одновременно удобно только на значительных и ровных площадях, когда каналы могут проходить по прямым линиям на большом протяжении; на болотах же узких, расположенных в долинах или покрытых сухими островами, чаще сначала разбивается пикетаж, а затем уже производится нивеллировка.

¹⁾ До войны.

Измерение речек и старых канав.

Находящиеся на исследуемой площади речки и старые канавы должны быть точно измерены; вдоль них промеряется ходовая линия с расстоянием между пикетами не более 100 м, а лучше в 40—50 м; пикеты должны забиваться не на валу возле канавы, а по возможности на материковом грунте таким образом, чтобы поверхность пикета совпадала с поверхностью грунта. На каждом пикете измеряется глубина канавы или ручья, ширина по верху и по дну; ширина по верху измеряется нивелирной рейкой или рулеткою; измерение ширины по дну производится часто на глаз, в то время, когда рейка положена поперек канавы или ручья (рис. 47). Более точное определение

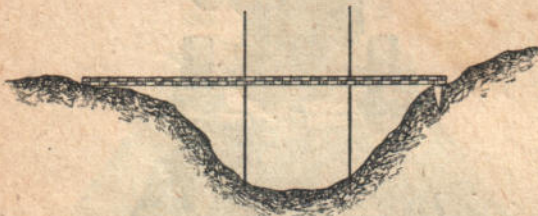


Рис. 47.

производится помощью двух вспомогательных вешек, которые опускаются с каждой стороны канавы по откосу ее до дна; нащупав дно канавы, ставят вешки вертикально и промеряют расстояние

между ними, что и соответствует ширине канавы по дну. Глубина канав определяется нивелировкой: разность отсчетов по рейкам, установленным на пикете и на дне, дает точную глубину канавы; не следует при этом надавливать рейку, так как она и без того несколько уходит в топкое дно и, следовательно, дает увеличенное показание глубины. Промеры существующего русла следует производить чаще, если оно резко меняет свои размеры. При постановке рейки на дно русла следует отсчитывать по ней и глубину воды; если вода стоит выше поверхности болота, то отсчеты глубины ее следует производить на каждом пикете (в записях необходимо указывать день, в который производилось измерение).

Встречаемые озера не должны оставаться без измерения и описания; желательно определение глубины их, описание характера дна и берегов и площади зеркала воды. Эти данные, как будет далее указано, влияют на расположение осушительных канав.

Исследование водоприемника.

При изысканиях следует главное внимание обращать на вид и состояние водоприемника проектируемой главной канавы.

Чаще всего водоприемником должна служить ближайшая речка, затем существующие канавы и, наконец, озера и другие водовместилища.

Когда речка-водоприемник течет в высоких берегах, имеет значительный уклон и величину водосборной площади, во много раз превышающую водосборную площадь предполагаемой осушительной сети, иногда бывает достаточно рекогносцировочного осмотра, чтобы убедиться в том, что спуск воды из канавы в речку не вызовет никаких нежелательных изменений в режиме речки, т. е. не повысит заметным образом уровня речки, не вызовет ни подтоплений, ни затоплений, а также не повлияет на увеличение отложений наносов. В таких случаях достаточно бывает пронивелировать речку от устья канала вниз лишь на небольшом протяжении, чтобы убедиться, что вода речки не будет подпирать воду осушительного канала; кроме того, при этом нужно выяснить высоту уровня весеннего разлива речки.

Гораздо чаще в наших топографических условиях бывают случаи, где речка течет в уровень с берегами, и даже долина ее заболочена.

Здесь требуется произвести подробные исследования. Необходимо пронивелировать речку до того места, где она течет в достаточно высоких берегах; при этом следует в характерных местах и не реже, чем через каждые 200 м, брать поперечные сечения речки с определением живого сечения и с измерением скорости. В случае когда речка заболочена, и, кроме того, уровень ее настолько высок, что несомненно будет подпирать воду осушительного канала, следует при нивелировке иметь в виду необходимое, посредством спрямления, расчистки и углубления речки, понижение ее уровня. При встрече мостов следует измерить их пролеты и высоту над дном русла и горизонтом воды и отметить конструкцию и состояние моста. Под шоссевыми и железнодорожными мостами, кроме того, заметить, укреплено ли дно и чем; это имеет значение для решения вопроса о характере работ в случае необходимости углубления дна при наличии подпора. При встрече на реке различных загражде-

ний, устанавливаемых для рыбной ловли, следует отмечать и выяснять величину вызываемых ими подпоров, отложений наносов или размывов берегов; это имеет значение как для вычисления работ по расчистке речек, так и на указания в проекте на незаконность установки таких заграждений. Всякие завалы, переходы и т. п. должны быть отмечены. При встрече на речке мельницы заметить высоту верхнего и нижнего горизонтов воды, высоту порога мельничной плотины, ширину отверстия и, если допустимо, диаметр колеса для суждения о возможности и невозможности понижения порога водоспуска. Желательно здесь определить расход воды и выяснить, может ли мельница работать непрерывно или лишь накопленной за ночь водою. Наличие мельничной запруды, затопляющей вышележащие земли, сильно усложняет производство мелиорации, так как при обычной невозможности добиться добровольного соглашения с содержателем мельницы о понижении уровня воды в реке, является необходимым обращаться за разрешением этого вопроса в судебные учреждения.

Площадь водосборных бассейнов речек определяют по картам, изданным Генеральным Штабом в масштабе 2 и 3 версты в дюйме; в случае неясности водоразделов на этих картах желательно в важных случаях определять их в дополнение к выяснению их по картам рекогносцировочным осмотром и даже иногда, если проект требует совершенно точного определения водосборной площади, поперечной нивелировкой.

При проектируемом выпуске воды в существующую канаву необходимо точно определить размеры ее в различных местах и выяснить также состояние водоприемника этой канавы. В случае недостаточности размеров канавы необходимо произвести точную нивелировку для определения количества земляных работ по уширению и углублению канавы.

Если река или канава находятся на землях других пользователей, то необходимо соглашение с ними о производстве работ по их землям.

Если водоприемником должно служить озеро или вообще какое-либо водовместилище, то необходимо иметь в виду, что: 1) когда берега озера или водовместилища находятся полностью в чужом пользовании, 2) когда водовместилище не имеет достаточного стока и 3) когда оно устроено искусственно не на проточной воде, то впуск воды в такое водовместилище возможен

лишь при добровольном согласии на то всех пользователей береговой полосы озера или по проведении дела через земельные органы.

Предпринявшему осушение земель допускается беспрепятственный выпуск воды в озеро лишь в том случае, если берег озера в месте производства работ принадлежит ему, если сток воды из озера обеспечен настолько, что после выпуска воды с болота в озеро горизонт воды в озере не повысится.

Вообще же следует впускать каналы в водовместилища лишь при отсутствии других водоприемников. Желательно, если возможно, обходить водовместилища стороной и впускать канаву непосредственно в исток из водовместилища, так как в большинстве случаев выпуск воды в водовместилище из осушительных канав вызывает нежелательные явления: повышение уровня, изменение качеств воды, иногда влияющее на исчезновение рыбы, засорение озера выносами и пр.

Собирание сведений.

Во время производства изысканий следует собирать сведения о высоте весенних разливов и летних паводков, чтобы затем обозначить заливаемую ими площадь на план, а также и сведения, которыми можно обосновать целесообразность работы: род использования болота в настоящее время и предполагаемое после осушения — пастбище, покос, добывание торфа; количество собираемого с десятины заболоченного пространства сена, качества его и рыночная цена, время косьбы, способы уборки сена, стоимость аренды десятины болота и стоимость рабочих рук. Те же сведения собрать и с десятины незаболоченных лугов.

Если предполагается произвести осушение площади под лесом, то сначала нужно выяснить обеспеченность сбыта лесного материала, возможность устройства сплавных путей или же, нако-

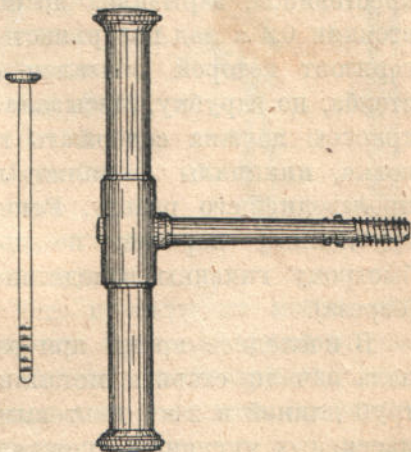


Рис. 48.

нец, возможность предохранения леса от усыхания; затем собрать материал о росте леса. Для этой цели спиливается несколько пробных деревьев (сосна или ель), замечается их вся длина до кроны, глубина торфа на этом месте, характер подпочвы, моховой покров, густота насаждения; из спиленных деревьев выпиливаются через определенное расстояние (один метр, одна сажень) кружки; перечет годичных слоев и величины их дадут понятие о возрасте и ходе роста.

Для определения прироста в толщину также может служить пресслеровский бурав (рис. 48), которым из растущих деревьев на высоте груди высверливается цилиндр в направлении, перпендикулярном к оси дерева; по этому цилиндрику определяется прирост дерева.

Репера.

При изысканиях на значительных площадях необходимо на некоторых местах, в пересечениях ходовых линий, у дорог, на квартальных просеках и т. п., устройство прочных знаков — реперов. Западная Экспедиция по осушению болот ставила их в виде дубовых столбов длиной около 2 м, толщиной до 27 см (6 вершков); такой столб, с прикрепленной к нижней части крестовиной, зарывался до половины длины в землю; на расстоянии 0,4 м над поверхностью земли делалась зарубка (пилою), горизонт которой считался отметкою репера; верхняя часть столба, по зарубку, стесывалась для надписи; надпись масляною краскою должна содержать номер репера, год и день постановки, инициалы фамилии лица, или названия учреждения, производившего работу. Репера на высоких, обделанных пнях срубленных деревьев не долговечны, так как подвержены быстрому гниению вследствие выделения растительных соков (береза).

В последнее время при работах правительственного персонала начали ставить металлические репера в виде железных труб длиной в 2 м с винтовым наконечником (рис. 49) и в виде массивных чугунных пустотелых отливок. Трубы ввертываются в землю деревянными хомутами на глубину 1,5—2 м (2—3 аршин); горизонтом служит верх закругленного конца трубы (стоимость и установка 15—20 руб.). Трубы ввинчиваются в землю на глубину $\frac{3}{4}$ своей длины. Чугунные отливки опускаются в вырываемые для них ямы, которые затем с утрамбов-

кою засыпаются. Положение подобных реперов необходимо точно описывать; для облегчения отыскивания их желательнее устройство над ними из 3 — 4 жердей пирамиды.

Вследствие того, что приобретение, перевозка и установка металлических реперов кропотливы и дороги, их ставят лишь основными реперами, один на всем данном болоте, или один на площади, величиною до 1000 га. Кроме них, устанавливаются еще многочисленные деревянные репера, необходимые для поверок и связывания нивеллировок в течение всего времени производства гидротехнических работ на данном участке.

Чтобы работа имела значение для составления впоследствии рельефной карты района, необходимо всю нивеллировку привязать двойною нивеллировкой к реперу, высота которого известна над уровнем моря (напр. к марке железной дороги).

Удовлетворение всех перечисленных выше пожеланий требует от лица, производящего изыскания, массу физического труда, упорной настойчивости, времени и наличности сумм денег на наем рабочих. Действительная обстановка изысканий весьма редко дает эти условия. Правительственные гидротехники, которыми производится подавляющее большинство изысканий, должны за рабочий период произвести изыскания на массе болот и уже по этому одному часто не имеют времени на точное выяснение водосбора, на подробную нивеллировку, на точное установление цен на землю, сено и пр., без чего проекты не могут считаться составленными полно; к этому присоединяется вторая, еще более тормозящая причина, именно, необходимость работать иногда с очередными рабочими или нанятыми правильно от крестьянского общества, на землях которых предполагается осушение; трата на общие изыскания в этих случаях встречает противодействие иногда и по основательным причинам, так как для частного пользователя нет, например, никакой надобности в целях проведения осушительных канав производить нивеллировку до железнодорожного репера, чтобы знать высоту своего

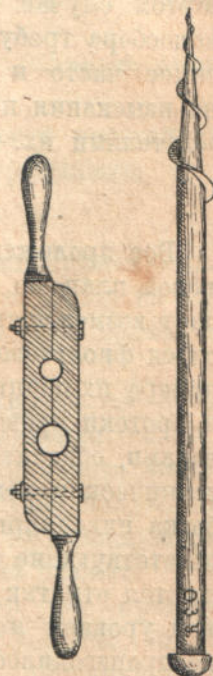


Рис. 49.

болота над уровнем моря. Крестьяне же часто недоверчиво относятся, когда на просьбу наметить каналы приехавший гидротехник начнет нивелировать границы болота, речку вне пределов их владений, узнавать цену на землю и врыть репера. В смысле полноты изысканий, работы на казенных землях обставлены лучшими условиями, так как на них отпускаются денежные средства, и потому рабочим совершенно безразлично, где и сколько времени производить эти измерения; однако и в этом случае не все зависит от гидротехника; определение водосбора требует нивелирования прилегающих земель; то же самое часто и при исследовании речки; согласие же даже на изыскания по прилегающим землям не всегда дается пользователями их.

Рабочий план.

Все проложенные по болоту ходовые линии наносятся на черновой план по румбам, в масштабе 100 м в см; этот масштаб дает возможность указывать на плане все пикеты; линии наносятся фиолетовой краской, пикеты отмечаются черными точками, номера их подписываются черною тушью, существующие каналы и протоки проводятся лазурью, площадь, заливаемая весенними водами, обводится синим пунктиром (см. знаки, утвержденные техническим комитетом б. Отдела земельных улучшений). Обработка нивелирного журнала начинается с выписывания в соответствующие графы журнала средних отсчетов, затем вычисляются отметки пикетов, начиная от репера, высота которого над уровнем моря известна; если привязки к такому реперу не производилось, то вычисление начинают с одного из нижних пикетов, давая ему условную отметку 10 000 м, с таким расчетом, чтобы не было отметок отрицательных. Вычисленные отметки пишутся в журнале и подписываются с точностью до 0,01 м на рабочем плане, тут же подписываются и глубины торфа. Все это должно быть сделано, не выезжая с места работы, так как при вычислениях обнаруживаются ошибки нивелирования или неполнота изысканий, что необходимо тут же исправить или дополнить. При нивелировании замкнутых полигонов получается, разумеется, невязка в отметках.

По инструкции Отдела земельных улучшений, изданной в 1914 г. для производства изысканий, величина допускаемой невязки по второстепенным линиям между временными реперами

не должна превосходить величины: $\Delta = 0,01 \cdot \sqrt{L} + 0,001 \cdot L$, где Δ — величина невязки в метрах, L — число пройденных километров.

Например, при длине пронивелированной линии в 5 км допускаемая невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,01 \cdot 2,236 + 0,001 \cdot 5 = 0,027 \text{ м.}$$

Приведенная формула не учитывает числа стоянок инструмента, которое, однако, на точность нивелирования влияет; этот фактор учитывается формулой ¹⁾:

$$\Delta = m \cdot \sqrt{2n},$$

где m — допускаемая ошибка при этом отсчете, n — число стоянок инструмента.

При длине пронивелированной линии в 5 км и расстоянии между пикетами в 100 м невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,004 \cdot \sqrt{2 \cdot 49} = 0,004 \cdot 9,9 = 0,040 \text{ м.}$$

Приведенные величины допускаемой невязки, применимые при работе на минеральном грунте, являются при работе на торфяном болоте слишком высокотребовательными для практических целей.

Исчисленная выше по первой формуле наибольшая допускаемая невязка или погрешность на 5 км нивелировки в 0,027 м изменяет уклон болота (падение на протяжении одного метра) на $0,027 : 5000 = 0,0000056$, т.-е. на величину столь малую, что на скорость движения воды, подпор и пр., как то в следующих главах будет указано, она никакого влияния не окажет.

Если нивелировка имеет частный характер, т.-е. производится на землях одного землепользователя или селения, то для составления проекта осушительных работ, неправильность в уклоне линии в 0,00002, при отсутствии подпора, никакого значения не имеет; отсюда допускаемая невязка на протяжении 5 км исчисляется для таковой, имеющей частное значение нивелировки в $0,00002 \times 5000 = 0,1$ м; необходимо иметь в виду, что при частных работах допустимы невязки тем большие, чем больше уклон поверхности. Невязка раскладывается затем постепенно на все пикеты нивелирного хода.

Если поперечные нивелирные ходы брались по болоту не реже, как через 500 м, то на основании вычисленных высот

¹⁾ Несколько видоизмененная формула, указанная в „Практике низшей геодезии“. Виноградов, Орлов, Смиренкин, Шеляпин. 1912 г.

всех пикетов можно затем на плане болота точно провести горизонтали, т.-е. линии, соединяющие места одинаковой высоты; при обычных малых уклонах поверхности болота горизонтали проводятся с разностью высот в 0,1 м. В иных случаях, кроме поверхности болота, можно представить в горизонталях, по данным произведенных зондировок, и поверхность подстилающего торф грунта; этим иногда обнаруживается значительное несоответствие рельефа поверхности существующего болота с рельефом подстилающего песчаного или глинистого грунта, который когда-то до начала торфообразования представлял поверхность земли; примером такого несоответствия может служить часть Кострецкой дачи, Тверской губернии, изображенной в двух рельефных планах: подпочвы и поверхности болота. Планы дачи в горизонталях помещены в конце книги.

В местах пересечения горизонталей поверхности болота и подпочвы глубина торфа определяется вычитанием высоты горизонтали подпочвы из высоты горизонтали поверхности.

На рабочем плане, руководствуясь горизонталями и глубинами торфа, намечается сеть осушительных канав; делается это обычно, не выезжая с места работ, чтобы тотчас же намеченные на плане канавы проложить на самом болоте, не предрешая пока их размеров. Только в случае больших изысканий, когда расположение сети осушительных канав может быть различно скомбинировано, или когда дело затрудняется выходом грунтовых вод, подпором снизу и т. п., или когда не установлена еще окончательно цель осушения, план общих изысканий представляется предварительно на суждение руководителя работы и землепользователя; в этом случае проложение линий канав на болотах откладывается иногда до следующего года. Назначив на рабочем плане, руководствуясь помимо горизонталей еще и далее указанными соображениями, сеть канав и определив транспортом на плане румбы их, переносят намеченные линии на местность, что называется трассировкою канав.

Трассировка канав.

Трассировка канав состоит в точном на месте обозначении и в нивелировании линий их. Начинают обычно с магистральной канавы. Если линия ее совпадает с главной осью предварительных изысканий, пройденной по середине болота и отме-

ченной большими видными пикетными кольями, то работа проложения магистральной канавы оказывается почти исполненной; следует в устье ее установить репер и сделать на нем кроме обычной надписи еще надпись „устье такой-то магистральной канавы“. При этом необходимо иметь в виду, что самая работа по осушению болот исполняется иногда через несколько лет после изысканий. За это время просеки маскируются разросшимися кронами соседних деревьев, часть пикетов, а если на участке производится пастьба скота, то почти все, ломаются или вытаскиваются; оставшиеся принимают темно-бурую окраску и потому трудно видимы среди кочек, кустов и пней. Поэтому по линии канав должно быть оставлено возможно более знаков, и они должны быть возможно солиднее. Пикеты по линии канав следует ставить не реже 100 м.

На каждом повороте забивается кроме кола пикетного еще отдельный столбик, или делается вырубка на дереве, с надписью „поворот право“ или „поворот лево“, смотря снизу вверх, т.е. в том направлении, в котором будет производиться рытье канавы. В начале канавы забивается также отдельный столб, рядом с пикетным, с надписью „начало такой-то канавы“. Если линия магистральной канавы не совпадает с осью изысканий, то приходится производить прорубку зарослей, пикетаж, нивеллировку и определение мощности торфяного слоя, как это было описано в производстве общих изысканий. Нумерацию пикетов удобнее вести от устья: 0,1,2... Направления линий канав берутся уже по румбам, определенным на плане транспортиром. Нивеллировка в местах пересечения проектируемых канав с линиями общих изысканий связывается с пикетами общих изысканий. При устье каждой боковой канавы ставится, помимо кола пикетного, еще отдельный с надписью „устье боковой канавы №“; этот кол служит и репером. На поворотах и при началах боковых канав так же, как и при трассировке магистрали, делаются соответствующие надписи.

Общее расположение всех знаков на болоте, вполне подготовленном к прорытию осушительных канав, представляется в виде, изображенном на рис. 50. Иногда бывает необходимо отступать от линий, намеченных на рабочем плане, так как общие изыскания не могут уловить всех изменений рельефа; песчаные бугры, попадающиеся на болотах, желательно, где возможно, обходить, если это не связано с значительным изгибом

и удлинением канавы; откосы канавы в песчаном грунте, оставленные без укрепления, тотчас же обваливаются, и дно канавы засоряется не только в этом месте, но и ниже, так как водою песок переносится по дну; поэтому перед бугром образуется застой воды.

Если общих изысканий не производилось вследствие незначительной площади болота, уости долины и пр., то трассировка

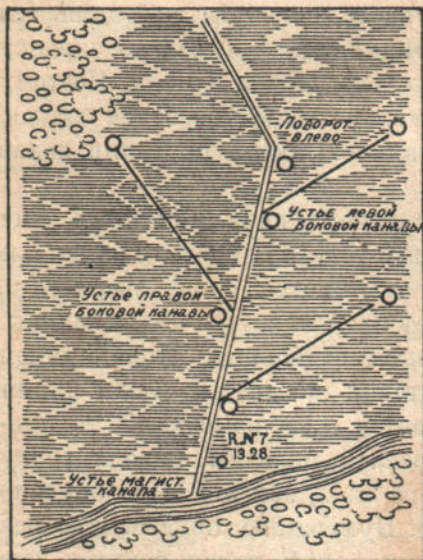


Рис. 50.

канав сопряжена с большими заботами и идет медленнее, так как приходится идти не по заранее определенному направлению, а искать его ощупью, посылая или идя лично вперед для осмотра местности, ставя высокие вехи и пр. При трассировке канав в журнале отмечаются, как и при общих изысканиях, все пересекаемые границы владений, дороги, гати, высота и ширина их, горизонт воды на болоте, характер поверхности, растительность и пр.

Нивелировка проверяется вычислением невязки, если линии канав связаны с линиями общих изысканий; если

же общих изысканий было произведено недостаточно, и потому привязка к ним не везде могла быть сделана, то такие линии канав, при больших работах и при малом уклоне, следует нивелировать два раза. Написав отметки пикетов канав на плане, можно провести горизонтали уже более точно, чем это было сделано по одним общим изысканиям. Изложенным кончается задача получения всего материала для составления проекта работ и его выполнения.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ НА БОЛОТЕ.

Прорытие на болоте осушительных каналов имеет целью удаление с него воды, избыточной для предполагаемого после осушения использования болота.

Вода в каналы поступает по поверхности болота и просачиванием через грунт, подразумевая под последним почву и подпочву. Движение по торфяной почве поверхностной воды в канаву происходит по тем же законам, как и по всякой почве, с тем лишь различием, что сток с болота обычно медленнее, чем с иных угодий; причиною тому — густой растительный войлок, кочки, пни и обычно малый уклон поверхности. Поэтому из выпадающих осадков стекает по поверхности болота значительно меньшая часть их, чем с почвы минеральной.

Движение же воды в торфяной почве на болоте отличается как с количественной, так и с качественной стороны от того же процесса в дренированных минеральных почвах.

С количественной стороны лабораторные опыты над просачиванием воды через различного рода грунты указывают, что торф есть самая малопроницаемая для воды почва; с качественной стороны движение воды в торфе болота должно отличаться уже потому, что структура торфа обычно не однородна: в горизонтальном направлении замечается иногда плотная слоистость, в вертикальном направлении — остатки неразложившихся стеблей крупных растений, пней, корней деревьев и т. п. Это обстоятельство, помимо законов гидравлики, значительно влияет на направление движения воды. Кроме того, дальнейшее изложение указывает еще на ряд обстоятельств, существенно изменяющих направление движения воды в торфяном болоте по сравнению с минеральными грунтами.

Исследование болот указывает, что под разнородными торфяными слоями, общей толщиной в центральной и западной части СССР обычно от 1 до 3 м, залегает чаще песчаный, реже глинистый или сцементированный горизонт; иногда эти горизонты отделены от торфяной массы уплотненным илом.

Если торфяную толщу прорезать до минерального грунта водоотводным каналом, то происходит до определенной степени осушение болота путем стока воды с болота в водоотводный канал. Движение воды с поверхности болота в канал происходит в течение нескольких дней лишь в весеннее время и после ливней; остальное время вода идет в канал через грунт. Для выяснения, каким образом вода идет в канал из торфяного грунта, рассмотрим путь до канала некоторой капли воды В (связанной с непрерывной массой капель), находящейся близ поверхности болота и на расстоянии, напр., 10 м от канала,



Рис. 51.

прорезывающего болото, с глубиной торфа 1 м, до подстилающего песчаного грунта. Кратчайший путь в канал был бы по одной из прямых линий В—К, наклоненных к горизонту (рис. 51). На этом пути вода должна преодолеть сопротивле-

ние торфяной массы мощности 10 м и притом обычно поперек волокон ее. Второй путь мыслим по ломаной линии В Г К; этот путь немного длиннее первого и именно на глубину торфа, т.-е., в данном случае, на 1 м, но сопротивление движению воды в нем несравнимо менее, потому что песок для воды, как будет далее указано, легко проницаем. Так как вода стремится идти по пути наименьшего сопротивления, то естественно, что она пойдет именно по ломаной линии В Г К. Если дно канавы не доходит до минерального грунта, то путь движения усложняется вторым изгибом под дном канала, при чем вода пойдет в канал через дно снизу вверх под действием напора.

Таким образом в торфяном болоте вода опускается в силу своей тяжести вертикально до подстилающего торф водопроницаемого, обычно песчаного, слоя; затем идет по этому слою горизонтально, если он малой толщины, или по каким-либо кривым, если песчаный слой значительной мощности, по направлению к проекции линии дна канала, поднимаясь затем

вследствие напора вновь вертикально, чтобы попасть в водоотводный канал или дренаж снизу. Эти положения формулированы нами в докладе на районном съезде специалистов по культуре кормовых растений Западного края, состоявшемся в г. Минске, в 1914 году. Аналогичное движение воды установлено лабораторными опытами и в однородных песчаных грунтах, где вода опускается с поверхности грунта по наклонной кривой линии ниже горизонта дренажных трубок, а затем поднимается под линией труб кверху, поступая таким образом в самые трубы снизу.

Поступление воды в каналы на торфяном болоте через дно их наблюдается на болотах постоянно и просто. Именно, в каналы, по которым идет непрерывный ток воды, обычно, кроме весеннего времени и после ливней, нигде на всем их протяжении притока воды с поверхности болота и через откосы их не обнаруживается; следовательно, вся проходящая по каналу вода поступает в него только через дно; в отдельных местах замечаются на дне выходы воды в канал даже в виде ключей под напором.

Напор грунтовых вод в канал Пеннинг наблюдал опытным путем следующим образом:

Если опустить в дно канала на некоторую глубину полую трубку (рис. 52), то горизонт воды в трубке во время просачивания грунтовой воды в канал через дно будет выше горизонта воды в самом канале, и тем выше, чем глубже опущена трубка; происходит это явление потому, что в трубке нет слоя торфа, оказывающего наибольшее сопротивление поднятию воды вверх, а потому нет и потери в напоре воды.

Так как сопротивление движению воды песчаного, тем более глинистого и иловатого, слоя, все же значительно, и величина его находится в зависимости от длины пути, то чем далее от канала, тем с большим препятствием вода достигнет канала; вследствие этого нормальный горизонт грунтовой воды на однородном канализованном болоте устанавливается по некоторой кривой, так называемой кривой депрессии, понижающейся по мере приближения к каналу, как указано на рис. 53, т.е. горизонт воды устанавливается аналогично линии уровней воды в пьезометрических трубках для определения напора воды в трубе.

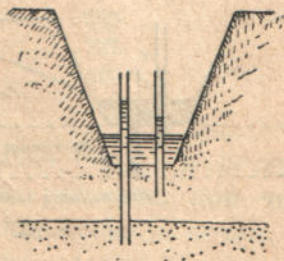


Рис. 52.

Объем грунтовой воды, находящийся выше уровня воды в канале и, следовательно вызывающий своим давлением движение грунтовой воды в канал, составляет активную зону грунтовых вод. Нижележащий объем, из которого под действием тяжести воды активной зоны и давления почвенного воздуха поступает вода в канал, называется пассивной зоной грунтовых вод; в опущенной в эту зону пьезометрической трубке уровень воды установится выше уровня воды в канале, иначе, конечно, не было бы поступления воды в канал.

Наконец, на некоторой глубине под дном водоотводного канала находится горизонт воды, ни активно, ни пассивно не участвующий в питании канала, это — нейтральная зона.

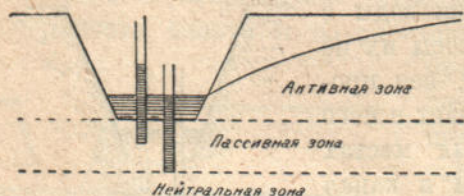


Рис. 53.

Пьезометрическая трубка в нем покажет напор, соответствующий уровню воды в канале.

Кроме вертикального движения грунтовой воды под влиянием силы тяжести и атмосферного давления вниз, в подстилающий во-

допроницаемый грунт, в торфяной массе происходит вертикальное движение воды и вверх под влиянием значительного испарения ее поверхностью растений и капиллярной силы. При этом наблюдается, что торф после стока или испарения всей грунтовой воды начинает дальше высушиваться через испарение равномерно во всей своей толще от поверхности до дна, так как убыль с поверхности непрерывно возмещается движением воды по капиллярам снизу.

Процесс испарения, действуя равномерно на всей однородной площади болота, уравнивает горизонт грунтовых вод на нем в разных расстояниях от осушительных каналов; поэтому в сухое время уровень грунтовых вод устанавливается на одинаковом расстоянии от поверхности земли на болотах, прорезанных осушительными каналами через 200, 100 и даже иногда 20 м ¹⁾.

Испарение с болот весьма велико сравнительно с различными видами растительного покрова; благоприятствуют испарению:

¹⁾ Наблюдения на поле „Тома“ Балтийской опытной станции, на участке Минской болотной опытной станции и др.

1) избыток наличной влаги; 2) очень большая величина капиллярного подъема воды торфом, превышающая, по Перельсу, в 6 раз подъем в глинистой почве и слишком в 20 раз подъем в крупно-песчаной почве; 3) приспособление болотных растений к усиленному испарению.

Определение величины испарения в цифрах весьма затруднительно, так как она зависит от множества факторов: состава почвы, рода поверхности, растительности, влажности почвы и воздуха, ветра, температуры и пр.

По данным Вольни, высота слоя воды, испарившегося в течение одного года (в среднем за 3 года), при количестве осадков в 586 мм.

С песка	189 мм.
„ торфа	323 „
„ перегн.-известк. песка	337 „
„ суглинка	390 „
„ травы на перегнойном песке	490 „

При недостатке влаги в почве, что обычно бывает в летние месяцы, испарение происходит в меньших размерах, при чем оно уменьшается тем резче, чем менее капиллярность почвы.

Отсюда видно, что движение воды вверх должно быть весьма значительным, и во многих случаях, при большом расстоянии осушительных канав или непроницаемости подстилающего грунта, испарение и капиллярная сила поднятия воды вверх несоизмеримо преобладают над стоком грунтовой воды из болота вниз в каналы.

Однако и в этих условиях роль канав на понижение грунтовой воды на болоте может оставаться значительной. На поверхности неканализованного болота весной и после дождей скапливается вода, на испарение которой необходимы время и затрата тепла, на канализованном же болоте поверхностная вода стекает в каналы, и потому испарение грунтовой воды начинается сразу после таяния снега или выпадения дождя, без потери времени и тепла на испарение верховодки; на таком болоте ранее пробудится растительность, а это еще более увеличит испарение.

Изложенная схема движения грунтовой воды в торфяном грунте лишь в вертикальном направлении: вверх — вследствие испарения и капиллярности, вниз — вследствие силы тяжести и атмосферного давления, в подстилающий водопроницаемый грунт и по нем к осушительному каналу, требующая еще де-

тальной опытной проверки, вполне объясняет наблюдаемое в практике весьма различное и своеобразное влияние каналов на уровень грунтовых вод. На канализованных редкой сетью каналов глубоких болотах часто наблюдается, что на несколько метров от края канала почвенная вода в весеннее и дождливое время продолжает стоять на уровне поверхности болота, а в сухое время равномерно понижается на всей площади болота

Осуш. канал.

Озеро.

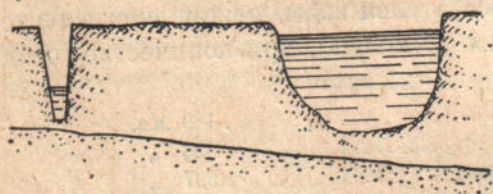


Рис. 54.

(один из примеров — Оршинская дача в Тверской губернии); на мелких же болотах, где дно канав доходит до песчаного подстилающего торф горизонта, грунтовые воды обычно устанавливаются на расстоянии нескольких десятков ме-

тров от канала заметно ниже, чем на остальном пространстве (один из примеров — Раменская дача в Московской губ.). Обстоятельство это возможно объяснить тем, что при глубоком торфе путь наибольшего сопротивления для воды, именно торфяной слой, увеличивается, и притом в большей, чем просто пропорциональной, мере. Так, например, при глубине торфа в 2 м и глубине канав 1,4 м наибольший вертикальный путь воды по торфу составляет $2 + (2 - 1,4) =$

$= 2,6$ м, при глубине же торфа в 4 м и прежней глубине канавы в 1,4 м путь воды по торфу — $4 + (4 - 1,4) = 6,6$ м; увеличение глубины торфа в два раза вызывает при данных условиях увеличение пути

Осуш. канал.

Озеро.

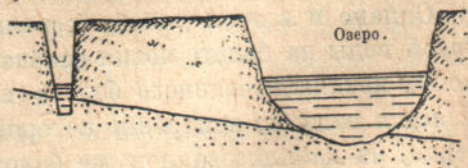


Рис. 55.

наибольшего сопротивления движению воды в два с половиною раза. Отсюда ясно, почему глубокое болото осушается канавами значительно труднее мелкого. Этим объясняется и наблюдаемое различное влияние каналов, прорытых близ озер на уровень воды в последних; если дно озера и канала на торфяном болоте доходят до песчаной подпочвы (рис. 54), то горизонт воды в озере понижается до уровня воды в канале. Если же дно озера

и прорытого канала находятся в глубоком торфяном грунте, то горизонт воды в озере остается почти без понижения (рис. 55). Примером первого случая можно указать работы на мелком болоте в долине речки Мокрянки, Могилевского округа, Белорусской ССР, в Подборовской лесной даче Псковской губернии и др.; примером отсутствия влияния канав на горизонт воды в озере являются работы на глубоком моховом болоте у озера „Дикого“ в Брожской лесной даче Бобруйского округа и др. Наконец, в литературе¹⁾ указываются и нами наблюдались на практике случаи стояния уровня грунтовых вод в смотровых колодцах посредине между дренами и канавами ниже, чем с обеих сторон этих колодцев при приближении к каналам. Эти явления возможно объяснить на основании вышеизложенного тройко: или влиянием усиленного по каким-либо причинам местного испарения или меньшею мощностью в данном месте трудно проницаемого торфяного слоя, или, наконец, дренирующим действием самого смотрового колодца, опущенного до подстилающего торф водопроницаемого грунта.

СВОЙСТВА ПОЧВЫ.

Для определения элементов осушительной сети, как-то: расстояния между канавами и глубины их и пр., гидротехнику наиболее важно припомнить свойства почвы по отношению к воде: водопроницаемость, влагоемкость, капиллярность, способность отдачи воды корням растений и тесно связанные с водным режимом тепловые свойства почв.

Так как движение воды в осушительные каналы согласно изложенному в предыдущей главе происходит также через подпочву — песок, глину и пр., то для проектирования осушения болот является полезным знать свойства не только почвы, но и нижележащего грунта.

Водопроницаемость.

Водопроницаемость определяется временем, в которое вода проходит через определенный слой почвы; чем частицы почвы

¹⁾ График уровней грунтовых вод на участке Опытного поля в Бернау в Баварии, помещенный в „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“, в главе о дренаже, составленной проф. Spöttle.

крупнее, тем движение воды в ней свободнее. В курсе Почвоведения Сибирцева приведены следующие цифры:

Род почвы:	Время прохождения воды через слой почвы в 18 см
Глинистый чернозем	2 часа.
Тяжелый перегнойный суглинок	3 „ 5 мин.
Серый суглинок	2 „ 30 „

Род почвы:	Время прохождения воды через слой почвы в 18 см
Мелкий суглинок	1 час 6 мин.
Супесь	30 „
Слабоглинистый песок	4 „

Для торфа, к сожалению, цифры не приведены. При условии чтобы почвенная вода доходила до канав в течение недели, получим вычислением из предыдущей таблицы следующие наибольшие расстояния до канав:

Глинистый чернозем	14 м
Тяжелый перегнойный суглинок	9 „
Серый суглинок	10 „
Легкий суглинок	25 „
Супесь	55 „
Слабоглинистый песок	430 „

Расстояние между канавами будут величины вдвое большие. Действительная скорость движения воды в почве, вероятно, менее полученной лабораторным путем.

Инж. Лембке („Движение грунтовых вод и теория водосборных сооружений“, журнал „Инженер“, 1886 г.) считает скорость грунтовой воды при уклоне 0,001 и скважности грунта 25% по объему следующей:

Средний песок с диаметром частиц 0,5 мм, 0,218 м	в сутки
Мелкий песок с диаметром частиц 0,25 „ 0,0474 „	„
Мелкий глинистый песок 0,01350 „	„

Инж. Цимбаленко („Кяризы Закаспийской области“) полагает, что скорость движения грунтовой воды в водопроницаемых конгломератах окрестностей Полторацка не превышает 4 м в сутки при значительном напоре. Толкмит считает, что скорость грунтовой воды в хорошо проницаемых песчаных

почвах и при больших уклонах до 1 м в час, в проницаемых же почвах достигает всего 1 м в сутки. Скорость движения воды в торфяной почве, по Толкмиту, составляет всего 40—60 мм в час, а в глинистых 10—20 мм.

Проф. Черепашинский („Водоснабжение“) приводит таблицу количества воды в литрах¹⁾ протекающей в сутки через сечение в 1 кв. м при уклоне 0,01 в песках:

Пористость.	Диаметр зерен в мм.				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
20%	50,56	206,42	464,78	843,40	1298,65
25 „	62,88	257,0	580,97	1052,59	1599,39
30 „	75,18	306,21	697,17	1216,63	1941,14
35 „	84,75	360,89	813,36	1435,35	2105,18
40 „	101,16	412,83	929,56	1641,4	2569,96

Сделав соответствующие вычисления по формуле

$$Q = a \cdot v \cdot F, \text{ где } a \text{ пористость} = 0,20 - 0,40$$

v — скорость воды
 F — площадь сечения,

получаем из предыдущей таблицы скорость воды в сутки в метрах:

Пористость.	Диаметр зерен в мм.		
	0,1	0,2	0,3
20%	} 0,25	} 1,03	} 2,33
25 „			
30 „			
35 „			
40 „			

По анализам Раманна, химический состав воды из различных частей одного и того же болота оказывался весьма различным, что свидетельствует о крайне медленном движении

¹⁾ У Черепашинского в ведрах на кв. фут.

воды в болоте. Кузнецов („Озера и болота Московской и Владимирской губерний“, „Землеведение“ 1910 года, книга 2-я) описывает озеро Луково, площадью 21 десятина, в 8 км от города Богородска; на озере имеется остров, в середине которого оказывается другое озеро, при чем уровень воды в нем был на 1 м выше, чем во внешнем; этот пример также свидетельствует о ничтожной скорости просачивания воды через нетронутый грунт.

По опытам, произведенным при работах по водоснабжению гор. Маннгейма, вода в песчаном водоносном слое, при уклоне 0,00055, передвигалась со скоростью 1,2 м в сутки¹⁾.

По формуле Газена (Hazen) скорость просачивания воды через грунт в метрах в сутки:

$$v = c \cdot d^2 \cdot \frac{h}{l} \left(\frac{210 + 9t}{300} \right);$$

В этой формуле означает:

c — постоянное число, равное (почти) 1000,

d — диаметр песчинок в миллиметрах,

t — температура в градусах Цельсия,

h — падение,

l — расстояние.

Пренебрегая незначительным влиянием температуры, можно поставить, для d от 0,1 до 0,3 мм.

$$v = 1000 d^2 \frac{h}{e}.$$

Согласно этой формуле скорость движения воды в песке, величиною частиц в 0,3 мм и при уклоне поверхности грунтовых вод в 0,002, будет:

$$v = 1000 \cdot 0,3^2 \cdot 0,002 = 0,18 \text{ м в сутки.}$$

Приведенные выше данные скорости движения воды относятся, как видим, почти исключительно к почвам песчаным и находящимся в других условиях. Свойства торфяных почв в естественных условиях резко отличаются от почв минеральных как по химическому и механическому составу, так и по отношению к воде.

¹⁾ Sonne und Esselborn. Elemente des Wasserbaues.

Несомненно, что раз в песчаных легко проницаемых почвах скорость движения воды согласно изложенному ничтожно мала, то в почвах торфяных она близка к нулю, и почву торфяную подобно глине можно считать почти непроницаемой.

Различные роды торфа обнаруживают все же различную водопроницаемость. Чем больше в торфе минеральных веществ, тем его водопроницаемость больше, поэтому на болотах травяных влияние канав и сказывается сильнее, чем на болотах моховых; неоторфовавшиеся остатки мха обнаруживают особенную непроницаемость.

Изложенное о скорости движения воды может навести на заключение, что осушительные каналы вовсе не могут отводить грунтовой воды с торфяного болота; в действительности же, как ранее указано, это понижение весьма заметно. Дело, вероятно, в том, что вода и в торфяной массе пробивает себе ходы, по которым и идет свободно к канавам. Следовательно, практически вода доходит до канав в гораздо более короткое время, чем то следует по вычислениям из лабораторных опытов. На это наводит еще и следующее наблюдение на Раменской гидрометрической станции: 1 апреля 1909 года через водомер на Макаровском канале шло 0,29 куб. м воды в 1 сек., а между тем нигде на всем протяжении сети канав вода не вливалась в них с поверхности болота, а вся поступала просачиванием через откосы и дно канав; протяжение всех каналов в бассейне Макаровского канала у водомера составляет 12354 м, проходят они, за немногими исключениями, целиком в торфяном грунте, средняя глубина их около 1 м, следовательно площадь откосов, через которую вода просачивалась в каналы (считая в вертикальной плоскости), равна $12354 \times 1 \times 2 = 24708$ кв. м, площадь дна каналов, через которую также происходит поступление грунтовой воды, равна около $1 \times 12354 = 12354$ кв. м, расход воды 0,29 куб. м в 1 сек. равен расходу 25050 куб. м в сутки, вся же эта вода просочилась через площадь $24708 + 12354 = 37062$ кв. м, откуда скорость движения воды в торфе больше чем $\frac{25.05}{87.00} = 0,7$ м в сутки, так как пористость торфа была неизвестна.

Если же принять, например, пористость эту в 20%, то скорость вычислится в 3,5 м в сутки.

Влагодность.

Следующее важнейшее свойство почвы есть влагосность. Влагосность почвы характеризуется весовым количеством воды, удерживаемой почвой в порах, выраженным в ‰ от веса сухой почвы.

Если все поры почвы заняты водой, то такую влагосность называют полной, а почву — насыщенной влагой.

В курсе почвоведения проф. Сибирцева указана следующая полная влагосность почвы:

Глинистый чернозем зернистой структуры	43,73‰
Тяжелый перебойный суглинок	35,25 „
Серый суглинок	31,96 „
Светло-серый легкий суглинок	34,48 „
Супесь	21,72 „
Слабоглинистый песок	18, 8 „
Торф травяной и лесной	300—700 „
Торф моховой	до 1000 „

По данным Танфильева¹⁾, влагосность моховых торфяников достигает 1200—1500‰ веса сухого торфа.

В очерке работ Западной Экспедиции по осушению болот приводятся цифры: 100 частей высушенного на воздухе торфа с территории ныне Белорусской ССР поглотили воды:

Торф чистый мелковолокнистый, содержащий золы 8,64‰, — 501,2 части; торф крупноволокнистый, золы 12,7‰ — 308,0 частей. Торф, содержащий 15,1‰ золы, поглощал 272,9 частей воды, содержащий 12,84‰ золы, поглощал 150,0 частей воды, содержащий золы 9,12‰ поглощал 116,5 частей воды, торф чистый мелковолокнистый — 650 частей воды.

Из приведенных цифр ясно, что чем менее торф содержит минеральных веществ, тем влагосность его больше; торф моховой беднее всего минеральными веществами, и его влагосность наибольшая. По опытам Вольни, три типичные почвы: торфяная, глинистая и песчаная при равных условиях поглощают в одно и то же время при толщине слоя почвы в 30 см следующее количество влаги:

¹⁾ Болота и торфяники Полесья.

	Всего куб. с.м.	В милл. атмосфер. осадков.	В % атмосфер. осад- ков в течение вегета- ционного периода.
Торф	5031	120,7	24,1
Глина	4493	112,3	22,4
Песок	1798	44,9	8,8

т.е. торф задержал в себе $\frac{1}{4}$ атмосферных осадков в течение вегетационного периода, а песок, — $\frac{1}{12}$.

По другим опытам Вольни, поглощенное количество влаги:

	В процентах.	
	По объему.	По весу.
В торфе	74,59	253,70
„ глине	58,13	55,91
„ песке	37,62	26,07

Таким образом в то время, когда минеральные почвы уже заболачиваются, болотные почвы еще насыщаются влагой. Из таблиц водопроницаемости и влагоемкости также ясно обнаруживается, что, чем влагоемкость больше, тем водопроницаемость меньше.

Капиллярность.

Просочившаяся в глубь почвы вода может снова в том же месте или пройдя некоторое расстояние в горизонтальном направлении подняться по мелким промежуткам в почве к поверхности ее, как поднимается вода вверх по положенному на мокрое место куску сахара; такое движение воды по мелким промежуткам почвы называется капиллярным движением воды, самые промежутки называются капиллярами, а способность почвы поднимать, всасывая в себя, воду — капиллярной или водоподъемной способностью. Водоподъемная способность почвы характеризуется тремя факторами: высотой, быстротой и количеством поднятия воды. Общие правила капиллярности формулированы в курсе почвоведения Н. М. Сибирцева следующим образом:

1. В зернистых почвах, где преобладают более широкие поры, вода поднимается быстро, но на небольшую высоту. Если диаметр механических элементов почвы 2 мм, то капиллярного поднятия влаги уже почти не замечается.

2. В мелкоземистых и уплотненных почвах вода поднимается медленнее, но выше. Почвы, состоящие из частиц от 0,05 до 0,1 мм диам., могут поднять воду до 2 м. Так как эта цифра должна считаться почти предельною, то ею указывается степень или норма непосредственного питания почв влагою на счет грунтовых вод. Но в иловато-полевых почвах вода останавливается гораздо ниже, будучи задержана воздухом.

3. В сухих почвах вода поднимается медленнее, чем во влажных (или сначала медленнее, а потом, когда стенки пор увлажняются, быстрее).

4. Если строение почвы таково, что нижние горизонты рыхлее, а верхние плотны, то влага легко поднимается вверх, и наоборот: поднятие прекращается, если за узкими порами следуют кверху более широкие.

5. Если почва состоит из механических элементов различного диаметра, то более широкие поры перемежаются в ней с более узкими; иначе сказать, такая почва пронизана вредными четочными ходами. Вода поднимается в ней по сети узких пор, останавливаясь перед широкими.

6. При постоянном притоке воды снизу и при незначительной мощности мелкоземистого слоя последний может напитаться капиллярною влагою почти до полного насыщения; но степень напитывания убывает кверху, если мощность мелкоземистой массы значительна.

Перельс (Handbuch des Landwirtschaftlichen Wasserbaues) дает следующие цифры высоты подъема воды в почвах капиллярными силами:

крупно-песчаная	от 0,25 до 0,30	м
суглинистая почва	„ 0,45 „ 0,60	„
глинистая почва	„ 1,00 „ 1,25	„
торфяная почва	„ — „ 6	„

Ничтожная проницаемость, громадная влагоемкость и значительная капиллярность моховых торфяных почв вызывают то явление, что рядом с осушительными канавами уровень грунтовой воды на глубоком болоте стоит на одном горизонте с поверхностью земли, тогда как на мелком болоте влияние канав на уровень грунтовой воды заметно достаточно хорошо. Поэтому для достижения одинакового понижения уровня грунтовой воды сеть осушительных канав в торфяном грунте при прочих равных условиях должна быть чаще, чем в грунтах мине-

ральных. С другой же стороны, торфяные почвы обладают свойствами, которые заставляют быть очень часто осторожным в назначении густой сети осушительных канав; по наблюдениям Вольни, чем более влагоемкость почв, тем более и испарение влаги из них; с торфяной почвы, обладающей помимо большой влагоемкости и большою капиллярностью, испаряется поэтому влаги более, чем с других почв; при отсутствии притока воды со стороны, торфяная почва высохнет быстрее глинистой; при засухе торфяной грунт, в особенности обработанный, обращается в сухую пыль, трудно затем смачиваемую.

Переосушенная почва обращается в мертвую бесплодную поверхность и может уподобиться летучим пескам, засоряя близлежащие местности.

Способность почв отдавать поглощенную воду корням.

Далее важно еще свойство почвы, влияющее на определение расстояния между канавами в сторону, противоположную влиянию проницаемости и капиллярности; это — способность почв отдавать поглощенную воду корням растений; растение не может взять из почвы всю заключающуюся в ней воду, оно гибнет ранее полного высыхания почвы; по Габерландту, растение начинает увядать, когда почва содержит воды 20% от ее полной влагоемкости, именно:

В зернисто-песчаной почве растение гибнет, при содержании в почве . . .

1,5 — 2% воды по весу.
в глинистом песке при 3—5 „ „ „
в суглинке при 7—10 „ „ „
в торфяной почве при 40—50 „ „ „

Вся влага ниже указанных пределов есть „мертвый запас“.

По Фоглеру, для удовлетворительного роста растений содержание влаги должно быть:

в песчаной почве 10%
в суглинистой 20 „
в глинистой 35 „
в луговой болотной 65 „
в моховой болотной 70 „

Таблицы показывают, что торфяные почвы не следует осушать до такой степени, до которой это полезно для других почв: так, 40% воды почву суглинистую пересыщают, растение стра-

дает от избытка влаги, и те же 40% воды в почве торфяной уже вызывают увядание растения от недостатка влаги: торф не отдает корням эту воду.

Последнее явление может быть объяснено не только трудностью извлечения этой воды из торфа, но и трудностью поступления ее в растение, так как вода, насыщающая торфяник, есть коллоидальный раствор органических веществ, из которого растение высасывает лишь минимум воды, подвергаясь опасности быть отравленным; чем меньше воды, тем ядовитее раствор.

Чем больше влагоемкость почвы, тем опаснее переосушение ее. В годы засушливые, растения выгорают прежде всего на торфяной почве, и урожай сена на болотах в эти годы ничтожен, а вдоль канав травы вовсе не оказывается. Это явление известно людям практики, и часто оно тормозит осушение болот, это же обстоятельство делает правильную осушку болота, в том числе и установление расстояния между канавами, задачей более трудную, чем на почвах минеральных, и до сих пор решается ощупью.

Тепловые свойства торфяной почвы.

Вследствие своего черного цвета поверхность сухой открытой торфяной почвы сильнее нагревается солнечными лучами, чем почва минеральная, и растения на торфяной почве, в особенности с нарушенной обработкой структурой, более подвержены опасности выгорания.

Вследствие очень плохой теплопроводности торфа нагревание и охлаждение поверхности его лишь медленно передаются вглубь, и более частые ночные заморозки на поверхности торфяного болота объясняются именно этим: быстрая потеря тепла верхним слоем торфа не пополняется имеющимся запасом тепла в нижних слоях. По той же причине зимою торфяные болота промерзают на меньшую глубину, чем почвы минеральные, но несмотря на это оттаивают весной позднее. Наконец, вследствие большого содержания воды, испарения ее и пополнения испарившейся с поверхности воды водою из нижних слоев силою капиллярного поднятия ее влажная болотная почва остается холодной.

Итак, накаливание солнцем сухой поверхности и охлаждение вследствие испарения во влажном состоянии — являются причинами больших колебаний температуры торфяных почв.

ОСАДКА ТОРФА.

Особенным, не присущим минеральным почвам, свойством торфяных почв является способность их сильно изменяться в объеме в зависимости от содержания воды и давления на них. Означенное свойство является весьма важным при проектировании всякого рода работ на болотах; новые осушительные каналы через два-три года значительно уменьшаются в глубине; мосты, водоспуски и прочие сооружения на вбитых в подпочву сваях после оседания болота оказываются как бы выдвинувшимися из болота.

Чем менее торф содержит воды, тем больше весит сухое вещество его в единице объема, т.-е. тем плотнее сдвигаются волокна его. Независимо от давления его торф, как губка, сжимается и разбухает от высыхания и смачивания.

Приблизительное представление дают опыты, произведенные инж. Янковским при составлении проекта осушения болот по Днестру¹⁾; для означенной цели было вырезано три пробы из зыбучого мохового болота.

Первая проба высотой 0,80 м взята в месте, где вся глубина торфа была 2,00 м, поперечное сечение пробы, 0,40 × 0,40 м. Проба была уложена в деревянный ящик. По мере высыхания высота пробы уменьшалась так:

7 сентября 1892 г. во время взятия пробы высота ее .	0,80 м
24 сентября 1892 " " " "	0,68 "
23 октября 1892 " " " "	0,62 "
21 октября 1894 " " " "	0,52 "

Осадка торфа за 25½ месяцев составила $\frac{0,28 \times 100}{0,80} = 35 \%$.

Вторая проба высотой 0,90 м с болота с общей глубиной торфа 2,6 м:

27 сентября 1894 года во время взятия пробы высота ее .	0,90 м
20 апреля 1895 года " " "	0,68 "

Осадка торфа за 7 месяцев 25%.

Третья проба высотой 0,85 м с болота глубиной торфа 1,0 м.:

В мае 1894 года высота	0,85 м
В октябре 1894 г. —	0,72 "

Осадка торфа за 5 месяцев 15 %.

¹⁾ А. Kornella. Die Entwässerung der Moore für Kulturzwecke, 1905 г.

Приведенные цифры указывают на значительную осадку мохового торфа лишь преимущественно от высыхания, так как давление верхней части столба на нижнюю здесь также имеет значение; хотя сведений о влажности торфа в момент наблюдений не приведено, но по времени наблюдений возможно полагать, что последнее наблюдение производилось над торфом в воздушно-сухом состоянии его.

Многочисленные наблюдения над уменьшением объема торфа от одного лишь высыхания его сделаны при разработках торфа на топливо. Кусок только что вырезанного из болота торфа, размером $35 \times 13 \times 13$ см после высушивания на воздухе до содержания 25% влаги, изменяет свои размеры следующим образом:

Первоначальн. влажность куска торфа.	Линейное уменьшение ребер.	Объемное уменьшение куска.	Длина куска	
			до высуш.	после высуш.
95%	в 1,9 раза	в 7 раз	35 см	18,47 см
90 „	1,7 „	5 „	„ „	19,55 „
85 „	1,5 „	3,4 „	„ „	22,17 „

В природе осадка на канализованных болотах вызывается сжатием торфа не только от высыхания его, но, повидимому, главным образом от увеличения давления верхних слоев торфа канализуемого болота на нижние, т.-е. сжимаются не только осушаемые слои торфа, но под давлением и нижележащие.

Сущность этого явления состоит в следующем. Неканализованное торфяное болото большую часть года бывает обычно пересыщено водою настолько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Если:

вес единицы объема сухого торфа обозначить через T ,

вес поглощаемой им в силу влагоемкости воды — через $b_{вл.}$

вес объема вытесняемой им воды через $V_{об.}$,

то вес такого куска торфа в воде, т.-е. давление его на нижележащий слой, выразится:

$$D = (T + b_{вл.}) \cdot V_{об.} \dots \dots \dots (1)$$

В частном случае, если вес сухого вещества куб. метра свежего торфа $T = 200$ кг, вес поглощенной торфом воды $b_{вл.} = 900$ кг (450%), вес вытесняемой воды в пересыщенном болоте $V_{об.} = 1000$ кг (куб. метр), то

$$D = (200 + 900) - 1000 = +100 \text{ кг} \dots \dots \dots (2)$$

Часть $(T + b_{вл.})$ оказывается иногда менее, чем $V_{об.}$ (вес вытесняемой воды), в этом случае, понятно, верхний слой торфа в пересыщенном водою болоте оказывается плавающим, получается зыбучее болото с волнующимся под тяжестью человека покрытием. Например, если на моховом болоте $T = 80$ кг $b_{вл.} = 800$ кг (1000%), $V_{об.} = 1000$ кг, то

$$D = (80 + 800) - 1000 = -120 \text{ кг} \dots \dots \dots (3)$$

В нашем примере вес 1 куб. м насыщенного водою торфа равен 1100 кг, т.-е. куб. метр тела, состоящего из легких растительных остатков и воды, оказывается больше веса куб. метра чистой воды. Но это странно лишь на первый взгляд. Дело в том, что растительные остатки и дерево имеют лишь кажущийся удельный вес меньше воды, так, сухое дерево состоит из клеток, наполненных воздухом. Действительный же вес древесинного вещества, за исключением всех пор, в 1,5 более веса воды. Поэтому если все поры древесины насыщены водою, то такое тело становится тяжелее воды и тонет в ней. Торфвед Гаусдинг указывает действительный вес куб. метра сырой торфяной массы от 1300 до 650 кг.

С проведением осушительных канав начинается удаление воды с болота, и условия давления торфа резко изменяются: при этом по характеру изменения торфа возможно различить три стадии процесса осушения:

1. Отвод верховой воды с болота; в это время давление торфа на нижележащие слои остается без изменения; так как до момента стока всей поверхностной воды торф остается телом, погруженным в воду, и давление выражается той же формулою

$$D = (T + b_{вл.}) - V_{об.},$$

значит никакого уплотнения торфа в этой стадии осушения не происходит, и если часть торфа была приподнята ранее водою, то произойдет лишь опускание поверхности болота, если

же насыщенный торф был тяжелее воды, то не произойдет и опускания. Эта стадия иллюстрирована на рис. 56, где мощность торфа принята для упрощения в 1 м, а вес и влагоемкость его, как в равенстве (3).

2. Понижение грунтовой воды в болоте; с началом этой стадии отвода воды условия давления торфа резко изменяются. На-

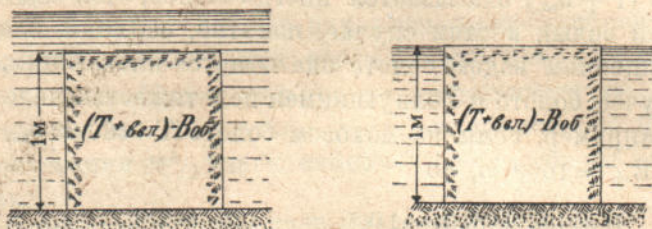


Рис. 56.

сыщенный до полной влагоемкости торф хотя еще и остается очень богатым водою, но уже не будет в условиях тела, погруженного в воду, и потому обнаруживает давление на нижние слои не только своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им свойством влагоемкости, т.-е.

$D = (T + b_{вл})$, при чем глубина грунтовой воды изменяется от 0 до h (глубина болота). Это давление будет тем больше, чем на большую глубину опустится грунтовая вода.

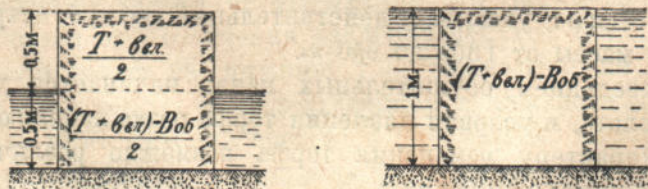


Рис. 57.

В принятом нами ранее примере при понижении грунтовой воды на $x = 1$ метру ниже поверхности болота, давление слоя торфа в 1 м выразится:

$$\text{давл.} = 200 + 900 = 1100 \text{ кг,}$$

т.-е. увеличится в одиннадцать раз по сравнению с давлением при пересыщенном водою состоянии болота; при промежуточ-

ном понижении на полметра, $x = 1/2$ метра, верхняя половина будет давить весом (рис. 57):

$$D_{1/2}^1 = (100 + 450) = 550 \text{ кг},$$

нижняя половина (в воде):

$$D_{1/2}^2 (100 + 450) - 500 = 50 \text{ кг},$$

Общее давление выразится: $550 + 50 = 600 \text{ кг}$.

3. Высыхание торфа испарением воды, удерживавшейся в нем силою влагоемкости, начинается вслед за опусканием грунтовой воды. При этом вследствие уменьшения $b_{в.л.}$ уменьшается и давление торфа на нижние слои. В нашем примере при глубине торфа в 1 м при начале стадии давление будет:

$$D = 200 + 900 = 1100 \text{ кг};$$

при конце, т.-е. при полном высыхании,

$$D = 200 \text{ кг},$$

т.-е. давление в этот период уменьшается до постоянного веса сухого вещества торфа, но все же остается более давления в период пересыщения болота водою.

В промежуточном положении, при испарении влагоемной воды на $1/2$ м, давление будет (рис. 58): верхней половины —

$$D_{1/2}^1 = T = 100 \text{ кг},$$

нижней половины —

$$D_{1/2}^2 = T + b_{в.л.} = 100 + 450 = 550 \text{ кг}.$$

В сумме:

$$100 + 550 = 650 \text{ кг}.$$

Ход изменения давления в каждой из стадий изображается графически кривой, где по оси абсцисс должны быть отложены степени высыхания болота, а по оси ординат давление торфа (рис. 59). В 1-й стадии, понижения уровня пересыщающей болото воды, давление остается постоянным; во 2-й стадии, при понижении грунтовых вод, давление торфа увеличивается и



Рис. 58.

достигает наибольшего перед началом испарения; в 3-й стадии: при испарении влагоемной воды, давление уменьшается и достигает постоянной величины, большей, чем в первой стадии.

В действительных условиях природы стадия 2-я — понижение грунтовых вод — и стадия 3-я — испарение влагоемной воды — сливаются, и потому кривая давления при исследовании явления на опыте будет плавно переходить от повышения к понижению, а не изгибаться под углом, как изображено на графике.

Уравнение, более близкое к действительным условиям, именно уравнение гиперболического параболоида, выведено нами

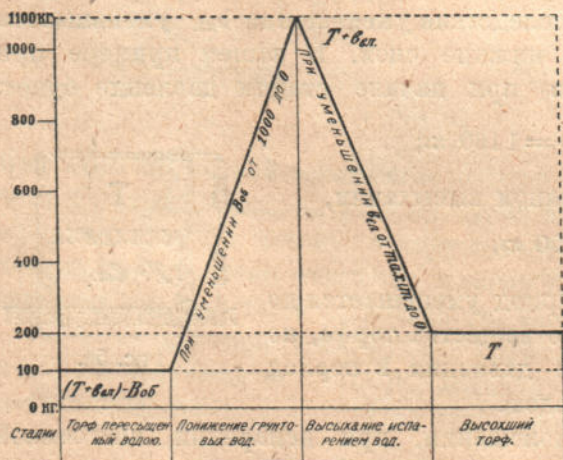


Рис. 59.

в статьях, помещенных в известиях Научно-экспериментального торфяного института за 1922 г. и в материалах Западной опытно-мелиорат. организации за 1923 год.

Исходя из вышеприведенных формул давления и зная свойства (вес и влагоемность) данного торфа, возможно вычислить давление его при разных ста-

диях осушения на любой глубине, подставляя соответствующие цифры в формулы:

$$(n \cdot T + n \cdot b_{в.л.}) - n \cdot B_{об} \dots \dots \dots (4)$$

При стоянии воды выше уровня болота, где, для упрощения, в конкретном случае:

n — глубина в метрах, на которой определяется давление,

T — вес сухого торфа в куб. метрах,

b_{в.л.} — вес удерживаемой в куб. метре торфа влагоемной воды,

B_{об.} — вес куб. метра воды = 1000 кг.

При стоянии грунтовой воды на 1 м ниже уровня болота:

$$(n \cdot T + n \cdot b_{в.л.}) - (n - 1) B_{об} \dots \dots \dots (5)$$

при стоянии грунтовой воды на k метров ниже уровня болота:

$$(n \cdot T + n b_{\text{вл.}}) - (n - k) V_{\text{об}} \dots \dots \dots (6)$$

при стоянии грунтовой воды ниже глубины, на которой определяется давление торфа:

$$n \cdot T + n \cdot b_{\text{вл.}} \dots \dots \dots (7)$$

T — вес сухого вещества кубического метра торфяной почвы равен в среднем ¹⁾:

мохового торфа	90	кг
травяного „	250	„
переходного „	180	„

Пример. Определить давление торфа на кв. метр на уровне дна канала на глубине 1,10 м от поверхности, при уровне воды в канале на 0,64 м ниже поверхности болота, весе куб. метра сухого торфа 200 кг и при полной весовой влагоемкости его в 450%. По формуле 6-й:

$$D = (1,10 \times 200 + 1,10 \times 900) - (1,1 - 0,64) \times 1000 = 220 + 990 - 460 = 750 \text{ кг на кв. метр.}$$

Каково было давление торфа на том же горизонте при переполнении болота водою? По формуле 4-й:

$$D = (1,10 \times 200 + 1,10 \times 900) - 1,1 \times 1000 = 220 + 990 - 1100 = 110 \text{ кг}$$

Приведенные схематические вычисления указывают, насколько увеличивается при осушении торфяных болот давление верхних слоев торфа на нижние.

Под влиянием этого давления происходят после осушения уплотнение и осадка торфа во всей его толще от поверхности достилающего болота минерального грунта.

Наблюдать такую осадку легко на всяком канале, прорытом по болоту, в коем погребен росший в прежнее время лес. На чистом дне прорытого канала через некоторое время появляется ярус пней погибшего когда-то здесь леса; по удалении этих пней через несколько лет показываются, как бы вылезают, другие. Это явление прекрасно наблюдается, между прочим, в Туровской даче, Мозырского округа, Белорусской ССР, где, при периодическом капитальном ремонте канала „Бычок“ и других, со дна извлекается каждый раз масса новых и новых корчей. Понятно, что „выпирация“ этих пней с разветвленными кор-

¹⁾ Bersch, Handbuch der Moorkultur. 1909.

ниями быть не может, размывания дна также не происходит; наоборот, канал мелеет и нуждается в прочистках; ясно, что это опускается дно канала, т.е. садится и уплотняется слой торфа ниже дна канала.

Часто наблюдается, как правильное движение воды по каналу, только что прорытому на торфяном болоте через отдельные выступы минеральной почвы, по прошествии некоторого времени нарушается. Перед выступами минеральной почвы образуется в торфяном грунте застой воды в канаве, хотя дно ее в минеральной почве имеет проектную глубину, и нивелировка была сделана правильно. Происходит это лишь потому, что дно канала в торфяном грунте опустилось, в минеральном же осталось на прежней высоте.

Из изложенного объяснения причин осадки торфа, именно сжатия его от высыхания и уплотнения, от увеличения давления верхних слоев, вытекает, что величина осадки болота есть производная трех главнейших факторов:

- 1) глубины канала, обуславливающей высоту торфяного слоя, оказывающего давление на нижние слои;
- 2) глубины всего торфяного слоя на болоте как тела, подвергающегося уплотнению;
- 3) физических свойств торфа, главным образом веса сухого вещества его и влагоемкости его.

Поэтому нормы осадки торфа, выражаемые в некоторых руководствах в процентах только от глубины торфяного слоя или только от глубины осушительных канав, по существу своему не могут быть правильными.

Измерение действительной величины осадки болот немногочисленны и произведены притом за границей.

Так, по сообщению Крюгера, моховое болото в устье Эльбы (Kehdinger Moor) село через $1\frac{1}{2}$ года после осушения на 0,70 м, при глубине торфа 4,5—7 м, а через 15 лет после осушения село уже на 1,21—2,67 м¹⁾. Осадка одного из участков осушенного болота в Галиции (Stojanower Sümpfen) за семь лет составила в среднем 0,35 м при глубине торфа на болоте 2,5—8 м и глубине каналов в среднем 1,20 м²⁾. Моховое болото, глубиною в среднем 10 м и содержа-

¹⁾ Н. Lande. Eine Staatliche Besiedelung im Kehdinger Moor. 1907.

²⁾ А. Kornella. Die Entwässerung der Moor. 1905.

щее 95% воды, по наблюдениям Крюгера, село вдоль канала за 14 лет на 295 см, при чем оно садилось равномерно в течение первых 6 лет, в следующие же годы осадка была весьма мала. Крюгер принимает вообще, что моховое болото садится после осушения для целей культуры в Северной Германии на 10—25% глубины болота. Инженер Корнелла принимает осадку болот в общем в 20—50% глубины канав. В книге „Очерк работ Западной Экспедиции“ указывается, что осадка верхнего слоя болота на следующий год после канализации составляет от 10 до 55% глубины канав.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КАНАВАМИ.

Первым вопросом, возникающим при составлении проекта осушительных работ и требующим притом, как указано выше, решения еще во время производства изысканий, чтобы иметь возможность, не выезжая с места работ, произвести и трассировку канав, является вопрос о расстоянии, на котором следует проводить одну осушительную канаву от другой.

Расстояние между осушительными канавами определяет собою интенсивность канализации или по терминологии, введенной А. Костяковым¹⁾, степень канализации, под которой разумеется длина осушительной сети, приходящаяся на единицу площади:

$$\text{ст. кан.} = \frac{\text{протяжение канав}}{\text{осушаемая площадь}}$$

При решении вопроса о расстоянии между канавами нет и не может быть дано категорического ответа, как это и вообще имеет место в случаях, когда на решение вопроса оказывают влияние условия естественные, агрономические и экономические. Каждый из этих разнородных факторов предъявляет свои требования, идущие часто в разрез с требованиями другого фактора; среднее, рациональнейшее, решение будет различно в различных условиях. При этом следует иметь в виду, что влияние и каждого фактора, даже отдельно взятого, также не всегда твердо установлено.

Расстояние между канавами должно устанавливаться в зависимости от ряда факторов: климата, цели осушения, свойств почвы, притока воды со стороны, движения грунтовой воды, глубины канав и уклона поверхности болота.

¹⁾ А. Н. Костяков. Основные элементы расчета осушительных систем 1916 г.

Влияние климата.

Влияние этого фактора однородно на значительных пространствах, и культур-технику определенного района не приходится принимать в соображения при каждом отдельном проекте. Этот фактор, выражающийся преимущественно в количестве осадков, учитывается чаще при определении размеров поперечных сечений каналов, где влияние его может выражаться в цифрах; зависимость же расстояния между канавами от количества осадков может быть формулирована только в самом общем виде: чем более осадков в данном районе, тем гуще, при прочих равных условиях, должна быть сеть каналов. Среднее годовое количество выпадающих осадков в европейской части СССР, не принимая во внимание Кавказ и юго-восточные степные губернии, колеблется от 300 до 650 миллиметров (слой воды в 1 мм на площади 1 десятины заключает 10,925 куб. метров воды = 1,1 куб. саж.).

Среднее годовое количество осадков в Московской губернии за 1879 — 1911 годы (33 года), по исчислениям В. А. Власова (материалы по климатологии Московской губернии 1914 г.), равно 536 миллиметрам, с колебаниями от 374 до 716 миллиметров.

В бассейне всего верхнего Днепра до г. Киева, по исчислениям Е. В. Оппокова (Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра 1914 г.), среднее годовое количество осадков за 1876 — 1908 годы (33 года) дает слой воды в 559 мм с годовыми колебаниями от 442 до 700 мм, а в бассейне реки Припяти от 416 до 736 миллиметров.

Из приведенных цифр осадков для районов, захватывающих большую часть СССР, ясно, что правильно взятое расстояние между канавами неизбежно окажется в одни годы слишком малым, в другие слишком большим для наиболее благоприятного для роста растений понижения уровня грунтовых вод.

В некоторых случаях влияние осадков компенсируется температурой воздуха; так, северо-восток европейской части СССР беден осадками, но вследствие низкой температуры и малого испарения в этом районе растительность отрадает от значительного избытка влаги в почве.

Влияние цели осушения.

Осушение земельных участков может производиться в различных целях:

- 1) прекращения ежегодного увеличения площади заболачивания,
- 2) отвода с участка верховой воды для получения доступного сенокоса,
- 3) понижения уровня грунтовых вод для улучшения условий произрастания луговых трав или полевых хлебов,
- 4) лесовозобновления и улучшения роста существующего леса или предотвращения гибели его,
- 5) улучшения путей сообщения и создания путей для сплава леса,
- 6) облегчения выработки торфа,
- 7) улучшения санитарных условий района, между прочим предохранений от порчи воды в колодцах от высокого стояния воды на болоте.

Различные растения предъявляют разные требования к высоте стояния грунтовой воды; так, для луговых растений можно считать наиболее благоприятным стояние грунтовой воды на 0,5—0,75 м ниже поверхности земли ¹⁾. На полях наиболее благоприятен горизонт воды на 0,75—1,25 м ниже поверхности земли, в садах на 1,0—1,3 м. Сведения же о том, при каком расстоянии между канавами достигается нужное понижение грунтовой воды, или даже на какое расстояние в сторону распространяется влияние осушительной канавы, весьма скудны. В книге „Очерк работ Западной Экспедиции по осушению болот“ и некоторых других предполагается, что таковое влияние на торфяном болоте распространяется на 250 сажен в каждую сторону, т.-е. канава осушает полосу шириною в 500 сажен.

По наблюдениям инженера Корнелла в Галиции ²⁾, на болоте в Derewnia в бассейне реки Буга влияние канавы глуби-

¹⁾ Усов в книге „Культура болот“ дает 12 вершков, Остафьев (Осушение болот) — 12 вершков, Колесов — 12—16 верш., венский проф. Фридрих (Kulturrechnischer Wasserbau) — 0,5—0,75 м, австрийский инж. Корнелла (die Entwässerung der Moore) — 0,30—0,50 м, Гаске для сев. Герм. — 0,50 м. Флейшер (Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moerwiesen und Moorweiden) для лугов — 0,50 м, для пастбищ — 0,60—0,80 м.

²⁾ Die Entwässerung der Moore für Kulturzwecke. 1905.

ною 0,70 м, при глубине торфа 1—2,5 м, лежащем на песке на уровень грунтовой воды, распространялось на 140 м в сторону. Торф травяной, золы 10%. На другом же болоте в Peratyn, в бассейне реки Стырь при глубине торфа 5 м, влияние канавы глубиною 1,13 м заметно распространялось не более 120 м от канавы. Торф на непроницаемом суглинке, мало разложившийся, с притоком грунтовой воды по сторонам.

По наблюдениям Флейшера 1888—89 г.г. влияние канавы в торфяном болоте совершенно прекращалось на расстоянии 200 м.

По наблюдениям на Раменской гидрометрической станции Московской губернии, в самое неблагоприятное время, именно весной, влияние канала глубиною 1 м на грунтовые воды в торфяном грунте распространяется в сторону весьма заметно на 120 м и едва заметно на 220 м. В Оршинской даче Тверской губернии на моховом болоте влияние канав на грунтовую воду весной почти не обнаруживается, т.-е. вблизи канавы вода стоит в уровень с поверхностью болота.

Цель осушения имеет главнейшее значение при проектировании осушения угодий. Если мелиорация производилась в предположении получения естественного луга, удобного для уборки, то посев трав здесь окажется, понятно, вымокшим; наоборот, если болото осушалось для посева на нем затем луговых трав, но посева почему-либо не произведено, то такое болото после прорытия канав окажется переосушенным, и урожай естественного сена с него понизится: мелиорация окажется убыточной.

Культур-техник при проектировании работ должен всегда уяснить себе род предполагаемой эксплуатации угодия после мелиорации и в пояснительной части проекта указать ясно, для чего проектирована им сеть канав.

Однако необходимо отметить, что род эксплуатации болота после осушения нельзя всегда установить заранее и дать его гидротехнику как основное положение. Род эксплуатации связан с определенным понижением уровня грунтовых вод; величина же технически возможного и экономически выгодного понижения уровня грунтовых вод выясняется после производства гидротехнического обследования.

Такое обследование может иногда выяснить, что понижение грунтовых вод на лучшую для роста культурных растений глубину вообще невозможно вследствие высокого стояния воды в при-

легающей реке, или что в весеннее время угодие покрывается разливом реки, грозящим размыть вспаханную дернину и т. п.; поэтому степень осушения зависит от рода предполагаемой эксплуатации угодия, но и род эксплуатации зависит от возможной технической степени осушения. Более того, и на угодиях, осушение которых технически возможно для всякой культуры, необходимо взвесить экономическую выгодность всякой комбинации. Например, обращение болотистого луга под пашню требует равномерного понижения грунтовой воды на 0,75—1,25 м, стоимость этого понижения по местным топографическим условиям (необходимость пересечения водоотводною канавою песчаных бугров и т. п.) может оказаться столь высокой, что окажется более рациональным ограничиться более мелкими канавами и обратиться угодие в посевной культурный луг. Поэтому ни агроном, ни гидротехник не могут заранее давать друг другу категорически определенных заданий: работа их на мелиорируемом угодии переплетается, а иногда и сливается во времени, и лишь после подробного обследования болота и выяснения тех или иных технических возможностей те или иные задания при совместной работе гидротехника и агронома могут быть установлены.

Большая часть значительных осушительных работ произведена на болотах. Западная Экспедиция работала исключительно на болотах и притом на таких, которые были трудно доступны и дотоле часто совершенно не эксплуатировались; весенняя вода стояла на них до конца мая, после чего они были доступны только пешеходам; проезд и пастьба скота летом возможны были только по некоторым отдельным местам; осушение таких пространств имело целью превратить их в доступные сенокосы, что достигалось отводом только верховой воды, грунтовая же вода в сырое время стоит на таких сенокосных болотах и после осушения в уровень с поверхностью. Весною эти пространства часто попрежнему сплошь затоплены водою. Растительность таких осушенных болот остается в значительной части болотною же.

Для получения указанных результатов, т.-е. обращения недоступных обширных торфяных болот в сырые естественные сенокосы, признается достаточным назначать боковые канавы на расстоянии 425 — 850 м одна от другой при глубине 1—1,2 м (0,5—0,6 сажени). Дальнейшими мероприятиями на таком болоте могут быть: вырубка кустарника, уни-

чтожение кочек, выжигание поверхностного слоя. Посева смесей кормовых трав при указанных расстояниях между канавами обычно не производится вследствие неизбежности вымокания их. Примером образования значительных естественных луговых пространств после проведения на указанном расстоянии осушительных канав является ряд дач Гомельской губернии: Василевичская, Слаунская, Колковская и др. Речицкого уезда.

При желании получить на месте мокрого торфяного болота луг, на котором грунтовая вода стояла бы ниже поверхности земли в сырое время года, по которому можно было бы ездить и применять простейшие культурные приемы улучшения состава растительности, как то: удаление мохового покрова, боронование поверхности, посев малотребовательных травяных смесей без оборота пласта, — канавы глубиною 1—1,2 м должны проводиться одна от другой на 200—400 м; чаще на моховом и глубоком болоте, реже на травяном и мелком болоте; более частое проведение таких глубоких канав на торфяном грунте грозит уже переосушением, и такое болото, без дальнейшей культуры его, будет давать сена менее, чем при расстоянии канав в 400—600 м. Устройство шлюзов на канавах должно уничтожить опасность переосушения, о чем будет сказано подробнее в особой главе. Как на пример хорошего роста трав на таком болоте возможно указать на участок Минской Болотной Опытной станции в имении Лахва Мозырского уезда.

При намерении обратить торфяное болото под посев трав с предварительным оборотом пласта необходимо к проведенным на расстоянии 300 м одна от другой глубоким канавам провести ряды мелких глубиною 0,6—1 м (0,30—0,50 саж.) канав на расстоянии 43—63 м (20—30 саж.) одна от другой. При осушении торфяного болота под культуру хлебов или под огороды расстояние между канавами 21—43 м (10—20 саж.). Обработка участков при этом остается еще вполне удобной [участки 43×300 м (10×150 саж.)], сообщение также свободное (рис. 60).

Корнелла устанавливает для Галиции расстояние между канавами при луговой культуре в 30—100 м; для полевой культуры 20—50 м.

Флейшер в книге „Устройство лугов и пастбищ“ (перевод с немецкого) указывает, что при новых осушках болот и при

средней степени разложения торфа расстояние между канавами можно принимать в 25—30 м (около 12—14 сажен).

В частности можно указать, что на болотном хозяйстве „Рудня Радовельская“ Волынского губернского земства при расстоянии между канавами в 60 м производилась вспашка и успешное культивирование всех распространенных луговых, полевых и огородных растений¹⁾, при чем, по мнению заведывающего хозяйством, расстояние это необходимо признать наибольшим, допустимым по местным условиям. На опытном поле болотной станции возле г. Минска в 1914 г. при расстоянии между канавами на одном участке в 47 м искусственное удобрение под овес на торфяном грунте не давало таких результатов, как на другом участке с расстоянием между канавами в 32 м²⁾, и оптимум осушки для развития овса лежал между 32 и 47 м. Такой же результат получился и для других культур при глубине канав 0,85 м.

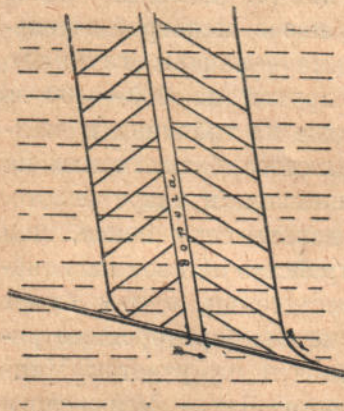


Рис. 60.

Необходимо иметь в виду, что кроме культуры на расстояние между канавами влияют и другие упоминаемые ниже факторы.

Влияние осушительных канав на улучшение роста леса на болотах низинного и смешанного типа распространяется на полосу значительной ширины; произведенные наблюдения указали на примеры увеличения прироста на расстоянии до 640 м (300 саж.) от канавы, на моховых же болотах влияние распространяется обычно на полосу незначительной ширины. На осушаемых болотах появляются заросли сосны, березы и осины; сосна появляется обычно на канализованных моховых болотах, но не идет далеко от канав; по наблюдениям глазомерным, а также по немногим анализам отрубков сосны и проб буровом Пресслера, можно принять, что в среднем рост сосны на моховых болотах улучшается после канализации в по-

¹⁾ Журнал „Болотоведение“ 1915 г., № 2; Л. В. Кузнецкий, „Болотное хозяйство Рудня Рад вельская“.

²⁾ Журнал „Болотоведение“ 1915 г., № 2. Из опытов Минской болотной опытной станции, А. Т. Кирсанов.

лосе не шире 60—100 м в каждую сторону канала; корни ее, идущие при обычных условиях роста глубоко в почву, на болоте, вследствие близости грунтовых вод, развиваются горизонтально, что имеет следствием, между прочим, малую устойчивость сосны на болоте. Березовые заросли на канализованных болотах, особенно травяных, появляются на значительно больших расстояниях от каналов, и таковые можно принять равными до 425 м; болота же с моховым покровом обсеменяются березою значительно труднее.

Из изложенного вытекает, что расстояние между канавами для достижения условий удовлетворительного роста сосны на болоте должно быть около 125—213 м (60—100 саж.), а для роста березы на травяном болоте значительно большее, именно до 800 м.

При осушении болот в целях добычания торфа в основу кладутся совершенно иные соображения; здесь осушительные работы имеют задачу: 1) подготовить поверхность части болота для сушки на нем выработанного торфа; 2) подготвить массу торфа под выработку: последнее должно заключаться: а) в увеличении концентрации сухого вещества в торфе и понижении тем веса единицы объема болотной массы, б) в увеличении сопротивления болотного грунта установке машин, движению людей и пр.

Осушение болота под выработку торфа производится обычно одною глубокою магистралью, чтобы торфяная масса достаточно освободилась от воды на всю глубину выработки. В этом случае нет оснований опасаться переосушения болота, и потому не повредит делу и густая сеть параллельных канав, не препятствующая движению машин. Обычно заранее проводится лишь одна магистраль, боковые же канавы роятся постепенно во время самой выработки торфа. Здесь обращают внимание лишь на то обстоятельство, чтобы осушению подвергалась лишь та часть болота, которая в ближайшее время, т.-е. в данный год, может быть выработана. По окончании сезона выработки торфа магистраль запруживается, чтобы предупредить выветривание торфа. Для подготовки поверхности болота для сушки торфа роятся так называемые картовые канавы, глубиною в среднем 0,70 м, разделяющие площадь сушки на „карты“ — квадраты по 40—55 м в стороне.

Для предохранения прилегающих к болоту земель от надвигающегося на них заболачивания достаточно обычно проведения по границе болота одной значительной канавы.

Влияние свойств почвы.

Род почвы и подпочвы осушаемых угодий влияет на расстояние между канавами как косвенно, ибо от рода почвы зависит в значительной мере способ агрономического использования болота, так и непосредственно, ибо родом почвы обуславливается скорость движения воды в ней, величина испарения, величина запаса воды в ней и пр.

В главе „Свойства почвы“ изложены необходимые гидротехнику для определения расстояния между канавами сведения о водопроницаемости, влагоемкости, капиллярности и способности отдачи воды корням растений, при чем указано, что торф весьма мало проницаем для воды, обладает весьма значительной капиллярной способностью, весьма значительной влагоемкостью и особым свойством при значительной влажности задерживать в себе воду без использования ее растениями.

В главе „Движение воды на болоте“ указано, что в торфяном грунте вода движется главным образом лишь в вертикальном направлении (вверх — вследствие испарения и капиллярности, вниз — вследствие силы тяжести и атмосферного давления) в подстилающий водопроницаемый грунт и по нем идет к осушительному каналу.

Из приведенного в предыдущих главах материала вытекают касательно расстояний между канавами в зависимости от свойств почвы следующие соображения:

1. Вследствие весьма малой проницаемости торфа для воды и движения ее в нем лишь по вертикальным направлениям расстояние между осушительными канавами на глубоком торфяном болоте, изолированном от притока вод со стороны, имеет значение преимущественно для быстрого отвода верховой воды при таянии снега и ливнях.

2. Испарение воды с болота и в связи с этим способность капиллярной подачи воды вертикально вверх оказывают существенное влияние на уровень грунтовых вод в торфяной массе.

3. Водопроницаемость торфа в смысле способности пропускать воду в силу тяжести или атмосферного давления в вертикальном направлении вниз и водопроницаемость подстилающего торф грунта оказывают весьма существенное влияние на быстроту понижения воды в торфяном болоте.

4. Мощность торфа, как оказывающая наибольшее сопротивление стоку грунтовой воды с болота в каналы, имеет важнейшее значение при установлении расстояния между каналами. Отсюда заключения о зависимости расстояния между канавами от свойств почвы и подпочвы болота ясны сами собою, а именно: расстояние между канавами должно быть тем меньшее:

- 1) чем глубже торф на болоте,
- 2) чем меньше водопроницаемость торфяного грунта,
- 3) чем менее водопроницаемость подстилающей торф породы,
- 4) чем менее капиллярная или водоподъемная способность торфа.

Влияние притока со стороны.

Верховые припленные воды на густоту осушительных канав на участке влияния не оказывают, так как эта вода перехватывается при самом входе ее на подлежащий осушению участок. Если она поступает на участок по выраженному руслу, в виде ручья, и отсюда разливается по участку, то к этому руслу подводится начало магистральной осушительной канавы; если припленная вода поступает из боковых ложин, то к ним подводятся от магистрали боковые канавы; если же вода поступает на болото по склонам прилегающих земель, то проводятся нагорные канавы; следовательно, только в этом случае приток припленных вод вызывает проведение лишних канав — нагорных, в остальных же случаях расположение сети канав не изменяется, увеличивается только размер сечения магистрали. При проведении канав нагорных остальные боковые канавы могут быть расположены реже обычного, а часто оказываются в этом случае и вовсе лишними (о расположении канав см. далее).

Приток грунтовых вод есть частный случай притока воды со стороны, но такого, который часто не может быть перехвачен одною канавою; если грунтовые воды движутся по одному определенному направлению или выступают у подошвы склона, т.-е. по определенной линии или даже в определенном месте, в виде ключей, то их влияние на сеть канав таково же, как и припленных верховых вод; проводится специальная перехватывающая канава или к месту выступления их подводится одна из боковых канав. Но выступление грунтовых вод на участок может происходить не в одном каком-либо определенном месте, а слоями, мощностью более обычной глубины осушительной ка-

навы. В этом случае приходится проводить несколько параллельных канав на близком друг от друга расстоянии.

Если места по склону, заболоченному исключительно грунтовой водою, желательно обратить под пашню, что нередко и имеет место, то осушка должна быть, по возможности, полной; если грунтовая вода выклинивается в пределах широкой полосы, то проведение одной канавы в этом случае может оказаться недостаточно; проводятся две или более параллельные канавы на таком друг от друга расстоянии, чтобы дно верхней приходилось на одном горизонте с берегом нижней (рис. 61); в полосе между такой парой канав выклинивающихся грунтовых вод, вообще говоря, оказаться уже не может.

Если местность имеет уклон, например в 0,05 (0,05 м понижения на 1 м горизонтального протяжения), то при указанном расчете канавы глубиною 0,85 м (0,4 сажени) придется проложить на расстоянии 17 м (8 сажен) друг от друга.



Рис. 61.

Примером подобных условий может служить небольшой осушенный участок земли деревни Рузиной возле города Богородска, Московской губернии; склоны долины ручья представляли несмотря на достаточный уклон для стока воды топкое болото, поросшее ольхою, вследствие выступавших по склону грунтовых вод; в 1908 году вдоль ручья прорыта была одна канава; полоса ниже ее оказалась осушенной, полоса же выше ее осталась сырой, так как здесь вода продолжала выступать; участок был предназначен для огородов. Поэтому в 1910 году прорыта была вторая продольная канава выше первой на расстоянии около 30—40 м, которая пересекла несколько подземных ключей, и теперь участок пригоден под всякую культуру.

Встречаются участки, в которых наблюдается напор воды на всей площади их снизу. Чтобы проследить интенсивность такого движения, необходимы устройство буровых скважин и продолжительные наблюдения. При этих условиях необходимы

частые и глубокие каналы на площади всей зоны выступления воды, следовательно предпочтительнее дренаж подземными трубами.

Подобное выступление грунтовой воды снизу происходит, по-видимому, например на ферме Тимирязевской с.-х. академии: при бурении на опытном поле академии проходятся наслоения в таком порядке: 1) верхний растительный горизонт и суглинок, 2) супесчаный горизонт, 3) глина, 4) песок-пльвун на значительную глубину. При прохождении первых трех слоев воды нет, но, пробурив слой глины и дойдя до пльвуна, замечаем, что вода в скважине поднялась и остановилась на высоте второго слоя; следовательно вода находится здесь под напором снизу. Помимо более частого расположения каналов в таких случаях прибегают еще к особым приемам осушения (см. отд. „Глубина каналов“).

Влияние глубины каналов.

Взаимоотношение глубины каналов и расстояния между ними выражается в общем виде так: чем каналы глубже, тем на большем расстоянии одна от другой их можно проводить.

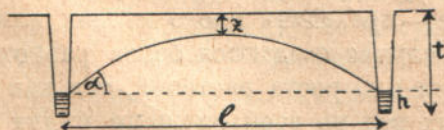


Рис. 62.

Отношение глубины каналов к расстоянию между ними определяет степень осушения.

Сочетание глубины каналов с расстоянием между ними выражается уравнением (рис. 62):

$$t = z + h + \frac{e}{2} \operatorname{tg} \alpha, \text{ где}$$

z — нужная норма осушения, требуемое расстояние грунтовой воды от поверхности;

h — глубина воды в канаве;

α — угол депрессии, зависящей главным образом от свойств грунта.

По Делакруа	в глине	в супеске
$tg\alpha$ среднее	0,09	0,10
$tg\alpha$ наиб.,	0,12	0,026

По нашим вычислениям ¹⁾ на основании материалов, сообщаемых А. Кирсановым ²⁾, в торфяном грунте

$$tg\alpha = 0,012 \text{ близ канавы и}$$

$$tg\alpha = 0,012 - 0,00041 x \text{ на расстоянии}$$

$$x \text{ метров от канавы.}$$

Уровень, ниже которого грунтовая вода не может быть опущена действием канав, называется „горизонтом действия“ канав или дрен. Испарение может, конечно, опустить грунтовую воду и ниже горизонта действия.

По Дарси, Гагену и др., скорость воды в песчаном и мелком гравелистом грунте приблизительно пропорциональна падению и квадрату диаметра зерен. В предположении, что такая пропорциональность сохраняется и в грунтах иного рода, можно вышеприведенное взаимоотношение между глубиной канав и расстоянием между ними выразить более точно: расстояние между канавами, при прочих равных условиях, может назначаться прямо пропорциональным глубине их. Однако далеко не равнозначуще — проводить много мелких или мало глубоких канав: в первом случае создаются более равномерные и благоприятные условия для роста растений, так как разности высот уровня грунтовых вод по всей площади будут незначительны, общее расстояние от поверхности земли может быть достигнуто при этом более соответствующее потребностям растений (на 0,5 м ниже поверхности для растений луговых). При глубоких, но редких канавах создадутся неравномерные условия для произрастания растений; возле канав почва может оказаться переосушенной, в то время как на расстоянии от них грунтовая вода может стоять у поверхности болота. Самое рытье мелких канав обходится дешевле за кубический метр выемки, чем глубоких. Вышесказанное о влиянии глубины приводит к заключению, что и в смысле затрат и в смысле результата выгоднее, до известного предела, проведение двух мелких канав взамен одной глубокой.

¹⁾ В печатающейся книге „Осушение почвы подземным дренажем“.

²⁾ А. Т. Кирсанов, „Болотоведение“, 1915 г.

Влияние уклона и характера поверхности площади.

Попадающая в виде дождя и снега на поверхность болота вода разделяется на три части: часть испаряется вновь в атмосферу, часть стекает по поверхности болота в канавы, если они есть, и в реки, часть просачивается вглубь, где образует подземные водоемы, грунтовые воды, откуда затем также попадает в канавы и реки ¹⁾. О влиянии просачивания воды вглубь и испарении ее в связи с различными свойствами и мощностью торфа и подпочвы изложено ранее.

Сток же воды по поверхности болота зависит от уклона, характера и покрова ее и от близости хорошего водоприемника. Быстрый сток воды в нужное время с поверхности болота является весьма важным для эксплуатации болота. Чем поверхностный сток медленнее, тем большая часть воды будет испаряться в атмосферу; на испарение потребно время и тепло, поэтому, чем медленнее весенний поверхностный сток, тем позже начнется с болота испарение воды грунтовой, тем медленнее весной болото будет прогреваться и тем позже начнется рост трав. Учесть в цифрах влияние каждого из этих факторов вследствие разнообразия их, конечно, невозможно. Изложенное делает ясным, что расстояние между канавами должно быть, при прочих равных условиях, тем менее, чем: 1) менее уклон поверхности болота; 2) чем больше препятствий к стоку воды представляет покров болота.

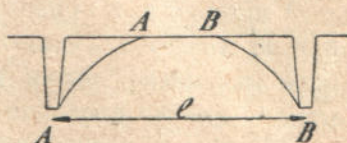


Рис. 63.

Из всего сказанного в настоящей главе вытекает, что для определения расстояния между канавами прежде всего устанавливается цель осушения, в зависимости от которой отыскиваются крайние пределы расстояний. Затем в установленных пределах выбирается уже в зависимости от глубины и рода торфа, рода подпочвы, уклона

¹⁾ Это положение более определенно относится лишь к болотам канализованным. На болотах же не осушенных и в особенности сфагновых выпадающая вода разделяется еще на четвертую часть, которая энергично поглощается верхним моховым покровом и служит для быстрого его нарастания и таким образом извлекается из обычного водооборота.

поверхности, количества осадков и пр. средняя, большая, меньшая или какая-либо промежуточная величина расстояния между канавами.

Изменение расстояния между канавами, пока линии депрессии *ВВ* и *АА* не пересеклись (рис. 63), очень мало отражается на уровне грунтовых вод. В этом случае уровень грунтовых вод обуславливается главным образом испарением; каналы же понижают этот уровень лишь постольку, поскольку, ускоряя сток поверхностной воды, увеличивают время испарения грунтовой воды.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

ПОЛОЖЕНИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ.

В законченной осушительной работе различают открытые каналы двоякого рода: 1) магистральные каналы, служащие преимущественно для отвода воды, поступающей в них из боковых канав, — отводящая часть осушительной системы, 2) боковые каналы (стрелки), служащие непосредственно для приема воды с болота, — регулирующая часть осушительной системы, по терминологии А. Костякова. При этом можно различать боковые каналы 1-го порядка, входящие непосредственно в магистраль, 2-го порядка, входящие в предыдущие, и т. д. Кроме того, здесь следует еще отметить нагорные каналы, предохраняющие участок от заболачивания. Во многих случаях, особенно при экстенсивном осушении, магистраль является в одинаковой мере и водоотводной и осушительной линией. Исключительно же водоотводное значение магистраль имеет при проведении ее до водоприемника, находящегося за пределами осушаемых угодий.

Магистральные каналы.

Магистральные каналы проводятся по болоту, сообразуясь: 1) с горизонталями поверхности болота и руслами существующих протоков, 2) с глубинами торфа, 3) с границами болота и владений, 4) со специальными особенностями положения участка.

1. Магистральный канал, вообще говоря, проводится по самым низким местам осушаемой площади; по этим же местам проходят обычно извилины русла существующего протока. Не следует, однако, стремиться проводить канаву, направляя ее по всем извилинам протока, особенно если уклон болота незначителен; каждый изгиб делает его еще меньшим, экономия в объеме земляных работ часто сводится на-нет удорожанием

куба выемки, так как выемка по цельному болоту производится легче, чем по руслу ручья.

Впоследствии ремонт прямой канавы требует меньших затрат и по причине меньшего засорения ее.

По этим соображениям магистральный канал должен пересекать изгибы ручья, а не следовать по ним или даже быть проведенным в долине ручья в стороне от русла его. В практике выполнение этих положений встречает часто противодействие со стороны землепользователей крестьян, которые обычно желают вести главную канаву по существующему руслу, напротив, землекопы всегда предпочитают работать по цельному болоту. Извилистое русло ручья служит часто границей двух владений; в этом случае исполнение требования техники — вести канаву прямо, — трудно достижимо. При проведении же канавы по руслу получается работа сомнительного достоинства; размеры канавы назначаются большие, чем русла протока, и потому те мелкие изгибы, которые не так бросаются в глаза при малом естественном русле, совершенно уже невозможны в большой канаве. В этих случаях, если долина не слишком узка, и поперечный уклон ее невелик, следует пытаться провести главный канал не в самом низком месте по граничному руслу, а отступая от него примерно на 100 — 200 м; при этом между канавою и границею получается полоса земли, доступ на которую возможен только по устроенным мостам, т. - е. прибавляется расход на мосты; более близкое проведение канала к граничному руслу встречает противодействие со стороны владельцев из боязни, что при узости полосы сама граница будет считаться впоследствии не по ручью, а по канаве, т. - е. от их владений отойдет целая полоса земли, что иногда в жизни действительно имеет место.

2. Помимо настоящего рельефа болота, следует иметь в виду и будущий рельеф его по устройстве осушения. Неканализованное торфяное болото большую часть года бывает обычно пересыщено водою настолько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Неразложившийся мох легче воды, и потому на многих болотах верхний слой торфа и моховой покров оказываются во время избытка влаги плавающими, отчего получается зыбучее болото, с волнующимся под тяжестью человека покровом. Торф травяных

болот более богат минеральными соединениями, имеет более плотное строение и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщении давит на нижележащие слои силою, меньшую своего веса. С проведением осушительных канав условия давления резко изменяются: уровень грунтовой воды понижается, верхний горизонт торфа хотя еще и остается богатым водою, но уже не является телом, погруженным в воду, и потому обнаруживает давление на нижние слои торфа не только всем своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им в силу влагоемкости. Это давление будет тем больше, чем дальше горизонт грунтовой воды от поверхности болота, т. - е. чем глубже проведенные осушительные каналы. Величина давления на один квадратный метр может быть вычислена, исходя из веса сухого торфа. Один кубический метр свежей торфяной почвы содержит в среднем сухого вещества¹⁾:

моховой торф	90 килограммов
травяной	250 "
переходный	180 "

При расстоянии грунтовой воды от поверхности 0,64 м, давление абсолютно сухого мохового торфа на 1 квадратный метр будет $90 \times 0,64 = 57,6$ кг; но так как торф абсолютно сухим в природе быть не может, то это давление всегда больше; при насыщении моха водою до 1000⁰/₀ от своего удельного веса давление на квадратный метр при той же глубине грунтовой воды будет уже равно 633 кг (вес воды 576 кг + вес торфа 57,6 кг = 633 кг), т. - е. весьма значительным; но давление будет еще бóльшим, когда болото покрыто лесом или снегом. Под влиянием этого давления происходит с проведением осушительных канав быстрая осадка болота, и тем бóльшая, чем более было насыщено болото водою. Из изложенного ясно также, что осадка происходит не только в слое, лежащем выше дна канав, но и в слое, лежащем ниже дна, так как и он окажется под увеличенным давлением верхних слоев.

О процессе осадки торфа и действительных величинах его изложено подробнее в главе „Осадка торфа“.

Имея в виду осадку торфа, магистральный канал следует пролагать, руководствуясь не только горизонталями поверхно-

¹⁾ Bersch: „Handbuch der Moorkultur“. 1909.

сти болота, но и глубинами торфа, т. - е. горизонталями подпочвы; в противном случае магистральный канал после осадки болота может оказаться выше некоторых участков осушенной площади и потому не окажет того эффекта, который оказал бы при проведении по местам глубокого торфа. При осушении болота со взбученным водою торфом, а тем более с плавающим моховым покровом, горизонтали поверхности вовсе не имеют значения, притом же поверхность такого болота в поперечном направлении часто бывает совершенно горизонтальна. Иногда же поверхность подобных болот бывает в середине выше, чем у краев; на моховых болотах это явление обычно и вызывается процессом их образования (нарастанием мха); на травяных подобный рельеф может образоваться вследствие того, что край болота ежегодно или выкашивается, или вытравливается скотом, так как на таком болоте всегда развивается пышная осоковая растительность; вследствие этого торф на краю такого болота уплотняется скотом и людьми, в середине же болота, трудно доступной, остается более рыхлым; кроме того, скашиваемая по краям болота трава удаляется с болота, трава же, остающаяся на середине болота, идет на дальнейшее торфообразование; в результате середина и торфяных болот оказывается иногда выше краев; подпочва же таких болот обычно в середине гораздо ниже, чем у краев, а потому в таких случаях и главный осушительный канал необходимо вести по середине.

В торфяном болоте магистральную канаву следует вести по возможности целиком в торфяном грунте, обходя, если это не вызывает сильных искривлений, встречающиеся по линии выступы материка, особенно песчаные бугры; такие бугры весьма часто встречаются на болотах. В песчаном грунте откосы, хотя бы и двойные, размываются водою снизу и потому неизбежно обваливаются; канава при этом засоряется не только в пределах, но и ниже, так как напором воды песок относится по течению и отлагается за бугром. Для предохранения песчаных откосов от обсыпания рекомендуется укрепление их плетнем, что связано с расходами. После осадки торфяного болота эти бугры, сохраняя свою абсолютную высоту, выступают над поверхностью болота еще резче, и дно канавы, прорезывающее бугор, окажется выше дна верхней части той же канавы, проходящей по торфяному грунту; следовательно во избежание нарушения

правильного функционирования канавы потребуется в пределах бугра углубление ее дна против нормы ¹⁾).

Особенно необходимо проводить водоотводную магистраль по месту наибольшей глубины торфа при осушении болота под выработку торфа на топливо, так как только при таком положении возможно избежать механической откачки воды из карьера.

3. Помимо требований технических, при проведении магистральной канавы приходится в обычной практике часто иметь в виду и условия юридические. Каждое значительное болото находится обычно в пользовании многих лиц или даже селений, которые редко приходят между собою в соглашение на устройство общей осушительной сети; поэтому иногда приходится составлять проект осушения только части общего болота; в таком случае на положение магистральной канавы оказывают решающее влияние границы землепользования. Для отдельного селения нет смысла, хотя бы это было технически и рационально, вести канаву за свои средства по самой границе землепользования, осушая этим в равной степени и землю соседнего селения; помимо того, границы участка имеют часто весьма причудливую форму, с которой, однако, необходимо считаться; вместо прямой магистрали и правильно расположенных к ней боковых канав пролагается ломаная, технически нерациональная магистраль; если через некоторое время приступит к осушке пользователь и соседнего участка, то ему придется вести также ломаные линии, и в результате получится и иногда получается в действительности неправильная технически сеть канав.

Устранение этого зла стало возможно только с введением законодательным путем принудительного образования так называемых мелиоративных товариществ из всех пользователей данного болота, или вообще всякой площади, нуждающейся в мелиорации; принцип этих товариществ заключается в том, что, если большинство пользователей данной площади желает произвести мелиорацию ее, то остальное меньшинство уже не только не может препятствовать работе на своих землях, но и обязано участвовать в работах материально в мере, соответствующей получаемой от мелиорации выгоде. Принцип принудительного образования водных или мелиоративных товариществ введен в законо-

¹⁾ Подробнее об этом указано в главе „Осадка торфа“.

дательство большинства крупных западно-европейских государств и в СССР со времени революции.

4. Устье магистральной канавы должно быть выведено в реку или какой-либо другой приемник в том месте, где дно приемника не выше и не уже предполагаемого дна канала; в противном случае самый приемник намечается к расчистке. Выведение дна канала на поверхность земли („на-нет“) с тем, чтобы вода шла далее по поверхности земли, допустимо только в узких ложбинах, дно которых и до устройства осушительной канавы представляло неиспользуемую площадь; вообще говоря, этот прием допустим только в целях экономии земляных работ и при выходе ложбины на соседние земли, соблюдая в этом случае осторожность во избежание возможных юридических недоразумений с пользователями нижележащих земель.

При впуске канала в озеро необходимо иметь уверенность, что горизонт воды в нем не поднимется от притока воды, т. е. нужно убедиться, есть ли из озера свободный выход в виде ручья, а также не будет ли озеро, если оно мелко, а канал имеет большой уклон, заноситься взмученными частицами земли, приносимыми водою канала.

В специальных случаях может возникнуть вопрос о вреде впускаемой в озеро болотной воды для жизни рыб в озере.

Повороты магистральных канав допускаются различные в зависимости от многоводности канавы и некоторых специальных условий, напр. сплава леса; чаще принимают, что внутренний угол на повороте не должен быть менее 120° ; собственно углы на поворотах вообще избегаются и заменяются закруглениями в виде дуг окружности; все канавы б. Западной Экспедиции изгибаются по дугам. Если канал должен служить для сплава леса, то радиус дуги закругления делался Экспедицией не менее 60 м; при этом 20-метровые сплавляемые бревна проходят по закруглениям, не ударяясь в откосы.

Боковые канавы.

Положение боковых осушительных канав обуславливается требованиями техники и агрономии; при этом, чем крупнее канавы и чем более экстенсивно предполагаемое использование болота, тем большее значение имеет техника. Напротив, положение относительно магистралей и друг друга мелких канав

при детальном осушении угодия обуславливается почти исключительно требованиями агрономии, в частности — удобства обработки почвы и уборки урожая. Поэтому надлежит сначала выявить отдельно требования и техники и требования агрономии, а затем уже сочетать их в зависимости от излагаемого.

Ясно, что для быстроты и правильности обработки почвы, особенно вспашки парными плугами и посева рядовыми сеялками, единственно удобная форма участка — прямоугольник. Всякий острый угол влечет за собою при обработке участка затрату лишнего времени на повороты громоздких орудий с длинной запряжкой, изнуряет лошадей и людей, увеличивает повреждение орудий, при посеве рядовыми сеялками на поворотах является необходимость ручного подсева и т. д. Еще более затруднений при машинной уборке урожая.

Так как расстояние между канавами при интенсивной эксплуатации угодий, определяемое в 21 — 42 м, недостаточно для удобной работы орудиями, то участку оказывается необходимым давать вытянутую вдоль параллельных канав форму, что не становится в противоречие с техникой осушения, если магистральная канава проведена правильно в соображении с поверхностью болота и глубиной торфа.

При осушении экстенсивном, когда расстояние между боковыми осушительными канавами превышает 200 м, необходимо расположение их сообразовать с условиями правильного движения воды, предупреждения размыва грунта и отложения наносов, возможности сплава леса, выходом грунтовых вод, глубинами торфа и прочими факторами, имеющими тем большее значение, чем многоводнее каналы.

Рассмотрим теперь требования техники для всех встречающихся главных рельефных типов болот.

1. Болото плоское, обширных размеров, с незначительными поперечным и продольным уклонами, без значительного притока грунтовых и верховых вод со стороны; резко выраженных русел потоков нет, приемниками для воды служит река, проходящая в стороне. Значительные площади подобного типа обычны у нас. Разделим их еще более детально на три подтипа.

А — Болото почти горизонтально в поперечном направлении (рис. 64). При этих условиях боковые каналы располагаются к магистрали под углом от 45° до 60° и образуют правильную сеть. Устья канав располагаются или попарно друг против

друга или чередуясь; в пользу первого расположения обычно приводится то обстоятельство, что при нем взаимно уничтожается сила удара струй воды из боковых канав о стенки магистрали, в пользу второго — то, что количество воды в магистрали будет прибывать более равномерно, при чем не будет происходить размыва дна магистрального канала, что при первом случае, при слиянии струй. Так как удара струи воды о стенки магистрали в действительности почти нет, и при расположении боковых канав поодиночке удар парализуется струею воды, идущей по магистрали, и весьма малым углом, под которым можно подвести боковую к магистрали, и так как, с другой стороны:

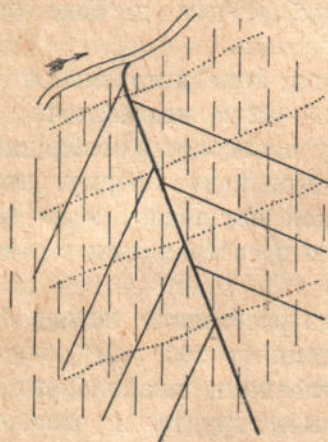


Рис. 64.

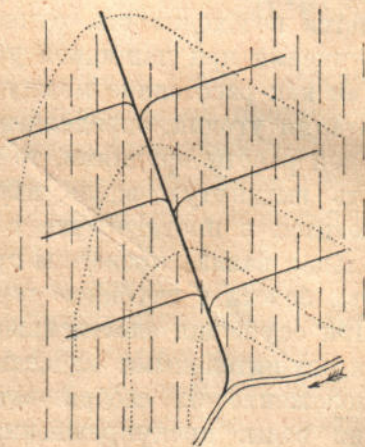


Рис. 65.

неравномерное прибывание воды в магистрали при введении в нее боковых попарно может быть компенсировано соответствующим уширением дна ее, то практически и теоретически оба способа введения боковых канав в магистраль, попарно или поодиночке, равноценны.

В — Болото кроме продольного уклона имеет заметный уклон и с боков к середине; боковые канавы должны быть расположены в этом случае иначе, именно, как указано на рис. 65. В местах поворотов предполагается закругление; расстояние от устья до поворота не менее 53 м.

Устройство закруглений при устьях необходимо лишь при предположении сплава леса и при большом количестве протекающей по канаве воды. При отсутствии этих условий возможно

введение боковой канавы в магистраль под прямым углом; если же канава проведена по границе владений, то поворот является неосуществимым во избежание перерезывания владения.

В— При большом сравнительно с продольным поперечном уклоне болота снова является рациональным расположение боковых канав под острым углом к магистрали, а не перпендикулярно (рис. 66), или же, оставляя расположение боковых канав перпендикулярным к магистрали, проводят каналы второго порядка почти параллельно горизонталям (рис. 67).

Во всех трех случаях указанное направление канав отнюдь не произвольно; верховая вода движется по ровной поверхности

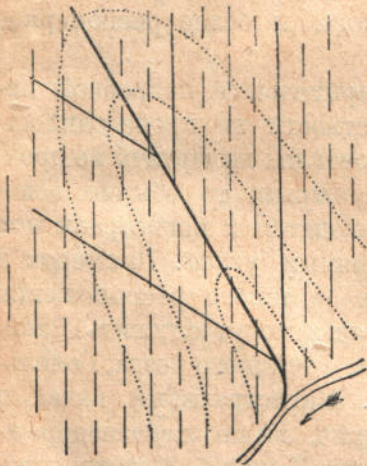


Рис. 66.

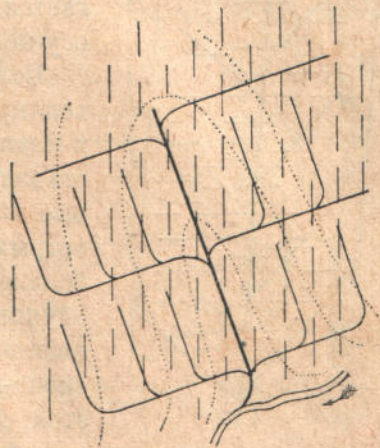


Рис. 67.

болота перпендикулярно горизонталям; если провести боковые каналы в том же направлении, то действие их будет незначительно, так как вода будет двигаться по поверхности болот вдоль канав. Действие канав будет значительнее при проведении их поперек направления движения верховой воды, т. - е. параллельно горизонталям, но в этом случае они не будут иметь естественного уклона, искусственный же уклон дну канавы можно придать только при незначительной длине ее; поэтому выбирают для боковых канав направление среднее, т. - е. проводят их под острым углом к горизонталям местности. После изложенного поднимаемый иногда вопрос о предпочтении расположения сети канав по рис. 64 или по рис. 65 отпадает, так как это расположение зависит только от рельефа местности, и если

на площади, соответствующей рельефу рис. 65, провести боковые каналы под углом в 60° к магистрали, то они пойдут перпендикулярно горизонталям, т. е. нерационально; в то же время, если на рис. 64 провести боковые каналы перпендикулярно к магистрали, то они пойдут параллельно горизонталям, т. е. также нерационально; ясно, что в обоих случаях каналы должны быть проведены только так, как показано на соответствующих чертежах.

Осушительная сеть с боковыми стрелками, перпендикулярными к магистрали, требует на ту же площадь меньшего протяжения каналов, чем при стрелках под острым углом к магистрали. В первом случае достигается, кроме того, и более равномерное осушение.

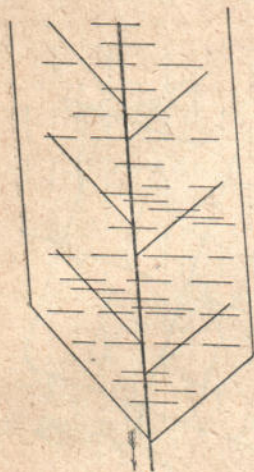


Рис. 68.

Если предварительной подробной нивелировки местности не производилось, и плана в горизонталях вычертить не представляется возможным, то обычно боковые каналы проводятся к магистрали под острым, а не прямым углом. Примером в большом масштабе такого расположения осушительной сети могут служить Василевическая дача, Речицкого уезда, Гомельской губернии. Магистральный канал в этой даче, Ведрич, выше железнодорожного моста линии Гомель — Мозырь, проходит по широкому чистому болоту с

весьма малым уклоном; здесь на протяжении 10 км он принимает с обеих сторон 22 боковые каналы под углом $50-70^\circ$. Часть Раменской дачи, Дмитровского уезда, Московской губернии, где к Макаровскому магистральному каналу подведено 12 боковых каналов под углом $30-50^\circ$. Часть Оршинской дачи, Тверского уезда в бассейне Денисовского магистрального канала, к которому проведены 12 боковых каналов под углом $60-73^\circ$ на расстоянии 530—1060 м (250—500-сажен) одна от другой.

2) На болота предыдущего типа (А, Б) имеется приток верховой воды со стороны вдоль всего болота, или таковой сосредоточен по прилегающим ложбинам. Со стороны притока воды проводится нагорная ловчая, или контурная, канава, идущая на некотором протяжении параллельно магистрали. При этом могут

быть два случая: или на каждой стороне болота проводится по одной специальной нагорной канаве (рис. 68), или же обыкновенные боковые каналы в своих верхних частях проводятся поперек притока воды со стороны и таким образом исполняют функции нагорных канав (рис. 69). Устройство нагорных канав рекомендуется в иных руководствах при осушении всякого участка, так как удачное проведение их часто делает лишним устройство боковых канав в полосе между ними и магистралью (рис. 70). В случае притока воды на болото только по узким ложбинам в них вводятся верховья обычных боковых канав.

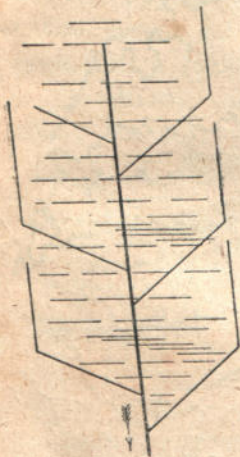


Рис. 69.

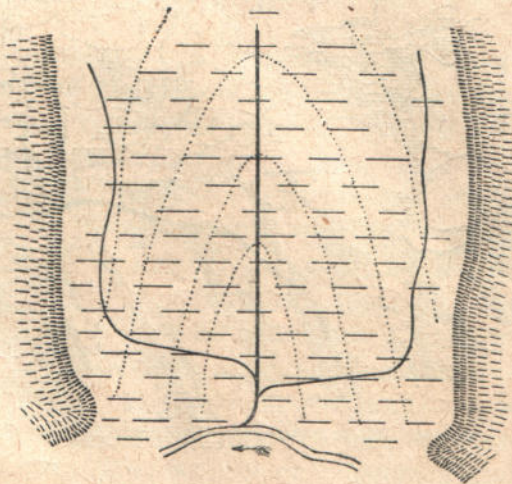


Рис. 70.

Правильное проложение нагорных канав возможно только или после подробной общей нивелировки склона или на чистом месте трассировкою непосредственно помощью нивелира, задавшись определенным уклоном; направление этих канав будет обычно извилистым, так как сухие полосы земли вдаются в болото языками. Несмотря на частые изгибы все же нагорные каналы, пересекая входящие в болото лощины и рядом же сухую полосу земли, проходят по местам не только с резко различающеюся мощностью торфяного слоя, но и с совершенно различными почвами, что имеет следствием неравномерное оседание дна и потому необходимость частого ремонта его.

Примером устройства нагорной канавы в очень большом масштабе может служить Мохоедовский осушительный и сплав-

на этих местах не промерзает. Аналогично случаю притока верховой воды здесь необходимо устройство продольной канавы, перехватывающей воды близ их выступления; трудность заключается в точном определении места и условий выклинивания воды, так как подошва склона обычно занесена наносами.

На чистом лугу линия, по которой выклиниваются грунтовые воды,

часто резко видна по растительности, состоящей из зеленых осок, тогда как места выше ее покрыты более темными злаками.

Детальное ознакомление с условиями выхода грунтовых вод обнаруживает несколько случаев, требующих различного положения осушительной канавы:

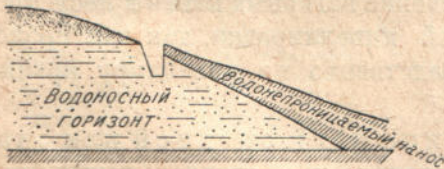


Рис. 73.

уровень грунтовой воды, и прекратится исток ее в прежнем месте.

б) Непроницаемый нанос у подошвы склона настолько толст, что не может быть прорезан канавой (рис. 73); канава проводится в этом случае по линии выклинивания воды и будет лишь перехватывать воду, не понижая почти уровня ее.

с) При предыдущем условии возможно иногда проведение канавы и ниже линии выклинивания воды с тем, чтобы дно канавы местами было углублено ямами, пробуравленными до водоносного горизонта (рис. 74); по этим колодцам вода под напором будет поступать в канаву; уровень грунтовой воды понизится; истечение через край наноса прекратится.



Рис. 74.

д) Водоносный горизонт прикрыт рыхлыми наносами, впитывающими в себя выклинивающуюся воду и выпускающими ее из себя на поверхность земли у подошвы склона, ниже места выклинивания. Для осушения склона канаву необходимо прорыть в этом случае выше линии наружного выхода воды (рис. 75).

Устройство нагорных канав, параллельно идущих магистральной канаве, было бы, например, весьма подходяще в известном Погонно-Лосиноостровском лесничестве возле города



Рис. 75.

Москвы; но такое проведение помимо коренных канав в середине долины еще и параллельных ей нагорных потребовало бы значительных расходов, в лесном хозяйстве мед-

ленно возвращающихся. Проведение нагорных канав в лесу требует подробной предварительной нивелировки, так как проложение канала ощупью непосредственно по нивеллиру крайне затруднительно.

4.—Болото находится в долине реки средней или значительной величины и отделено от ее главного русла прибрежным сухим, местами прерывающимся, валом, прорезанным мелкими руслами. Образование сухой более высокой, чем остальная поверхность, широкой долины, береговой полосы вызывается значительной разностью скоростей воды во время паводков в глав-



Рис. 76.

ном русле реки и по берегам его; вследствие этой разности скоростей несомые водою главного русла взмученные частицы земли, смытые с полей и дорог, осаждаются из воды, проходящей с меньшей скоростью над берегами реки (рис. 76).

В летнее время осадению взмученных частиц способствуют еще заросли травы на берегах, между которыми вода медленно проходит как бы через сито. В результате многолетних отложений и образуются столь распространенные береговые валы.

Эти валы затрудняют сток воды из долины в реку и вызывают или увеличивают ее заболачивание. Подобное явление наблюдается очень часто как в долинах заливных лугов, например по берегам реки Москвы, Клязьмы, Нерской и других осмотренных нами рек Московской губернии, так и на больших болотах по берегам рек Полесья. Во время весенних разливов и летних паводков вода заливают всю долину и несмотря на спадение воды в главном русле реки застаивается в самой долине на продолжительное время.

осушение таких долин является более трудным и не всегда надежным. Наибольшее количество осадков выпадает в евро-

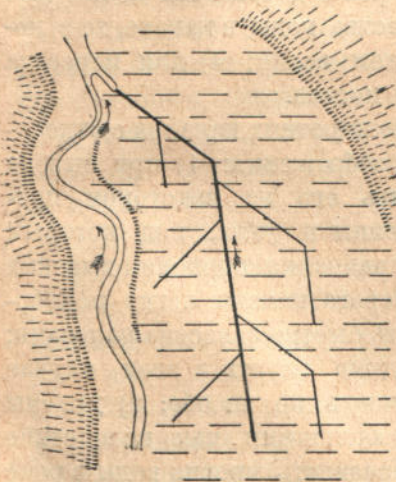


Рис. 77.

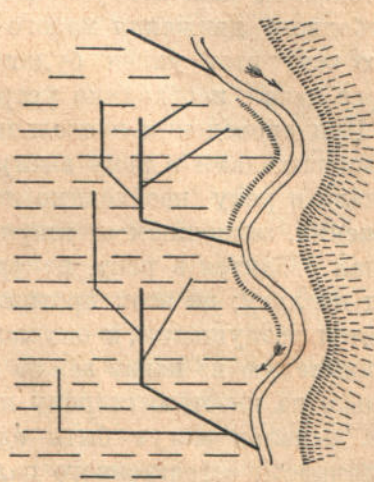


Рис. 78.

пейской части СССР не в осенние месяцы, а в летние, когда производится уборка сенокосов; проведение канав, не предотвращая, конечно, выступления реки из берегов, не может предотвратить и затопление всего луга как раз во время сенокосения; помимо этого канавы, находясь в весенние и летние паводки под движущейся по лугу водою, подвергаются заносу или размыванию смотря по своему положению.

Главный канал проводится посередине, по самому низкому месту долины, вдоль реки и выводится в реку или через одно из прежних русел ее или прорезывая береговую возвышенность; при этом можно провести один канал значительной длины с одним выходом в реку (рис. 77) или несколько коротких каналов,

каждый со своим устьем в реку (рис. 78). В первом случае: 1) получается большая уверенность, что берега канавы не будут обрушены при весеннем или летнем разливах, и сами канавы не будут занесены наносами, так как движение полый воды происходит параллельно такой канаве; 2) является, напротив, опасность размыва каналов вследствие значительной скорости воды в ней во время паводков; 3) в обычное время скорость воды в ней может оказаться недостаточной вследствие малого продольного уклона долины большой реки, искусственное же увеличение уклона дна постепенным углублением канавы от начала ее к концу при большой длине канавы не может быть значительным; если же уклон дуга и реки достаточно велик для свободного движения малого количества воды в канаве, то в полную воду этот уклон будет слишком велик; 4) для переезда через канал необходимо устройство мостов.

При проведении нескольких более коротких каналов с отдельными выходами в реку выступают соображения: 1) при выводе канала в реку необходимо направить его на некотором протяжении, зависящем от ширины долины и угла, под которым канал вводится в реку, поперек направления движения высоких вод по лугу; на этом протяжении берега канавы легко подвергаются разрушению, и она может быть быстро занесена наносами; вынимаемую из канав землю необходимо класть в этом случае только на низовую сторону их, а отнюдь не на обе; 2) уклоны дна каналов могут быть сделаны большими как вследствие наличия естественного падения (разность уровня воды в реке и поверхности болота), распределяющегося на меньшее протяжении, так и возможности вследствие незначительной длины каждой канавы увеличить уклон искусственно; 3) прибрежная полоса луга или болота обычно не представляет ровной поверхности с правильным валом, а изрезана многочисленными извилистыми протоками и прежними руслами, берега которых также возвышены; поэтому нижняя часть канавы редко может быть проведена в реку по прямой линии, минуя все бугры; чаще приходится ее многократно изгибать и местами давать ей направление даже противоположное общему направлению движения полых вод реки; 4) общее протяжение канав в этом случае окажется большим, чем при устройстве одной продольной канавы значительной длины; но размеры их могут быть меньшими как вследствие меньших водосборных площадей каждой из них, так

и вследствие большого уклона; поэтому количество земляных работ может оказаться в этом случае меньшим.

Изложенное показывает, что при данном положении осушаемого участка при назначении линий осушительных канав приходится руководствоваться многими соображениями.

5. — Заболоченный участок расположен в *большой излучине реки*, заливаемой в высокую воду; по лугу обычно видны промоины, котловины и старые русла. В этом случае каналы могут проводиться или по направлению общего течения реки или перпендикулярно ему, поперек струи весенних вод. Кроме изложенных для предыдущего типа соображений, укажем здесь еще дополнительно следующее: весной масса воды ударяет о вогнутый берег излучины и, ежегодно отмывая и отрывая куски земли от него, стремится передвинуть излучину вперед по течению; такое передвижение излучины происходит, однако, настолько медленно, что при обычных осушительных работах во внимание не принимается, и при проектировании канав на таком участке считаются только с опасностью размыва или занесения их.

Уклон поверхности при данном расположении участка, вообще говоря, более уклона поверхности воды в реке, так как то же падение распределяется в реке вследствие извилины на большую длину; поэтому при продольных канавах является опасность не только размыва их, но и спрямления всего русла реки, участок может обратиться в остров, и значительная площадь культурной земли будет потеряна. Но опасность размыва является лишь при продольных канавах незначительной длины, где разность уклонов реки и канав—большая; в других же случаях опасность эту не следует преувеличивать; проведенные по участку каналы и существующие рытвины и котловины наполняются водою при паводках обычно не вливанием ее сверху, а постепенным заполнением снизу; поэтому ни водопадов ни стремительных скоростей по крутым откосам поперечных канав или ложбин в обычных условиях не наблюдается. При повышении воды в реке она проникает на луг через низкие места, прежние русла и устья канав, следовательно не по уклону, а против уклона их дна; поднимаясь все выше и выше, она заполняет все неровности луга, и к тому времени, когда на луг устремляется вода, текущая сверху и вызывающая размывы, уже почти все неровности луга и каналы оказываются залитыми низовой водою и защищенными от непосредственного разрушающего воздействия

верхней воды; при спаде вод происходит подобное явление в обратном порядке: движение воды по лугу прекращается в то время, когда еще все неровности и каналы полны водою; затем уже, по мере понижения горизонта в реке, вода медленно освобождает луг, не образуя водопадов. Такой процесс затопления всех неровностей и самого луга снизу очень хорошо выражен у деревни Подмонастырная-Слобода на реке Сестре, Дмитровского уезда, Московской губернии; весной левая часть долины реки, отделенная от главного русла возвышенным берегом, затопляется водою, поступающей снизу при горизонте воды в реке

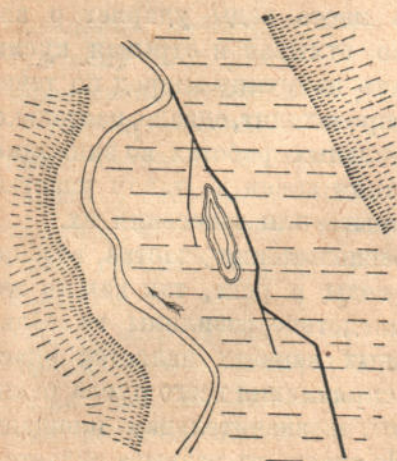


Рис. 79.

на 3,2 м выше зимнего стояния; сквозное же движение воды по лугу начинается только при поднятии горизонта воды в реке более чем на 4,2 м над зимним горизонтом (при высоте воды 119,7 м над уровнем моря), к каковому моменту уже весь луг покрыт водою; но в самой верхней части его, в месте поступления высокой воды из реки, развивается значительная скорость, вследствие большой разности горизонтов воды в реке в этом месте и воды на лугу, горизонт которой равен горизонту воды реки в том месте, откуда луг затопляется;

это место в данном случае лежит на расстоянии около 2 верст.

6) Среди широкого болота в низком месте его по направлению магистрального канала находится озеро. Проведение магистрали в этом случае через озеро, т.е. впуск ее в озеро с одной стороны, и продолжение от озера с другой стороны его не всегда целесообразно, хотя и дает экономию в земляных работах. Если берега озера ясно оформлены и идут круто ко дну, и дно озера значительно глубже предполагаемого дна канала, то проведение магистрали через озеро рационально; если же озеро мелко, дно его илисто, поросшее водными растениями, берега отлоги и топкие, то такое озеро следует обходить, как указано на рис. 79. При отлогих берегах озера необходимо при впуске в него и выпуске из него каналы прочищать его на некоторое протяжение

от берегов внутрь его; если берега состоят из жидкой массы, то канава после прочистки вскоре вновь заплывает илом; помимо того, осушительные каналы в большую воду несут взмученные частицы земли, мелкие корни растений, траву и пр., которые, будучи вынесены в озеро, где течение воды незаметно, осаждаются на дно его или задерживаются между береговыми осоками и тростниками; часть материала осаждается и близ устья канала, поэтому дно озера и устье канавы постепенно повышаются, вследствие чего затрудняется свободное прохождение воды через озеро. Примером обхода озера магистралью укажем на Шестинский канал в Оршинской даче, Тверского уезда, огибающий озеро Черненькое. Рельеф местности может представлять еще и другие условия для расположения осушительных канав, не подходящие ни под один из описанных типов; например, можно встретить котловину, в которой горизонтали образуют замкнутые круги; наичаще же встречается узкая долина, в которой достаточно проведение одной магистрали.

Из изложенного о распределении сети канав ясно, что часто для одной и той же местности можно с одинаковым правом, за невозможностью учесть заранее размываемость грунта и другие естественные условия, провести каналы в одном и в другом, даже перпендикулярно к первому, направлениях, и преимущество того или иного расположения может обнаружиться только впоследствии.

Общими принципами при проектировании канав все же можно признать на основании указанных выше соображений следующие положения:

1. — Каналы не должны идти перпендикулярно или параллельно горизонталям местности, а должны пересекать их под острыми углами; правило это не относится к магистралям, идущим по середине долины, т. е. перпендикулярно горизонталям.

2. — Глубина торфа должна быть принята во внимание при назначении магистрали.

3. — Существующие протоки и ручьи не всегда являются правильными указателями места магистральных каналов.

4. — Вода, попадающая на участок со стороны, будь то верховая или грунтовая, должна быть перехвачена канавами до поступления ее на осушаемый участок.

5. — Мелкие каналы для детального осушения угодия должны вводиться в магистрали под прямыми углами.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

СКОРОСТЬ ВОДЫ В ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВАХ.

Формулы.

Скоростью называется длина пути, пройденного точкою в единицу времени; за единицу времени принимают обычно одну секунду; мера длины пути выражается в метрах. В английских руководствах скорость воды выражается обычно в футах, но большинство формул требуют менее сложных арифметических вычислений, когда все длины выражены в метрах; в СССР при гидравлических вычислениях употреблялись как метры, так и сажени; вычисление в саженях применялось потому, что нивелирование местности всегда производилось помощью реек, деленных на доли сажени, а горизонтالي проводились также через определенные части сажени, а не метра.

В курсах гидрометрии выясняется, что под скоростью воды можно разуметь тройкую скорость: у поверхности, на дне и среднюю скорость потока; в дальнейшем „скорость“ без оговорок будет означать среднюю скорость потока, выражаемую

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{\text{расход воды в секунду}}{\text{площадь живого сечения}}$$

Средняя скорость потока, как то доказывается в гидрометрии, зависит от уклона поверхности воды J , гидравлического радиуса сечения $R = \frac{\text{площадь живого сечения}}{\text{смоченный периметр}}$ и шероховатости дна и стенок ложа потока. Влияние всех этих факторов учитывается формулой Шези: $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$.

При грубых вычислениях скоростной коэффициент c принимается равным 17.

При точных вычислениях коэффициент c определяется по формуле Гангюлье и Куттера
$$c = \frac{1}{n + 23 + \frac{0,0015}{J}} = \frac{n}{1 + \left(23 + \frac{0,0015}{J}\right) \sqrt{R}},$$

при вычислении в метрах, где n — коэффициент шероховатости ложа, принимаемый для канав чистых равным 0,025, заросших травой — 0,030. Определение коэффициента c производится обычно по таблицам или графику (см. прилож. график). При уклонах более 0,001 величина его на коэффициент c уже не влияет, и формула значительно упрощается, обращаясь: при

$$n = 0,030 \text{ — в } c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}},$$

при

$$n = 0,025 \text{ — в } c = \frac{63 \cdot \sqrt{R}}{0,575 + \sqrt{R}}.$$

Подставляя эти значения в формулу $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, получаем: при

$$n = 0,030 \quad v = \frac{56 \cdot R}{0,69 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J}, \quad (1)$$

при

$$n = 0,025 \quad v = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J}, \quad (2)$$

т. е. формулы уже удобны и для арифметического вычисления; но для упрощения и его приводим нижеследующие две таблицы, где коэффициент k , соответствующий определенному R , выраженный в метрах, берется непосредственно из таблиц.

Влияние уклона на коэффициент c весьма мало и при величинах первого в пределах 0,001 — 0,0005, а потому для целей практических и в этих случаях можно пользоваться приведенными таблицами. Для определения в формуле Гангюлье и Куттера коэффициента c по графику поступают следующим образом:

На графике по оси абсцисс представлены величины \sqrt{R} ; ординаты представляют величины искомого коэффициента c . Прямые линии, исходящие из точки $\sqrt{R} = 1$, дают значения n ; уклон же J изображен кривыми, пересекающими линии n .

На графике находят величину \sqrt{R} и соединяют линейкой с точкой пересечения данного уклона J с величиной n , и в том месте, где линейка пересекает горизонтальную линию ординат, находят величину коэффициента c .

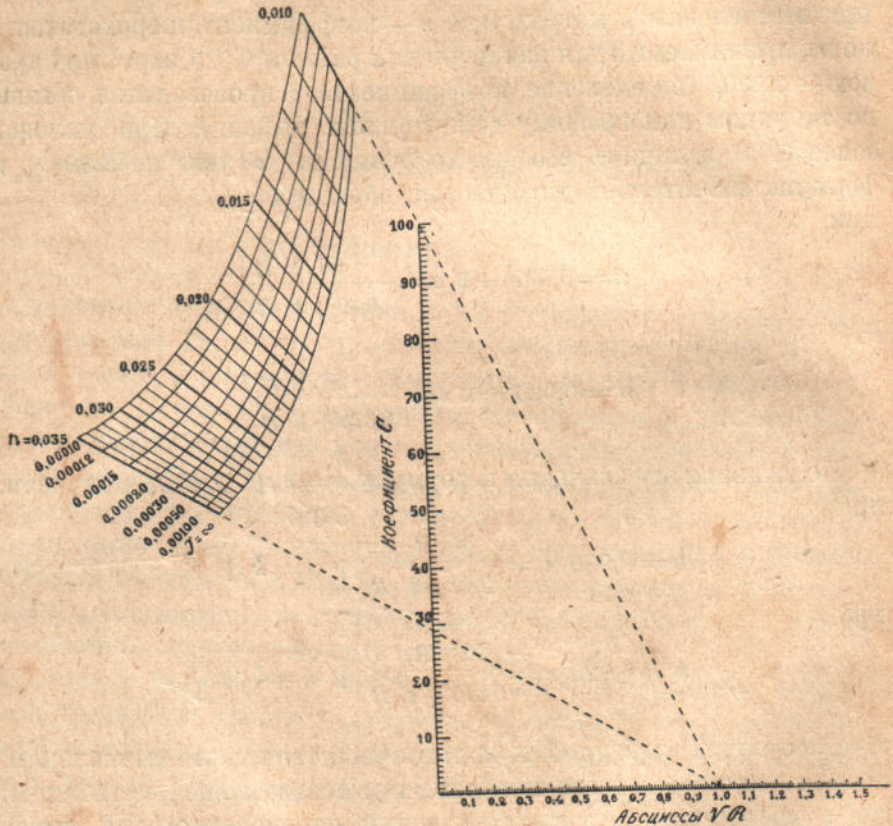


Рис. 80.

Менее употребительно определение коэффициента c по Базену:

Старая формула: $c = \sqrt{\frac{1}{a + \beta R}} \dots \dots \dots (3)$

Новая формула: $c = \frac{87}{1 + \frac{a}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (4)$

Значения a , β , α находят из нижепомещаемой таблицы.
 R — гидравлический радиус.

ТАБЛИЦА I

значений $k = \frac{56 \cdot R}{0,59 + \sqrt{R}}$, коэффициента основной формулы

$v = k \cdot \sqrt{J} = (c \cdot \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$, при коэффициенте шероховатости $n = 0,030$.

R метр	K	R метр	K	R метр	K	R метр	K	R метр	K
0,10	5,56	0,0	13,60	0,50	20,0	0,70	25,69	0,90	30,77
0,11	6,02	0,31	13,95	0,51	20,3	0,71	25,95	0,91	31,02
0,12	6,49	0,32	14,3	0,52	20,6	0,72	26,21	0,92	31,24
0,13	6,92	0,33	14,6	0,53	20,9	0,73	26,48	0,93	31,49
0,14	7,36	0,34	14,95	0,54	21,2	0,74	26,73	0,94	31,73
0,15	7,80	0,35	15,28	0,55	21,5	0,75	26,99	0,95	31,97
0,16	8,2	0,36	15,6	0,56	21,8	0,76	27,26	0,96	32,21
0,17	8,6	0,37	15,92	0,57	22,1	0,77	27,52	0,97	32,45
0,18	9,0	0,38	16,25	0,58	22,4	0,78	27,77	0,98	32,69
0,19	9,4	0,39	16,57	0,59	22,7	0,79	28,05	0,99	32,92
0,20	9,87	0,40	16,9	0,60	22,9	0,80	28,28	1,00	33,14
0,21	10,25	0,41	17,2	0,61	23,22	0,81	28,53		
0,22	10,6	0,42	17,5	0,62	23,50	0,82	28,79		
0,23	11,0	0,43	17,8	0,63	23,79	0,83	29,03		
0,24	11,4	0,44	18,1	0,64	24,05	0,84	29,29		
0,25	11,76	0,45	18,4	0,65	24,33	0,85	29,53		
0,26	12,1	0,46	18,7	0,66	24,61	0,86	29,78		
0,27	12,5	0,47	19,0	0,67	24,88	0,87	30,04		
0,28	12,9	0,48	19,3	0,68	25,15	0,88	30,27		
0,29	13,25	0,49	19,6	0,69	25,42	0,89	30,52		

ТАБЛИЦА II

значений $k = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}}$, коэффициента основной формулы

$v = k \cdot \sqrt{J} = (c \cdot \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$, при коэффициенте шероховатости $n = 0,025$

R метр	K	R метр	K	R метр	K	R метр	K	R метр	K
0,10	7,07	0,30	16,84	0,50	24,57	0,70	31,25	0,90	37,23
0,11	7,62	0,31	17,25	0,51	24,92	0,71	31,57	0,91	37,52
0,12	8,21	0,32	17,67	0,52	25,27	0,72	31,88	0,92	37,78
0,13	8,75	0,33	18,07	0,53	25,52	0,73	32,18	0,93	38,07
0,14	9,29	0,34	18,49	0,54	25,97	0,74	32,49	0,94	38,35
0,15	9,82	0,35	18,90	0,55	26,31	0,75	32,79	0,95	38,64
0,16	10,34	0,35	19,30	0,56	26,65	0,76	33,11	0,96	38,92
0,17	10,85	0,37	19,70	0,57	26,99	0,77	33,41	0,97	39,20
0,18	11,35	0,38	20,10	0,58	27,33	0,78	33,70	0,98	39,48
0,19	11,84	0,39	20,49	0,59	27,67	0,79	34,04	0,99	39,75
0,20	12,33	0,40	20,88	0,60	28,00	0,80	34,31	1,00	40,00
0,21	12,81	0,41	21,26	0,61	28,34	0,81	34,60		
0,22	13,28	0,42	21,64	0,62	28,68	0,82	34,91		
0,23	13,74	0,43	22,01	0,63	29,01	0,83	35,19		
0,24	14,20	0,44	22,38	0,64	29,32	0,84	35,49		
0,25	14,65	0,45	22,75	0,65	29,65	0,85	35,77		
0,26	15,02	0,46	23,12	0,66	29,98	0,86	36,07		
0,27	15,53	0,47	23,49	0,67	30,30	0,87	36,37		
0,28	15,97	0,48	23,85	0,68	30,62	0,88	36,64		
0,29	16,40	0,49	24,21	0,69	30,94	0,89	36,94		

ТАБЛИЦА III
коэффициентов для формул Базена.

Классы.	Характер русла.	Формула 3.		Форм. 4.
		α	β	α
1	Канал из выстроганного дерева или гладко цементированный . .	0,00015	0,0000045	0,06
2	Канал из обыкновенных досок, каменных плит или хорошо пригнанного кирпича	0,00019	0,0000133	0,16
3	Канал из бутового камня . . .	0,00024	0,00006	0,46
4	Канал в земле скаменными стенками или вымощенными откосами, тщательно содержимый, вода без взмученных частиц	0,00028	0,00035	0,85
		0,00028	0,00035	1,30
5	То же с каменистым или заросшим руслом	0,00040	0,00070	1,75

Пример. Определить скорость и расход воды в канале шириною по дну 0,6 м, глубиною 1 м, шириною по верху 2,6 м, при работе его полным сечением и при уклоне дна $J=0,002$.

Площадь живого сечения

$$F = \frac{0,6 + 2,6}{2} \times 1 = 1,6 \text{ кв. м.}$$

Смоченный периметр

$$U = 0,6 + 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{2,6 - 0,6}{2}\right)^2 + 1^2} = 3,42 \text{ кв. м.}$$

Гидравлический радиус

$$R = \frac{1,6}{3,42} = 0,47 \text{ м } \sqrt{R} = 0,68,$$

$$\sqrt{c} = \sqrt{0,002} = 0,045.$$

Скорость $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$.

По форм. Гангюлье и Куттера (сокращенной),
при

$$n = 0,030, c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}} = 23,$$

и

$$v = 28 \times 0,68 \times 0,045 = 0,84 \text{ м/сек.}$$

или непосредственно по таблице № 1 величина $K = c \cdot \sqrt{R} = 20$; $v = 20 \times 0,045 = 0,9 \text{ м/сек.}$

$$Q = 1,82 \times 0,9 = 1,638 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

По форм. Базена, при $a = 1,75$ непосредственно из таблицы № 4 находим $c = 28,1$

$$v = c\sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = 28,1 \times 0,71 \times 0,045 = 0,90 \text{ м/сек.}$$

$$Q = 1,82 \times 0,90 = 1,638 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

При уклоне, меньшем 0,001, на величину c начинает оказывать заметное влияние и уклон, почему для получения точных результатов вычисление величины c ведется по полной формуле Гангюлье и Куттера; так, например, если бы в предыдущем примере уклон J равнялся 0,001, то c по формуле приближенной равно попрежнему 28, а по точной формуле c равно 27; разница все же находится в пределах расхождения вычислений по разным формулам.

Скорость течения воды в канале должна быть, с одной стороны, настолько велика, чтобы дно его не заросло быстро водными растениями, и чтобы из воды не осаждались взмученные частицы почвы; с другой стороны, она не должна быть настолько велика, чтобы дно и откосы канала размывались водой. Установление этих пределов скоростей вследствие бесконечного различия грунтов и рода взмученных частиц не может быть точно.

Наибольшая скорость воды в канавах.

По Флинну (Ирригационные каналы), размывается: песчаное дно при скорости воды 3 фута = 0,91 м в секунду, глинистое дно при 4 футах = 1,22 м.

Проф. Тиме (курс гидравлики) приводит следующую таблицу наибольших допускаемых скоростей:

рыхлая земля	0,076 м в сек.
жирная глина	0,152 " " "
песок	0,305 " " "

хряц	0,609	м в сек.
округленный гравий	0,914	" " "
угловатый гравий	1,22	" " "
конгломераты, мягкий сланец	1,52	" " "
слоистые твердые породы	1,83	" " "
неслоистые твердые породы	3,05	" " "

Цифры взяты им, очевидно, у Морена, которым приводятся почти совпадающие значения.

Раунер („Искусственное орошение земельных угодий“) принимает максимальные скорости течения такие:

в иловатой земле . 0,11	м в сек.	в крупно-камен. гравии	1,86	м в сек.
„ глинистой земле 0,23	" " "	„ скалисто-слоист.	2,27	" " "
„ песчаной земле 0,46	" " "	„ твердо-скалист.	3,70	" " "
„ гравии 0,96	" " "			
„ крупном гольше 1,23	" " "			

Проф. Черепашинский в курсе „Водоснабжение“ считает скорость безвредной, если она не превышает:

в легкой песчаной глине	0,5 — 0,6	м в сек.
„ обыкновенной крепкой глине	0,8 — 0,9	" " "
„ твердой глине и гравии	0,9 — 1,2	" " "
„ мягкой скалистой породе	1,5 — 1,8	" " "

Эти же цифры приведены в курсе „Ирригация“ Рудинского.

По проф. Фридриху (Kulturtechnischer Wasserbau), наибольшая скорость по многочисленным наблюдениям установлена следующая:

иловатая почва и тощая глина	0,10	м в сек.
тонкий песок	0,15	" " "
жирная глина	0,25	" " "
суглинок и грубый речной песок	0,45	" " "
хрящеватая почва	1,0	" " "
грубо-каменистая почва	1,25	" " "
конгломераты и сланцы	1,85	" " "
слоистые горные породы	2,25	" " "
твердые неслоистые породы	3,70	" " "

По Дюбуа, скорости, при которых вода в состоянии увлекать своим течением:

бурюю горшечную глину	0,07	м в 1 сек.
крупный желтый песок	0,22	" " "
хряц в анисовое зерно	0,11	" " "
хряц в горошину	0,19	" " "
хряц в боб	0,35	" " "

По Рейнгардту, размывание различных грунтов начинается при скорости:

плотной земли	0,08 м в 1 сек.
мелкого песка	0,11 " " "
наносной глины	0,15 " " "
плотной глины	0,30 " " "
хрящеватого грунта	0,64 " " "
гальки средней	1,00 " " "
конгломератов	1,49 " " "

По справочной книге Hütte для того, чтобы дно каналов не разрушалось от действия воды, не должны быть превзойдены следующие скорости в одну секунду в грунтах:

илистом или бурой горшечной глине	0,12 м в 1 сек.
мелком песке	0,16 " " "
обыкновенной и жирной глине	0,25 " " "
речном песке жирном	0,50 " " "

В России министерство путей сообщения принимало следующие допускаемые средние скорости:

в плотном песке	0,5 саж. = 1,06 м в 1 сек.
в плотном глинистом грунте	0,8 саж. = 1,83 " " "

Приведенных цифр достаточно для заключения, что точно установленных норм наибольших скоростей не существует; многие из приведенных цифр дают слишком малые допускаемые скорости. Для целей практики наиболее подходящи высшие нормы Флинна: 0,91 м для песчаного дна и 1,22 м для глинистого дна, и нормы б. министерства путей сообщения: для плотного песка 1,06 м и глины 1,83 м в 1 сек.

Наибольшая допускаемая скорость в торфяном грунте вследствие разнородности торфа весьма различна; по плотному волокнистому торфу вода может стекать без ущерба перепадами; весной на осушительных канавах в Раменской даче, Московской губернии, при скорости воды около 0,2 м/сек. в воде некоторых канав взмучена масса крупных торфяных частиц, в других канавах при той же скорости вода идет совершенно прозрачная.

На болотах при обычных условиях размывания канав не приходится опасаться; напротив, они требуют частой прочистки

вследствие зарастания осоками и заплывания илом; насколько можно судить по 2 годичным наблюдениям над проходом весенних вод в Раменском лесничестве, средняя скорость воды в 0,6 м в секунду в торфяном болоте при местных условиях совершенно безвредна.

Берш в „Handbuch der Moorkultur“, 1909 г., допускает в торфяной почве скорость воды, равную 1 м в секунду. Этот же предел указывает и инженер Корнелла в книге: „Die Entwässerung der Moore“.

Наименьшая скорость воды в канавах.

Скорость воды в каналах зависит, как явствует из формулы $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, не только от уклона, но и от гидравлического радиуса сечения, следовательно и от площади живого сечения, которая весьма изменчива; весной канава работает полным сечением, скорость воды наибольшая; затем горизонт воды падает, скорость уменьшается и доходит летом до нуля.

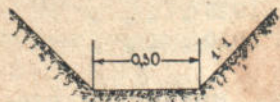


Рис. 80.

Рассчитаем для наглядности скорость воды в канаве шириною по дну 0,64 м = 0,30 саж. (рис. 80)¹⁾ при уклоне 0,001 и разных наполнениях ее:

Глубина воды в м	Гидр. рад. R в м	\sqrt{R}	\sqrt{J}	Коефф. c при n = 0,03	Скорость U м/сек.
1,06	0,50	0,71	0,032	28	0,66
0,85	0,42	0,65	„	27	0,56
0,64	0,33	0,57	„	26	0,47
0,43	0,25	0,50	„	24	0,33
0,21	0,146	0,38	„	20	0,24
0,11	0,084	0,29	„	16	0,15

Таблица указывает, что если летом глубина воды в канаве 0,11 м, а весной 1,06 м, то средние скорости относятся как 1 : 4,5.

¹⁾ На рис. 80, перепечатанном со старого издания, размеры даны в сажених.

Поэтому задаваться при проектировании канав наименьшей скоростью воды бесцельно; в большинстве осушительных канав при всяком их уклоне наименьшая скорость их равна нулю; можно говорить только о наименьшей скорости в то время, когда вода несет взмученные частицы, что соответствует обычно наибольшему расходу. Желательно, чтобы в этот момент скорость была такова, чтобы взмученные частицы не осаждались на дно канала.

В справочной книге „Hütte“ указывается, что средняя скорость потока, если в канале не должно отлагаться:

легкой мути — должна быть $> 0,25$ м/сек
 песка „ „ $> 0,50$ „ „

По проф. Черепашинскому („Водоснабжение“) для того чтобы канал не засорялся илом, скорость не должна быть менее 0,2 м; а для предупреждения осадка песка требуется не менее 0,4 м; чтобы не развивалась растительность, нужна скорость 0,6—0,8 м.

По Флинну (Ирригационные каналы), наименьшая скорость, необходимая для предупреждения осаждения наносов и разрастания водяных растений, в сев. Индии принимается 0,46 м/сек ($1\frac{1}{2}$ фута/сек); в Испании замечено, что средняя скорость 0,61—0,76 м/сек (2 — $2\frac{1}{2}$ фута) препятствует зарастанию водными травами, но не размывает ложа.

Указанные скорости в большинстве осушительных канав не достигаются, и потому, действительно, они чрезвычайно быстро зарастают водными растениями и затягиваются жидким илом, требуя через каждые 4—6 лет расчистки.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

УКЛОН ДНА КАНАВ.

Разность высот h двух точек a и b местности, лежащих на любом друг от друга расстоянии l , называется падением от точки a до точки b ; отношение падения к расстоянию $\frac{h}{l}$ называется средним уклоном местности и обозначается через J ; или иначе, уклон есть падение местности на единице протяжения; выражают уклон или в десятичных долях, напр. уклон 0,001 означает падение в 1 м на протяжение 1000 м, или в процентах;

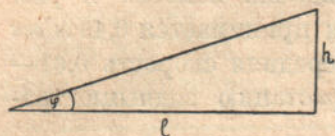


Рис. 81.

так, предыдущий уклон можно выразить через 0,1 ‰, или величиною угла наклона местности к горизонту, равного в данном случае 5 минутам прил., при чем из рис. 81 видно, что $\frac{h}{l} = \text{tg } \varphi$.

В природе уклоны поверхности более 0,1, что составляет угол с горизонтом около 6 градусов, встречаются редко на значительном протяжении; предельный уклон для подъема лошади—около $7\frac{1}{2} - 8\frac{1}{2}^\circ$. Таков, например, подъем Рождественского бульвара в Москве; в Киеве по некоторым улицам с оживленным движением допущены уклоны 0,1 на протяжении 200 м. На железнодорожных линиях наибольший уклон рельсового пути допускается 0,008, что составляет угол с горизонтом всего— $\frac{1}{2}^\circ$.

В гидротехнической практике и такой уклон непомерно велик; уклоны заболоченных широких пространств в Московской губернии, например, колеблются между 0,0003—0,002, в Белорусской ССР между 0,0001—0,0005. Уклоны речек в 0,001 признаются уже значительными, уклоны же больших рек весьма малы, что видим из следующих примеров:

Река Москва между гор. Москвою и впадением ее в Оку .	0,000097
Волга между Тверью и границею Ярославской губернии .	0,000134
Волга в нижнем течении	0,000044
Дон в нижнем течении	0,000052
Днепр в нижнем течении	0,000086
Припять в среднем течении	0,00007
Нева в Ленинграде	0,000014
По в Италии	0,000033
Миссисипи в Северной Америке	0,00002

Уклоны дна осушительных канав при значительном протяжении их не могут значительно отличаться от уклона поверхности болота по линии канала, и так как магистральные каналы проводятся вдоль болота по тальвегу, то они и принимают продольный уклон болота, который колеблется в пределах 0,005 — 0,0001; боковые каналы проводятся, напротив, не по линии наибольшего уклона, а располагаются под тем или иным острым углом к горизонталям, почему уклон их может быть произвольно уменьшаем. Уклоны 0,0001, достаточные для рек, для осушительных канав весьма малы; движение воды в них при этом уклоне и при обычных размерах сечения происходит чрезвычайно медленно; так, при ширине по дну 1 м, что соответствует размеру магистрального канала, глубине воды 0,2 м и откосах 1:1, при уклоне 0,0001, скорость вычислится:

$F=0,24 \text{ м}^2$, $P=1,57 \text{ м}$, $R=0,153 \text{ м}$, $\sqrt{R}=0,39$, $\sqrt{J}=0,01$, $c=20$ (при $n=0,03$), $v=20 \times 0,39 \times 0,01=0,78 \text{ м в сек.}$, т.е. менее самых осторожных норм, указанных ранее.

Так как, однако, дно канала быстро зарастает травой, то, в действительности, скорость еще менее вычисленной; помимо того, всякое случайное засорение канала, напр. обвалом откосов, устройством переходов и переездов, набрасыванием хвороста и пр., или подъем воды в каком-либо месте на 0,2 м, поднятие весьма малое, распространится при уклоне 0,0001 на длину более чем 2000 м, так как подпор текущей воды, как будет указано ниже, распространяется не по горизонтальной плоскости, а по кривой, приближающейся к параболе. Изложенное приводит к заключению, что при уклоне в 0,0001 осушительный канал может исправно функционировать только при весьма тщательном уходе за ним.

При наибольшем уклоне в 0,005 скорость будет в предъидущем примере 0,6 м в 1 сек., следовательно вполне допустимой; но наибольшая скорость должна рассчитываться не при обычном

горизонте воды в канале, а при вышем, приняв за последний для большей надежности высоту в уровень с поверхностью болота; тогда в канале шириною по дну (1 м), откосах 1:1 и глубине 1 м наибольшая скорость, вычисленная по формуле, будет $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = 28 \times 0,72 \times 0,071 = 1,43$ м/сек, т.е. уже песчаное и глинистое дно будет размываться.

Поэтому для магистральных канав как наибольший уклон можно указать 0,002, наименьшим же для каналов с площадью водосбора более 10000 гектар признается 0,0002, что уже весьма мало и делает осушку ненадежной вследствие малой скорости и значительного влияния подпора; лучшими пределами уклонов для магистральных канав можно считать от 0,0005 до 0,001, считая под магистральями канавы протяжением в несколько километров и с водосбором не менее 100 гектар. Чем меньше водосбор, тем меньше опасность большого уклона.

Уклоны боковых канав, имеющих размеры по дну около 0,42 м (0,20 саж.) и глубину не более 1,07 м (0,5 саж.), могут достигать в торфяном грунте без ущерба для их состояния 0,005; как уже указано, направление боковых канав под углом к горизонталям дает возможность придавать им уклон, отличающийся как от продольного уклона болота, так и от поперечного, от краев к середине. При недостаточном уклоне болота имеется некоторая возможность увеличивать уклон боковых канав искусственно, именно, увеличивая их глубину от верховья к магистрали, что дает заметное увеличение; напр., при 0,70 м (0,33 саж.) глубины в начале канала и 1,07 м (0,5 саж.) в устье, при длине канала 1067 м (500 саж.), искусственное увеличение уклона будет $\frac{0,50 - 0,33}{500} = \frac{1,07 - 0,70}{1067} = 0,00034$, т.е. настолько большое, что канава может идти на этом протяжении по горизонтальной местности.

При продольном уклоне болота более 0,002 рекомендуется по большой магистральной канаве устраивать перепады; вообще говоря, их не может быть большое число; например, при уклоне поверхности болота 0,003 и высоте перепадов 0,6 м (0,3 саж.), устраивать перепады пришлось бы на расстоянии $\frac{0,30}{0,003 - 0,002} = 300$ саж. = 640 м.

Уклоны дна проектируемых канав намечаются на вычерченном предварительно профиле поверхности земли по линии их.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

ОТКОСЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ.

Заложение откосов.

Всякий рыхлый грунт, свободно насыпаемый в кучу, образует земляной конус (рис. 82 и 83). Прямая l , соединяющая вершину конуса с основанием, называемая в геометрии образующей конуса, на поперечном профиле канала соответствует длине откоса.

Перпендикуляр h , опущенный из вершины конуса на основание, называемый высотой конуса, аналогичен высоте откоса;

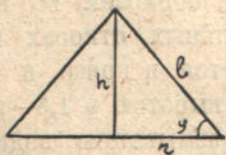


Рис. 82.

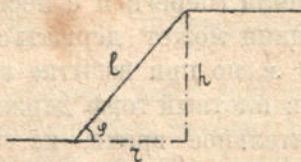


Рис. 83.

линии r — радиусу основания конуса, на профиле канала соответствует заложение откоса.

Угол между образующей конуса и горизонтальной плоскостью, получившийся при свободном насыпании грунта и соответствующий крутизне откоса, называется углом естественного откоса данного грунта; крутизну откоса выражают еще отношением длины заложения его к высоте, в данном случае: $\frac{r}{h} = \text{ctg } \varphi$, и по величине этого отношения называют откос половинным ($1/2:1$), одиночным ($1:1$), полуторным ($1\frac{1}{2}:1$), двойным ($2:1$) и т. д.; вообще заложение откоса n -ое при $\frac{r}{h} = n$.

Угол естественного откоса грунта зависит от величины трения частиц грунта друг о друга, которая значительно изменяется для одного и того же грунта в зависимости от степени его влажности. Средние величины угла естественного откоса приведены в следующей таблице:

Названия грунта	Угол естеств. откоса	Отношение залож. откоса к его выс.
Сухой глинистый грунт	40 — 46°	1,07 : 1
Мокрый глинистый грунт	20 — 25°	2,4 : 1
Песок	30 — 40°	1,4 : 1
Мокрая насыпная земля	30 — 37°	1,5 : 1
Мокрый гравий	25°	2,1 : 1
Мокрый каменный щебень	35 — 40°	1,3 : 1
Вода	0°	∞ : 1

Мокрый грунт образует более пологие откосы, чем тот же грунт сухой, так как смоченные частицы земли легче скатываются друг с другом; мокрый мелкий песок-плывун подобно воде в откосах вовсе не держится.

Грунт целинный, не разрыхленный, держится при гораздо более крутых откосах; так, сухая глина может держаться вертикальной стенкою высотой до 10 м, сырая до 4 м; растительная земля (перегной с песком и глиною, чернозем) во влажном состоянии может держаться в вертикальных откосах высотой до 1,4 м, но при избытке воды обращается в грязь и расплзается; плотный торф держится отвесно высотой в 1,5—2 м продолжительное время, не поддаваясь размыванию воды; торф жидкий плывет при всяком откосе.

При устройстве канав крутизна их откосов имеет большое значение, особенно при незначительной ширине дна; обвал откоса в этом случае засоряет дно во всю его ширину. Хотя канавы роятся обычно в грунте нетронутом, целинном, угол откосов их, однако, никак не должен быть более угла естественного откоса соответствующего грунта, так как: 1) стекающая в канаву сверху, по стенкам ее, верховая вода увлекает за собою с откосов частицы земли, особенно при песчаном и глинистом грунтах; 2) вода грунтовая, попадающая в канаву просачиванием сквозь стенки, вызывает вследствие оказываемого значительного бокового давления обвал их; 3) движущаяся по дну канавы вода подмывает откосы снизу, особенно песчаные, и вызывает этим часто обрушение их и при достаточно пологом заложении; 4) па-

сущийся на лугах и болотах скот, подходя к канавам для водопоя или просто переходя их, значительно обваливает откосы; попав же в глубокую канаву с крутыми откосами, не может выйти из нее и при недосмотре гибнет.

Приводимые различными авторами величины откосов каналов довольно схожи между собою и могут быть сведены в следующую таблицу:

Рыхлая земля, песок, чернозем	$1\frac{3}{4} - 2\frac{1}{2}$
Обыкновенная земля, песчано-глинистая, глинистая или глинисто-песчаная почва	$1\frac{1}{2}$
Песчаная почва	$1\frac{1}{2} - 2$
Плотная глина, гончарная глина	$1 - 1\frac{1}{2}$
Мягкий водянистый торф	$1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$
Обыкновенный торф	$1 - 1\frac{1}{2}$
Сухой торф, торф моховой, малоразложившийся	$\frac{1}{2}$

Западная Экспедиция по осушению болот придавала канавам в торфяном грунте откосы *одиначные*—*двойные* смотря по связности торфа; в глинистом и песчаном грунтах канавы делались с полукторными и двойными откосами, в пльвучих грунтах откосы доводились до тройных; устраиваемые землепользователями на полях и лугах осушительные канавы своими средствами имеют откосы обычно во всяком грунте половинные, т.е. недопустимо крутые; вызывается это преимущественно тремя причинами:

1. — Значительным увеличением земляных работ при устройстве откосов более пологих; так, например, при глубине канавы в 1 м, ширине 0,5 м площадь поперечного сечения будет:

при откосах подовинных	1,000	м ²
„ „	одиначных	1,250 „
„ „	полукторных	1,750 „
„ „	двойных	2,250 „

т. е. отношение объема земляных работ выразится соответственно как 1:1,25:1,75:2,25; помимо быстрого увеличения объема выемки, работа усложняется еще увеличением расстояния, на которое приходится бросать вынимаемую из канавы землю.

2. — На полях приходится считаться с тем, что при пологих откосах канавы занимают значительную полосу на поверхности поля, а также и вал вынутой земли (кавальер) достигает значительной высоты и ширины; на болотах с потерей площади земли под канаву считаться еще не приходится.

3. — Некоторую роль играет и зарастание откосов растительностью; на откосах половинных может держаться только очень редкая трава; на полоторных развивается обычно трава весьма густая; поэтому на полях полоторные откосы канав даже опасны вследствие стремления сорных трав перейти с откосов на культурную площадь.

4. — При пологих откосах ширина канав по верху значительно увеличивается, а это удорожает устройство переездов и переходов.

Сводя все данные и личные наблюдения к простейшему виду, можно принять к руководству следующие величины заложения откосов:

В песчаном грунте	2:1
„ глине	1½:1
„ торфе	1:1

Откос канавы в слабо разложившемся моховом торфе сохраняет свою правильную форму и чистоту много лет, покрываясь иногда лишь отдельными растениями и красноватым налетом листьев росянки.

Практика прорытия боковых канав в торфяном грунте даже с вертикальными (нулевое заложение) откосами в частных хозяйствах Белорусской ССР указывает в некоторых случаях на устойчивость и таких канав; при этом вертикальный откос имеет даже свое преимущество; именно он сам, а тем более дно узкой канавы с таким откосом, труднее промерзает, и потому канава не прерывает своего дренажного действия часто в течение всей зимы.

В руководстве по культуре болот Берша также указывается, что на неразложившемся моховом болоте канавы могут быть выкопаны с вертикальными откосами.

В случае устройства пологих откосов при интенсивном хозяйстве на торфяном грунте рекомендуется засеивать их травами: клевером ползучим, лядвенцем, конареечником, овсяницей, полевицей, мятликом, манником.

Откос перед посевом разрыхляется железными граблями, а после посева уплотняется деревянной лопатой.

При пересечении сыпучего песка или пльвучего грунта всякий пологий откос является недостаточным, и единственным средством предохранения канавы от засорения в этом случае является искусственное укрепление откосов.

ТАБЛИЦА V.

Длина двух откосов при половинном заложении их ($1/2:1$).

Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)
0,10	0,22361	0,40	0,83442	0,70	1,56524
0,11	0,24597	0,41	0,91678	0,71	1,58760
0,12	0,26833	0,42	0,93915	0,72	1,60996
0,13	0,29069	0,43	0,96151	0,73	1,63232
0,14	0,31305	0,44	0,98387	0,74	1,65468
0,15	0,33541	0,45	1,00623	0,75	1,67705
0,16	0,35777	0,46	1,02859	0,76	1,69941
0,17	0,38013	0,47	1,05095	0,77	1,72177
0,18	0,40249	0,48	1,07331	0,78	1,74413
0,19	0,42485	0,49	1,09567	0,79	1,76649
0,20	0,44721	0,50	1,11803	0,80	1,78885
0,21	0,46957	0,51	1,14039	0,81	1,81121
0,22	0,49193	0,52	1,16275	0,82	1,83357
0,23	0,51429	0,53	1,18511	0,83	1,85593
0,24	0,53665	0,54	1,20747	0,84	1,87829
0,25	0,55901	0,55	1,22983	0,85	1,90065
0,26	0,58138	0,56	1,25219	0,86	1,92301
0,27	0,60374	0,57	1,27455	0,87	1,94537
0,28	0,62610	0,58	1,29691	0,88	1,96773
0,29	0,64846	0,59	1,31928	0,89	1,99009
0,30	0,67082	0,60	1,34164	0,90	2,01245
0,31	0,69318	0,61	1,36400	0,91	2,03481
0,32	0,71554	0,62	1,38636	0,92	2,05718
0,33	0,73790	0,63	1,40872	0,93	2,07954
0,34	0,76026	0,64	1,43108	0,94	2,10190
0,35	0,78262	0,65	1,45344	0,95	2,12426
0,36	0,80498	0,66	1,47580	0,96	2,14662
0,37	0,82734	0,67	1,49816	0,97	2,16898
0,38	0,84970	0,68	1,52052	0,98	2,19134
0,39	0,87206	0,69	1,54288	0,99	2,21370
—	—	—	—	1,00	2,23606

ТАБЛИЦА VI.

Длина двух откосов при одиночном заложении их (1:1).

Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)
0,10	0,2823	0,41	1,15248	0,72	2,03616
0,11	0,31108	0,42	1,18776	0,73	2,06444
0,12	0,33936	0,43	1,21604	0,74	2,09272
0,13	0,36764	0,44	1,24432	0,75	2,12100
0,14	0,39592	0,45	1,27260	0,76	2,14928
0,15	0,42420	0,46	1,30088	0,77	2,17756
0,16	0,45248	0,47	1,32916	0,78	2,20584
0,17	0,48076	0,48	1,35744	0,79	2,23412
0,18	0,50904	0,49	1,38572	0,80	2,26240
0,19	0,53732	0,50	1,41400	0,81	2,29062
0,20	0,56560	0,51	1,44228	0,82	2,31896
0,21	0,59388	0,52	1,47056	0,83	2,34724
0,22	0,62216	0,53	1,49884	0,84	2,37552
0,23	0,65044	0,54	1,52714	0,85	2,40380
0,24	0,67872	0,55	1,55540	0,86	2,43208
0,25	0,70700	0,56	1,58368	0,87	2,46036
0,26	0,73528	0,57	1,61196	0,88	2,48864
0,27	0,76356	0,58	1,64024	0,89	2,51692
0,28	0,79184	0,59	1,66852	0,90	2,54520
0,29	0,82012	0,60	1,69680	0,91	2,57348
0,30	0,84840	0,61	1,72508	0,92	2,60176
0,31	0,87668	0,62	1,75336	0,93	2,63004
0,32	0,90496	0,63	1,78164	0,94	2,65832
0,33	0,93324	0,64	1,80992	0,95	2,68660
0,34	0,96152	0,65	1,83820	0,96	2,71488
0,35	0,98980	0,66	1,86648	0,97	2,74316
0,36	1,01808	0,67	1,89476	0,98	2,77144
0,37	1,04636	0,68	1,92304	0,99	2,79972
0,38	1,07464	0,69	1,95132	0,00	2,82800
0,39	1,10292	0,70	1,97960	—	—
0,40	1,13120	0,71	2,00788	—	—

ТАБЛИЦА VII.

Длина двух откосов при полуконном заложении их ($1\frac{1}{2}:1$).

Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)	Глубина канав (сажени или метры)	Длина 2 откосов (сажени или метры)
0,10	0,36056	0,40	1,44222	0,70	2,52389
0,11	0,39661	0,41	1,47828	0,71	2,59994
0,12	0,43267	0,42	1,51433	0,72	2,59600
0,13	0,46872	0,43	1,55039	0,73	2,63205
0,14	0,50478	0,44	1,58644	0,74	2,66811
0,15	0,54083	0,45	1,62250	0,75	2,70416
0,16	0,57689	0,46	1,65855	0,76	2,74022
0,17	0,61294	0,47	1,69461	0,77	2,77627
0,18	0,64900	0,48	1,73066	0,78	2,81233
0,19	0,68505	0,49	1,76772	0,79	2,84838
0,20	0,72111	0,50	1,80278	0,80	2,88444
0,21	0,75717	0,51	1,83883	0,81	2,92050
0,22	0,79322	0,52	1,87489	0,82	2,95655
0,23	0,82928	0,53	1,91094	0,83	2,99261
0,24	0,86533	0,54	1,94700	0,84	3,02866
0,25	0,90139	0,55	1,98305	0,85	3,06472
0,26	0,93744	0,56	2,01911	0,86	3,10077
0,27	0,97350	0,57	2,05516	0,87	3,13683
0,28	1,00955	0,58	2,09122	0,88	3,17288
0,29	1,04561	0,59	2,12727	0,89	3,20894
0,30	1,08167	0,60	2,16333	0,90	3,24500
0,31	1,11772	0,61	2,19939	0,91	3,28105
0,32	1,15378	0,62	2,23544	0,92	3,31711
0,33	1,18983	0,63	2,27150	0,93	3,35316
0,34	1,22589	0,64	2,30755	0,94	3,38922
0,35	1,26194	0,65	2,34361	0,95	3,42527
0,36	1,29800	0,66	2,37966	0,96	3,46133
0,37	1,33405	0,67	2,41572	0,97	3,49738
0,38	1,37011	0,68	2,45177	0,98	3,53344
0,39	1,40616	0,69	2,48783	0,99	3,56949
—	—	—	—	1,00	3,60555

Глубина канавы и заложение откоса определяют длину откоса; при n -ом заложении и глубине h — длина откоса $l = \sqrt{h^2 + (nh)^2} = h\sqrt{1 + n^2}$

При $n = 1/2$,	$\sqrt{1 + n^2} = 1,118$
1,	$\sqrt{1 + n^2} = 1,414$
$1^{1/4}$,	$\sqrt{1 + n^2} = 1,601$
$1^{1/2}$,	$\sqrt{1 + n^2} = 1,803$
$1^{3/4}$,	$\sqrt{1 + n^2} = 2,016$
2	$\sqrt{1 + n^2} = 2,236$

Для ускорения вычисления общей длины обоих откосов канавы (или площади обоих откосов на протяжении 1 погонной единицы канавы) составлены предыдущие таблицы (см. табл. стр. 155, 156 и 157).

Укрепление откосов.

Движущаяся по каналу вода стремится подмыть основание откоса. В связном, торфяном, грунте откос хорошо противодействует этому, но песчаный грунт, особенно при сильном течении воды, размывается быстро, и подмытый снизу откос обваливается на дно. Поэтому песчаные откосы магистральных канав, пропускающих большой объем воды, должны быть искусственно укреплены.



Рис. 84.

Укрепление производится выстилкой хворостом, плетнем, фашинами, досками и камнем по следующим основным типам.

1. — В лесных местностях откос выстилается хворостом, протянутым поперек течения воды, прижимаемым продольными жердями, которые прикрепляются к откосу вбиваемыми в откос анкерными кольями (рис. 84). На 20 погон. м канавы обычных размеров для этого укрепления требуется 9 м³ хвороста, 30 шт. 4 м жердей толщиной 6—9 см и 100—120 штук колеи с крючками длиной по 1 м. Материалом для хвороста служит: ива, ольха, береза; для жердей — сосна, для колеи — всякая порода, не размочаливающаяся при залипании (не ива), лучше сосна и ель.

2. — Плетневой забор (рис. 85) высотой 0,5 м; сосновые или еловые колья толщиной 5 см забиваются у подошвы откоса на глубину 60 см в расстоянии 30 см и оплетаются плотно ивовым хворостом; за хворостяную стенку набивается плотно земля.

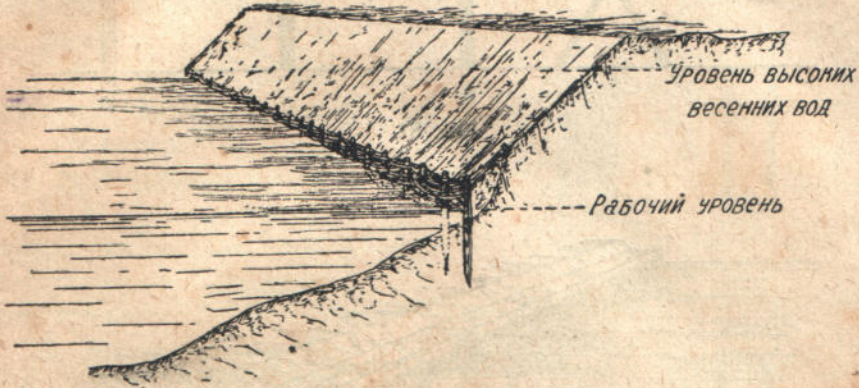


Рис. 85.

3. — Фашинное укрепление (рис. 86) отличается от предыдущего приема лишь тем, что за забитые колья вместо их оплетения закладываются фашины (одни, двое, смотря по значению работ) и засыпаются землей. Для изготовления фашин употребляется ивовый, ольховый и березовый хворост. Вязка фашин

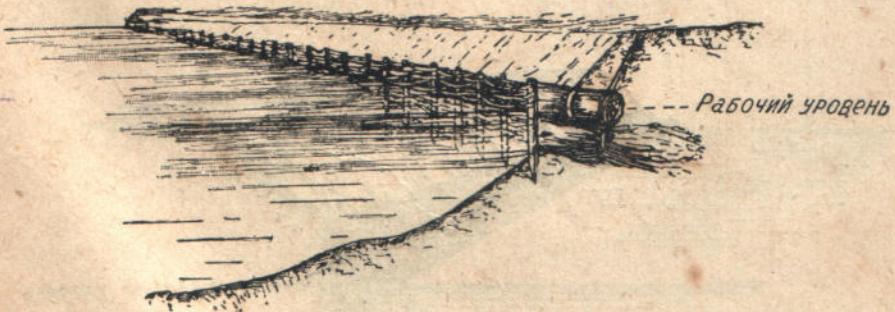


Рис. 86.

производится на стенках — козлах (рис. 87), состоящих из двух наклонно забитых и перекрещивающихся кольев, ветви хвороста укладываются на козлах вершинами к середине, перекрывая одна другую. По наборке хвороста два рабочих стягивают пук

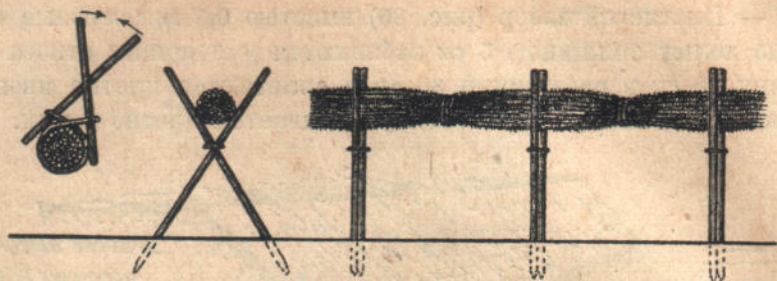


Рис. 87.

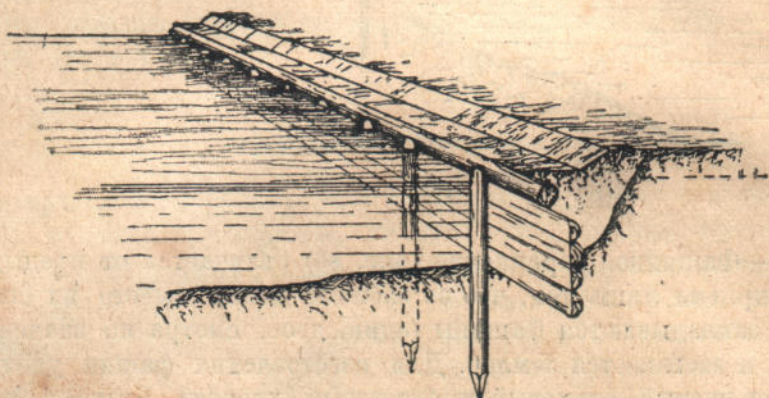


Рис. 88.

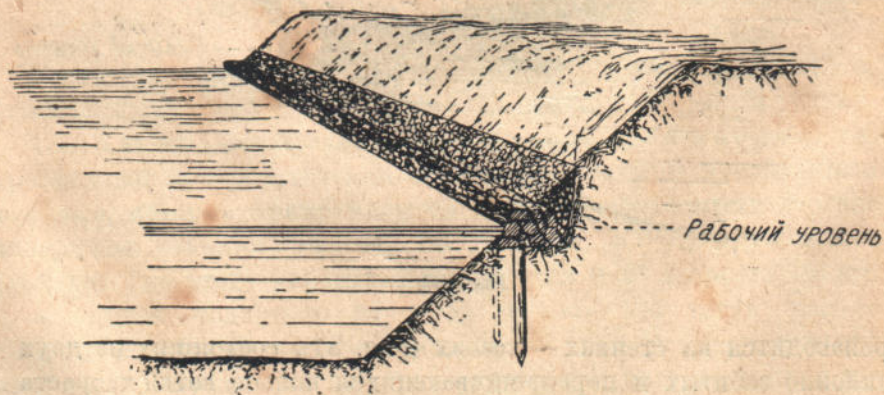


Рис. 89.

посредством веревки или цепи с рычагами, а третий в это время перевязывает место стяжки ивовою вицею; перевязка производится через каждый м и чаще.

4. Пластинная стенка (рис. 89) из досок или пластин высотой до 1 м на сваях, забитых у подошвы откоса на глубину 1 м, покрытых насадкой; стенка засыпана землей.

5. Укрепление из булыжного камня (рис. 89) до горизонта высоких вод по полуторному откосу; у подошвы откоса забит ряд кольев, препятствующих обваливанию камня.

На размывших канавах и руслах рек иногда бывает необходимо сузить поперечное сечение, чтобы получить по всему каналу одинаковую ширину, глубину и скорость воды. Делается это устройством поперечных полузапруд из двойного ряда хворостяного плетня на кольях каждая, между рядами плетня засыпан камень, или затрамбована земля (рис. 90).

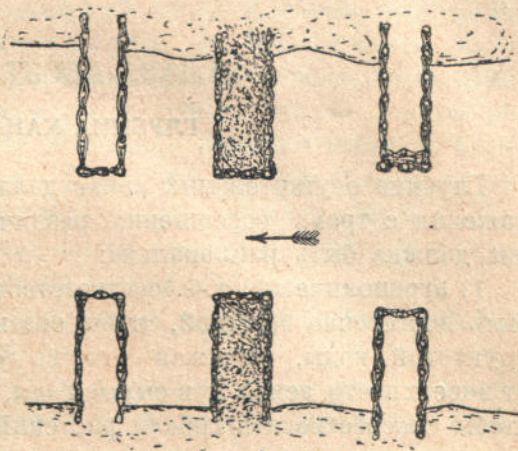


Рис. 90.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

ГЛУБИНА КАНАВ.

Глубина осушительных канав должна определяться в соображении с тремя совершенно различного порядка условиями; она должна быть рациональна:

1) агрономически, т.-е. соответствовать нуждам растений и быть достаточно большой, чтобы оказывать влияние на горизонт грунтовой воды, понижая его на определенное расстояние от поверхности земли и в сырые годы, и не на столько большой, чтобы способствовать гибели растений в засушливые годы;

2) технически, т.-е. размеры ее должны быть таковы, чтобы выполнение их не требовало излишних, непроизводительных расходов, и чтобы поперечный профиль канав сохранился возможно долгое время;

3) гидравлически, понимая под этим способность канавы пропускать при данной площади поперечного сечения наибольшее количество воды.

Условия агрономические.

Решающую роль имеют, разумеется, требования рациональности агрономической, которые изменяются в зависимости от рода осушаемой площади и цели осушения.

Растения требуют определенной влажности почвы. По опытам в сосудах на Бременской опытной станции наилучшая для растений влажность на низинных болотах — 65%, на высоких — 85%. Влажность почвы поддерживается из запаса грунтовых вод, поднимаемых вверх силою капиллярности, и зависит преимущественно от положения уровня грунтовой воды, капиллярности почвы и влагоемкости ее.

Существуют три главнейшие сельскохозяйственные угодия: пашня, луг и лес, и свойственные этим угодиям растения

предъявляют различные требования к грунтовым водам. Немногочисленные литературные данные по этому вопросу, вероятно вследствие почти полного отсутствия природных и опытных наблюдений, дают согласные указания о благоприятнейшем для растений стоянии горизонта грунтовых вод.

Лучшими природными наблюдениями у нас до сих пор являются наблюдения А. Колесова на лугу долины р. Лопани при с. Дергачах, Харьковского округа. А. Колесов на основании многолетних наблюдений над уровнем воды р. Лопани установил среднюю высоту воды в ней за апрель — сентябрь месяцы и назвал эту высоту ординаром; высший горизонт воды в Лопани в среднем за 1891 — 1898 годы устанавливался 12 апреля (н. ст.). Затем всю площадь в 113 десятин поймы р. Лопани в пределах пользования бывш. земледельческого училища А. Колесов делит по высоте на три зоны:

1) возвышенные места, или горбы, никогда не затопляемые, выше 1,15 метра над ординаром;

2) собственно поемный луг, затопляемый весной, но свободный от воды летом, высотой от 0 до 1,15 метра над ординаром;

3) низменные места, лежащие ниже ординара.

Наибольшее число ботанических видов и наибольший урожай травы оказались на высоте 0,53 — 0,71 метра над ординаром, и потому эту зону высоты Колесов считает самую благоприятную для развития естественной луговой флоры. Наблюдений над расстоянием от поверхности луга уровня грунтовой воды Колесовым не производилось, и можно лишь полагать, что в апреле и в начале мая грунтовая вода стоит выше ординара, а в конце мая, июне и в июле — на одном уровне или ниже горизонта воды в реке вследствие большого испарения с луга. Таким образом можно приближенно считать, что, по наблюдениям А. Колесова, самую благоприятную глубину залегания грунтовых вод для естественного луга является глубина 0,53 — 0,71 метра (12 — 16 вершков). По мнению Усова (Культура болот), уровень подпочвенных вод должен находиться сантиметров на 53 от поверхности, если болото предназначено для луга. В справочной книге русского сельского хозяина (издание Девриена) указано, что для полей высота подпочвенной воды должна равняться 1 — 1 $\frac{1}{4}$ метра (0,47 — 0,59 саж.) от поверхности, а для лугов 0,5 — 0,6 метра (0,23 — 0,28 саж.). В книге „Kultur-

technischer Wasserbau“ проф. Фридрих (Friedrich) считает, что уровень грунтовой воды должен быть ниже поверхности земли:

на лугах на 0,5 — 0,75 метра,
 » пашнях » 0,75 — 1,25 »
 в садах » 1,0 — 1,3 »

М. Флейшер (M. Fleischer) для Германии указывает наилучшую глубину грунтовой воды на лугах 0,50 метра, на пастбищах 0,60 — 0,80 метра. Инженер Корнелла по своим наблюдениям в Галиции считает лучшую глубину грунтовых вод для лугов 0,3 — 0,5 метра, для полей 0,5 — 0,8 метра.

Влияние грунтовых вод на урожай чистых культур и травяных смесей исследовалось в 1916 году на Баглачевском опытном поле Судогодского уезда, Владимирской губернии; опыты производились на делянках в 1 кв. саж., грунтовые воды наблюдались в смотровых колодцах. Приведем результаты лишь для 4 травяных смесей следующего состава:

Состав смеси	С м е с и			
	5 Высеяно	6 Килограмм	7 на гектар	8 (=0,915 дес.)
Красный клевер . .	7,5	5,6	5,6	3,8
Тимофеевка	11,3	7,5	5,6	3,8
Шведский клевер . .	—	1,9	1,9	3,8
Лисохвост лугов . .	—	3,8	3,8	4,5
Овсяница лугов . .	—	—	3,8	5,6
Костр безостый . .	—	—	3,8	4,5
Полевика белая . .	—	—	—	2,3

	Средняя глубина г унтов воды за веге ац. период в сантиметрах.	Урожай сена в килограммах на гектар	То же в пу- дах на десят.
Смесь № 5	37	4 710	314
”	39	5 625	375
”	43	7 590	506
Смесь № 6	36	5 040	336
”	39	5 415	361
”	43	6 225	415
Смесь № 7	38	4 050	270
”	38	6 615	441
”	43	6 075	405
Смесь № 8	37	4 410	294
”	39	6 135	409
”	44	6 690	446

Из таблицы ясно, что лучший уровень грунтовой воды для травяных смесей был 0,43 метра. По этому же вопросу были произведены опыты в лизиметрах Фелитценом (H. Felitsen) на опытном поле в Иенчепинге (Швеция). Восемь ящиков из цемента, поперечного сечения 80×80 см, глубиною 50 см, были наполнены хорошо разложившимся осоковым торфом, уже бывшим под культурой, в четырех ящиках была посеяна одна смесь для более сухих почв, в четырех других ящиках была посеяна вторая смесь, рассчитанная для более сырых торфяных почв. Уровень воды поддерживался в ящиках на 50, 40, 30 и 20 см от поверхности торфа. Урожай каждой смеси дал граммов:

При уровне воды	В 1910 г. Травяные смеси		В 1911 г. Травяные смеси	
	сухая	сырая	сухая	сырая
50 см	1525	1466	1460	975
40 "	1296	1488	1555	1980
30 "	1130	1175	1320	1265
20 "	970	907	1470	1075

На основании этих опытов можно считать, что наибольший урожай получается в обычный год на торфяном грунте при уровне грунтовых вод на 40 — 50 см ниже поверхности земли.

Итак, на основании приведенного материала можно принять, что наилучший уровень грунтовой воды для луговых растений есть уровень на расстоянии 50 см от поверхности.

Линия депрессии грунтовой воды круто поднимается близ канавы, и общий горизонт грунтовой воды на участке стоит значительно выше уровня воды в канавах. Поэтому, чтобы добиться понижения горизонта грунтовой воды на глубину, благоприятную для культуры данного растения, следует дно канав назначать на такой глубине, чтобы горизонт воды в канавах был ниже приведенных норм стояния грунтовой воды примерно на 20 см. Полагая еще 10 см на глубину воды, получим следующие глубины осушительных канав, если пре-

следует не только отвод верховой воды, но и понижение грунтовой:

на дугах 0,80 метра
 „ полях 1—1,2 „
 в лесах 1,5 „

Однако и при указанной глубине при проведении канав на расстоянии 600 м друг от друга, как это имеет место на казенных болотах, желательного понижения грунтовой воды отнюдь не достигается, и уже на расстоянии 100—200 метров таковая стоит в уровень с поверхностью болота и понижается лишь летом вследствие испарения; как уже ранее указывалось, такая редкая сеть, хотя и глубоких канав, только предохраняет болото от затопления и делает его доступным для сенокосения. Устройство на полях канав указанной выше глубины в 1—1,2 м, при полуторных откосах, требует значительного расхода и отнимает заметную площадь земли; для устранения последнего обстоятельства на полях, если желают добиться понижения грунтовой воды до горизонта, благоприятного для произрастания хлебов, а не имеют в виду отвод только верховой воды, является более предпочтительным дренаж подземными трубами. Западная Экспедиция по осушению болот проводила канавы средней глубины в 1 м., что должно было давать возможность понижения уровня болотных вод на 0,7 м ниже поверхности земли близ канав; только при осушении ценных лесов глубина канав доводилась до 1,5 метра.

Так как наилучшее расстояние уровня грунтовых вод от поверхности, называемое, по предложению А. Костякова, нормою осушения, различно для луговых и полевых растений, то, чтобы иметь надлежащую норму осушения для всех культур, занимающих по севообороту данный участок, полезно устройство на осушительной сети регулирующих сооружений в виде шлюзов или просто щитовых затворов.

Сфера влияния осушительных канав может быть признана, на основании указанных в главе о расстоянии между канавами грубых соображений, пропорциональной их глубине; однако предпочтительнее, как то указано там же, проводить более мелкие канавы, не выходя из наименьших указанных глубин, на близком расстоянии, чем глубокие на большом расстоянии; при проведении глубоких канав создаются неравномерные условия для роста

растений, и у берегов глубокой канавы болото оказывается переосушенным, и растения в засушливый год выгорают, на расстоянии же 400 м в дождливое время стоит во всех углублениях вода, и болото сохраняет свою зыбкость. При осушении лесов опасность в переосушении значительно менее; корни сосны, например, появляющейся обычно на осушенных моховых болотах, идут далеко вглубь и обыкновенно достигают горизонта грунтовой воды, ниже которого идти не могут; если таковой оказывается близко от земли, то сосна развивает вместо обычного стержневого корня боковые разветвления, и при этом, достигнув некоторой высоты, замедляет свой рост. Поэтому, вообще говоря, как на сенокосных, так и на лесных болотах проведение осушительных канав глубиною, соответственно, 0,8 и 1,2 м и на близком друг от друга расстоянии (до 100 м) переосушения вызвать не может. Устройство же более глубоких канав нежелательно и при значительном расстоянии между ними. Из изложенного следует, что при существующих условиях осушения болот и лесов глубина канав основной осушительной сети назначается независимо от расстояния между ними.

Условия технические.

1.— По мере углубления канавы быстро увеличивается трудность выбрасывания земли из нее; при глубине более 1,4 м приходится уже землю выкидывать в два приема. По нормам Урочного Положения эта трудность учитывается следующими цифрами:

для копания рыхлой земли из рвов глубиною не более 1,4 м (2 аршин)	на 1 куб. м полагать 0,1 землекопа, при глубине
1,4—2,1 м	„ 0,13—0,16
при глубине 2,1—2,8 м	„ 0,17—0,22

2.— Помимо того, борьба с напорающей водою, со спалзыванием откосов и прорывом их под влиянием бокового давления воды в глубокой канаве гораздо труднее. Вследствие указанных двух причин экономически может иногда оказаться выгоднее рыть две канавы в сумме даже большего объема, чем одну более глубокую. При густых зарослях, когда расчистка полосы под канаву требует значительного труда, может создаться положение обратное: выгоднее рыть одну глубокую канаву, чем корчевать пни под две мелкие. Вообще говоря, при глу-

бине более 1,4 м расценка на работу устанавливается повышенная.

3.— Кроме технических соображений, на глубину канав, в известных пределах, оказывает влияние глубина залегания подпочвы. Слой торфа на болотах подстилается часто чистым или сцементированным песком и глиною. Слой песка обычно насыщен водою и представляет легко подвижную жидкую массу — „пльвун“; дно канавы, углубленное в такой грунт, тотчас же или вскоре заносится песком, выдавливаемым с боков канавы при всяком заложении откосов; поэтому дно канав, при подобных условиях, назначается не глубже залегания песчаного горизонта. Если болото подстилается слоем сцементированной породы — ортштейна, то прорезывание его канавою, вообще говоря, желательно, но это весьма затрудняет работу, так как порода часто не поддается ударам лопаты, и приходится куски ортштейна выламывать или вырубать соответствующими орудиями (заступами, ломом и др.). Глиняный слой под торфяным болотом при залегании его на глубине 0,6—0,8 м также полезно затронуть дном осушительных канав, так как такое дно медленнее зарастает водными растениями. Впрочем, при значительных уклонах канав, несущих большое количество воды, обнажение глинистой подпочвы предпочтительнее не производить, а оставлять защитный слой торфа, который вообще лучше сопротивляется размыву, чем глина или песок.

Врезывание дна канав в глиняную или песчаную подпочву на глубину, большую предполагаемой глубины малой воды в канавах, нежелательно, если то не вызывается другими причинами, так как при уровне воды в канаве ниже границы торфяного и подстилающего его грунта нарушается капиллярное поднятие воды по торфу вверх; а это поднятие весьма полезно для растений в засушливое время.

4.— При выклинивании грунтовых вод, богатых соединениями железа, выделяющимися из воды при выходе ее на поверхность в виде бурого осадка, канава, перехватывающая их, во избежание более быстрого, чем при обычных условиях, заплывания, назначается несколько глубже прочих канав.

При наличии восходящего снизу вверх тока грунтовой воды понижение горизонта ее может быть достигнуто только глубоким и густо устроенным дренажем; прорытие глубоких, на всем протяжении открытых канав дорого само по себе и от-

нимает уже заметную площадь культурной земли; во избежание этого на дне канав обычной глубины, через определенное расстояние (метров 10), могут быть вырыты или высверлены американским буром большого диаметра отдельные ямы на возможно большую глубину; из этих ям-колодцев собирающаяся в них с глубины напорная грунтовая вода свободно поступает в канаву; для предохранения от засорения колодцы забиваются хворостом или камнями или обделываются деревянными стенками (забиваются 4 пластины); описанный прием более пригоден при устройстве дренажа подземного, так как в открытых канавах эти колодцы должны быстро засоряться.

5. — Глубина канав обуславливается еще и родом их, и изложенное выше относится к канавам собственно осушительным, т.-е. преимущественно к боковым; глубина же главных каналов, служащих главным образом не для осушения непосредственно прилегающей полосы болота, но для отвода воды, поступающей из боковых канав, обуславливается, на первом месте, требованиями гидравлики о достаточной пропускной способности канала, уклоне дна канала, скорости воды в нем и т. п. и затем, в случае возможности, также и требованиями о наиболее благоприятной для растений высоте горизонта грунтовых вод. Дно магистрали должно быть на 0,1 м ниже дна впадающих боковых канав.

По мере принятия боковых канав сечение магистрали должно рассчитываться все на больший и больший расход воды, и это увеличение его пропускной способности достигается обычно не только уширением дна, но и углублением его. При незначительном продольном уклоне поверхности болота и при горизонте воды в приемнике магистрального канала достаточно низком глубина магистральной канавы увеличивается от начала ее к устью в целях увеличения уклона дна ее. При горизонтальности болота в поперечном направлении глубина магистрального канала должна быть для облегчения поступления воды из боковых канав назначена также большей, чем то требуется условиями развития растений. Представляются и случаи обратные: напр., если магистраль отводит воду на значительное расстояние от осушаемого участка и проходит по угодьям, которые в осушении не нуждаются, или таковое не входит в проект, то магистральной может придаваться глубина только достаточная для пропуска воды; случай этот представляется при необходимости

вести канал по соседним землям при прохождении его по узкой долине. При наличии подпора водою приемника (реки, пруда) придавать магистральному каналу в сфере влияния подпора обычную глубину также бесполезно и, помимо того, трудно выполнимо.

Взамен углубления канавы возможно, при напоре воды снизу устраивать на дне канавы на определенных расстояниях колодцы, высверливаемые земляным буром до водонапорного слоя. В скважины вставляются трубы, пучки хвороста и пр.. Вода энергично поступает из трубы в канаву. Такой способ применен в 1909 году на поле Тимирязевской с.-х. академии (пучки хвороста, на Бременской опытной станции.

Условия гидравлические.

Пропускная способность канавы зависит от площади поперечного сечения ее и скорости воды в ней; скорость же воды зависит, между прочим, от гидравлического радиуса сечения — $\frac{\text{площадь поперечного сечения}}{\text{смоченный периметр}}$.

Два сечения одинаковой площади могут иметь различный гидравлический радиус, а следовательно, и скорость воды в них будет различна. Напр., квадратное сечение площадью 16 кв. единиц имеет гидравлический радиус всего $\frac{16}{12} = 1,33$ единицы; прямоугольное сечение той же площади в 2 ед., имея ширину основания в 2 ед., имеет гидравлический радиус всего $\frac{16}{18} = 0,86$ единиц (рис. 91); поэтому скорость и расход воды, при прочих равных условиях, в канале квадратного сечения более, чем в канале прямоугольном с отношением сторон 8 : 2, примерно в $\sqrt{\frac{1,33}{0,89}} = 1,22$ раза, так как

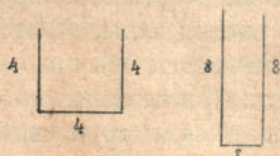


Рис. 91.

Следовательно, отношение между глубиной канала и шириной поперечного профиля его сечения небезразлично для пропускной способности, и правильно выбранная форма сечения может заменить собою напрасную трату на увеличение площади поперечного сечения канала неудачного профиля.

Следовательно, отношение между глубиной канала и шириной поперечного профиля его сечения небезразлично для пропускной способности, и правильно выбранная форма сечения может заменить собою напрасную трату на увеличение площади поперечного сечения канала неудачного профиля.

Осушительные каналы имеют форму трапеции.

Решим поэтому в общем виде вопрос о том, какова зависимость должна быть между элементами поперечного сечения канала трапецеидальной формы, чтобы при данной площади поперечного сечения гидравлически радиус ее был наибольшим:

Площадь поперечного сечения (рис. 92):

$$F = \frac{b + b + 2h \cdot \text{ctg } \alpha}{2} \cdot h = bh + h^2 \cdot \text{ctg } \alpha$$



отсюда:

$$b = \frac{F - h^2 \cdot \text{ctg } \alpha}{h}$$

Рис. 92.

Смоченный периметр

$$P = b + 2 \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{F - h^2 \cdot \text{ctg } \alpha}{h} + 2 \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{(F - h^2 \cdot \text{ctg } \alpha) \cdot \sin \alpha + 2 h^2}{h \cdot \sin \alpha}$$

Гидравлический радиус

$$R = \frac{F}{P} = \frac{F \cdot h \cdot \sin \alpha}{(F - h^2 \text{ctg } \alpha) \cdot \sin \alpha + 2 h^2} = \frac{F \cdot h \cdot \sin \alpha}{F \cdot \sin \alpha - h^2 (\cos \alpha - 2)} \dots (1)$$

Для определения значения h , при котором R будет наибольшим, при условии постоянства F , находим производную от R при переменном h и приравниваем ее нулю:

$$\frac{dR}{dh} = \frac{(F \cdot h \cdot \sin \alpha)' \cdot [F \cdot \sin \alpha - h^2 (\cos \alpha - 2)] - [F \cdot \sin \alpha - h^2 (\cos \alpha - 2)]'}{(F \cdot h \cdot \sin \alpha) - [F \cdot \sin \alpha - h^2 (\cos \alpha - 2)]^2} =$$

отсюда:

$$F^2 \cdot \sin^2 \alpha + F \cdot h^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 2 F h^2 \sin \alpha = 0 \dots (2)$$

$$F \cdot \sin \alpha = h^2 (2 - \cos \alpha)$$

$$h = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}} \dots (3)$$

При таком значении h гидравлический радиус R трапецеидального сечения с данным углом α заложения откосов будет наибольшим, так как производная от уравнения (2), т.-е. вторая производная от уравнения (1), имеет отрицательный знак:

$$- 2 F \cdot 2 h \cdot \sin \alpha$$

Из уравнения (3) видно, что величина h зависит от угла наклона откоса, т.е. от заложения откоса, которое устанавливается обычно зависимо от рода грунта. Если же отвлечься от рода грунта и выбирать поперечное сечение канала, руководствуясь лишь гидравлическими соображениями, то необходимо решить вопрос: при каком угле наклона α откоса данная площадь F трапецидального поперечного сечения будет иметь наибольшую пропускную способность, т.е. наибольший гидравлический радиус R ?

Решение сводится к следующему:

$$R = \frac{F}{P}$$

Определяем величины P и R зависимо от постоянного F и переменного α

$$P = b + 2 \frac{h}{\sin \alpha}, \text{ где}$$

$$b = \frac{F - h^2 \operatorname{ctg} \alpha}{h}$$

$$h = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

откуда:

$$b = \frac{F - \frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha} \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}} = \frac{F - \frac{F \cdot \cos \alpha}{2 - \cos \alpha}}{\sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}} \quad \text{И}$$

$$P = \frac{F - \frac{F \cdot \cos \alpha}{2 - \cos \alpha}}{\sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}} + 2 \cdot \frac{\sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}}{\sin \alpha} = 2 F \cdot \sqrt{\frac{2 - \cos \alpha}{F \cdot \sin \alpha}}$$

$$R = \frac{F}{2 F \sqrt{\frac{2 - \cos \alpha}{F \cdot \sin \alpha}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

$$\frac{d.R}{d.\alpha} = 0,5 \cdot \frac{\left(\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}\right)'}{2 \sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}} = 0.$$

$$\left(\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}\right)' = 0.$$

$$\frac{F \cdot \cos \alpha (2 - \cos \alpha) - F \cdot \sin \alpha \cdot \sin \alpha}{(2 - \cos \alpha)^2} = 0.$$

$$\cos \alpha (2 - \cos \alpha) - \sin^2 \alpha = 0.$$

$$2 \cos \alpha = 1$$

$$\cos \alpha = 0,5$$

$$\alpha = 60^\circ.$$

Следовательно, при угле откоса канала в 60° потребуются наименьшая площадь поперечного сечения, наименьший объем земляных работ для пропуска определенного количества воды.

По произведенным вычислениям наивыгоднейшими в смысле пропускной способности трапециевидными сечениями каналов с различной крутизной откосов будут сечения со следующими отношениями ширины по дну к глубине ($b:h$).

Угол откоса с горизонтом	Заложен. откоса	Гидравлически наивыгоднейшие:			F —площадь поперечного сечения.
		$b:h$	h (глубина)	R (гидр. ра нус)	
90°	0:1	2	$0,707 \sqrt{F}$	$0,3536 \sqrt{F}$	
$63^\circ 20'$	0,5:1	1,23	$0,79 \sqrt{F}$	$0,3715 \sqrt{F}$	
60°	0,58:1	1,15	$0,760 \sqrt{F}$	$0,381 \sqrt{F}$	
45°	1:1	0,83	$0,74 \sqrt{F}$	$0,370 \sqrt{F}$	
$33^\circ 40'$	1,5:1	0,61	$0,69 \sqrt{F}$	$0,3415 \sqrt{F}$	
$26^\circ 30'$	2:1	0,47	$0,635 \sqrt{F}$	$0,318 \sqrt{F}$	
$18^\circ 20'$	3:1	0,32	$0,547 \sqrt{F}$	$0,273 \sqrt{F}$	

На основании вышеприведенных выводов и вычислений, в неразмываемом грунте следовало бы всегда откосы каналов делать под углом в 60° к горизонту. Такое поперечное сечение имеет наименьшую площадь из всех прочих трапециевидных, в том числе и прямоугольного, при одинаковой водопротускной способности.

Однако математическое исследование показывает, что округлая форма сечения, в частности полукруг, имеет еще больший гидравлический радиус при одинаковой с трапецией площади; в самом деле, гидравлический радиус канала полукруглой формы равен:

$$R = \frac{F}{P} = \frac{F}{\pi r} = \frac{F}{\pi \sqrt{\frac{2F}{\pi}}} = 0,400 \sqrt{F}$$

тогда как наибольший R наивыгоднейшего трапециевидного сечения равен $0,380 \sqrt{F}$.

В практике в земляном русле полукруглого сечения устраивать, конечно, не приходится, а устраивается, как ранее указывалось, трапециевидальное сечение с заложением откосов, зависимо от грунта, нулевым, одиночным и полуторным.

Для канавы с одиночным откосом, на основании соотношений вышеприведенной таблицы, получим при ширине по дну:

$b = 0,3$ м	наивыгодн.	глубина	пстока	равна	0,36 м.
$b = 0,4$ "	"	"	"	"	0,48 "
$b = 0,6$ "	"	"	"	"	0,72 "
$b = 0,8$ "	"	"	"	"	0,96 "
$b = 1,0$ "	"	"	"	"	1,20 "

Так как горизонт воды в канаве должен быть на 0,5 м ниже поверхности земли, то для получения наивыгоднейшего поперечного профиля канавы следует к указанным глубинам прибавить эту величину; тогда имеем для канав с одиночными откосами:

при $b =$ (ширина по дну) $= 0,3$ м	полн.	глубина кан.	должна быть	0,89 м
" "	"	0,4 "	" "	0,98 "
" "	"	0,6 "	" "	1,22 "
" "	"	0,8 "	" "	1,46 "
" "	"	1,0 "	" "	1,70 "

Для канав с откосами полуторными получим,

при $b = 0,3$ м, h , с прибавлением 0,50 м,	$= 0,99$ м
0,4 "	1,16 "
0,6 "	1,48 "
0,8 "	1,81 "
1,0 "	2,14 "

Для каналов с откосами половинными ($1/2 : 1$)

при $b = 0,3$ м, h , с прибавлением 0,50 м	$0,74$ м
0,4 "	0,82 "
0,6 "	0,99 "
0,8 "	1,15 "
1,0 "	1,31 "

Сопоставляя требования агрономии, техники и гидравлики, замечаем, что при ширине канав по дну в 0,4 и 0,6 м при половинных и одиночных откосах все они приводят к согласному результату, выработанному практикою осушения болот, именно глубина таких канав должна колебаться

от 1 до 1,2 м; при этой глубине канав грунтовые воды устанавливаются на благоприятной для растений высоте, выкидка земли из канав производится один раз и не требует потому лишних затрат, канавы обладают наибольшей пропускной способностью. При ширинах по дну более 0,6 м и откосах положе одиночных требования указанных трех областей науки приводят к разноречию; гидравлика требует глубин больших, чем то целесообразно агрономически и технически; в этом случае, при проведении канав, имеющих только осушительное значение, должно отдаваться предпочтение требованиям агрономии; при устройстве же магистральных канав, имеющих задачей не только непосредственно осушать, но и отводить воду, поступающую из канав боковых, не следует игнорировать и рациональность гидравлическую, и, наконец, если приходится вести водоотводный канал по чужим владениям или по угодиям, в осушении не нуждающимся, следует руководствоваться при отсутствии опасности переосушения только требованиями гидравлики и техники.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ. ШИРИНА КАНАВ ПО ДНУ.

Общие соображения.

Заложение откосов, глубина и уклон дна канав назначаются в соображении, как ранее указано, с разнородными факторами и друг от друга мало зависимы. Последний же важный элемент размера канав — ширина по дну — назначается в тесном соображении с тремя вышеуказанными элементами: заложением откосов, глубиною и уклоном дна канав и в зависимости еще от четвертого фактора — количества воды, которое проектируемая канава или магистральный канал должны пропускать в единицу времени.

Осушительные каналы на болоте можно приравнять к балкам, на которых держатся полы и потолки строения; от исправного состояния балок, правильно принятого расстояния между ними и пр. зависит надежность всего здания; от правильности распределения канав и исправности их функционирования — успех мелиорации; балки рассчитываются на определенную величину нагрузки на них; каналы — на величину стока воды по ним, т.е. собственно тоже на нагрузку; и там и здесь существуют наивыгоднейшие формы сечений, наивыгоднейшие отношения высоты к ширине в данной форме.

Но есть коренная, важнейшая разница, недостаточно ясно иногда представляемая. При расчете частей строения чем большая норма нагрузки или больший запас взят в основу расчета, тем обычно прочнее сооружение; может быть, лишняя затрата на прочность будет и невыгодна, но ущерба от такой затраты для прочности не происходит.

Совсем не то при вычислении поперечного сечения канала. Преуменьшение или преувеличение поперечного

сечения осушительного канала против необходимого обязательно вредно для исправного состояния работы, при чем преувеличение размеров даже более нежелательно.

Это условие указывает, что правильное определение сечения осушительного канала более трудно, чем расчет балки, и принципиально от него отличается. Вопрос необходимо рассмотреть отдельно для осушительных стрелок последнего порядка и для осушительно-водоотводных каналов.

Ширина по дну боковых стрелок определяется не гидравлическим расчетом, так как таковой дает размеры практически неудобно малые, а соображениями долговечности их и экономии в расходах. Вышеизложенные соображения указывают, что требования долговечности и экономии при прорытии мелких стрелок в отношении ширины по дну совпадают; поэтому и вопрос о ширине их по дну решается легко; на болоте с плотным торфом ширину осушительным канавам последнего порядка, не поддающимся гидравлическому расчету, целесообразно давать наименьшую, удобную к исполнению, именно около 0,21 — 0,32 м (0,10—0,15 сажени), в лесу, где торф более разнородного строения, со включениями пней и деревьев, ширину каналов давать около 0,43 м (0,20 саж.); наконец, в жидком торфе, где наблюдается сплывание откосов, ширину по дну возможно доводить до 0,64 м (0,30 саж.¹). При таковых ширинах осушительные каналы с малою водосборною площадью будут, повидимому, наиболее дешевы и наиболее долговечны, если откосы их достаточно пологого заложения.

Ширина по дну магистральных каналов определяется помощью формулы скорости движения воды в открытом русле после предположения некоторой величины стока с единицы водосборной площади в одну секунду времени.

Осадки и сток.

Выработка целесообразных норм стока является насущною задачею времени; вопрос этот до сих пор является спорным, и трудность выбора норм в практике увеличивается еще тем, что

¹) Последние размеры относятся лишь к более крупным по длине боковым канавам.

соображения техники и экономики здесь уже не совпадают. В настоящее время вопрос о нормах стока, как еще не решенный, может быть рассмотрен лишь вкратце.

Принято в основание выяснения этих норм класть количество осадков в районе.

Средние годовые и месячные количества осадков исчислены с достаточной точностью инжен. Е. В. Оппоковым в труде „Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра“, изд. 1914 г., для бассейна р. Днепра выше г. Киева и В. А. Власовым в книге „Материалы по климатологии Московской губ.“, изд. 1914 г.

Среднее годовое количество осадков в бассейне верхнего Днепра за 1876—1908 годы (33 года) дает слой воды в 559 миллиметров ¹⁾, с годовыми колебаниями по всему бассейну от 442 мм до 700 мм, а в бассейне р. Припяти от 416 мм до 736 мм; в Московской губернии за 1879—1911 годы (33 года) среднее годовое количество осадков—536 мм, с колебаниями от 374 до 716 миллиметров.

На громадной территории СССР осадки распределены весьма неравномерно; наибольшее годовое количество их выпадает в Кутаисском уезде Грузинской ССР (2000 и более мм в год), наименьшее на равнинах у Аральского моря (менее 100 мм в год). В средней части России выпадает в год от 400 до 600 мм, в северной, у берегов Ледовитого океана, значительно менее ²⁾. Самым дождливым месяцем в северной части Союза является август, в средней—июль и в южной—июнь.

Однако знание величины осадков не дает еще возможности определения расчетной нормы стока для осушительного канала. Выпадающие на поверхность земли осадки разделяются на три части: одна часть испаряется снова в атмосферу, другая—просачивается вглубь грунта и третья—стекает с поверхности в ложбины, канавы и реки.

Объем воды, стекающей с данной площади, называется стоком. Сток в литрах в секунду, соответствующий одному гектару водосбора, называется нормою стока или модулем стока с данной площади.

¹⁾ Количество осадков выражается толщиной того слоя воды, который образовался бы в течение данного времени на горизонтальной плоскости при отсутствии испарения и стока с нее.

²⁾ Самое большое годовое количество осадков в мире наблюдается на станции в Черрапунджи, в Индии, — 12 940 мм.

Отношение стока к количеству выпавших за то же время осадков называется коэффициентом стока.

Норма стока зависит от разнообразных естественных факторов, которые можно разбить на топографические, почвенно-геологические, покровные и метеорологические.

Топографические условия.

1.— Чем больше площадь водосбора, чем длиннее путь, проходимый стекающими осадками, тем потери на испарение и просачивание больше, тем сток с единицы площади меньше.

Кроме того, чем больше площадь водосбора, тем сток выровненнее; пока вода доходит с дальних частей водосбора, с ближних она уже успевает стечь.

2.— Чем больше средний уклон поверхности водосбора и отдельных его частей, тем вода стекает быстрее, тем меньше потери ее по пути, тем больше, следовательно, сток.

Вычисление среднего уклона поверхности должно производиться при наличии горизонталей по следующим соображениям (рис. 93). Положим, наша поверхность представлена тремя горизонталями, проведенными через h м по высоте и имеющими длины l_1 , l_2 , l_3 . Если площадь полосы поверхности между горизонталями $3h$ и $2h$ равна f_{32} , то среднее расстояние между этими двумя горизонталями:

$$S_{32} = \frac{f_{32}}{\frac{l_3 + l_2}{2}} = \frac{2f_{32}}{l_3 + l_2},$$

а средний уклон поверхности между двумя горизонталями:

$$i_{32} = h : \frac{2f_{32}}{l_3 + l_2} = \frac{h(l_3 + l_2)}{2f_{32}}.$$

Аналогично средний уклон между горизонталями h и $2h$:

$$i_{21} = \frac{h(l_2 + l_1)}{2f_{21}},$$

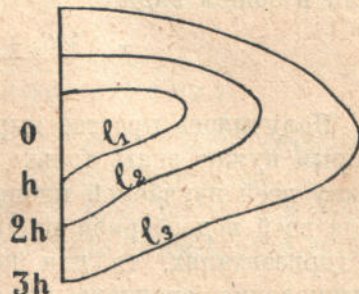


Рис. 93.

а между горизонталями 0 и h :

$$i_{10} = \frac{h(l_1 + 0)}{2f_{10}}$$

Средний уклон всей рассматриваемой поверхности:

$$J = \frac{\sum i \cdot f}{f_{32} + f_{21} + f_{10}} = \frac{i_{32} \cdot f_{32} + i_{21} \cdot f_{21} + i_{10} \cdot f_{10}}{F'}$$

что даст после подстановки:

$$J = \frac{h(l_3 + 2l_2 + 2l_1 + l_0)}{2F'}$$

или в общем виде:

$$J = \frac{h(l_n + 2l_{n-1} + \dots + 2l_1 + l_0)}{2F'}$$

Получилось простое выражение для J , для пользования которым нужно знать только длину каждой горизонтали и величину всей изучаемой площади. Если это обычно затруднительно для всей водосборной площади за отсутствием изображения ее в горизонталях, то для непосредственно осушаемой площади вычисление среднего уклона поверхности обычно возможно.

3.— Чем более растянутым является водосбор, тем продолжительнее процесс стока, и тем больше потери; поэтому в бассейнах кругообразных величина стока при прочих равных условиях должна быть больше, чем в удлиненных.

Растянutosть водосбора выражается отношением периметра его к периметру (окружности) равновеликого круга. Если величина водосборной площади F кв. км, а периметр ее S км, то радиус равновеликого круга определится из:

$$F = \pi r^2; r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

а периметр равновеликого круга:

$$P = 2\pi r = 2\pi \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \sqrt{\pi F}$$

Растянutosть данного водосбора или коэффициент удлинения водораздельной линии:

$$K = \frac{S}{2\pi F}$$

что всегда больше единицы.

4.—При веерообразном расположении притоков паводки выше, а вместе с этим увеличивается и коэффициент стока высоких вод.

5.—При хорошей пропускной способности русел величина стока увеличивается.

В основном уравнении скорости $v = c \cdot \sqrt{J} \cdot \sqrt{R}$, при $R = 0,5$ м для канала в очень плотном и чисто содержащемся грунте по новой формуле Базене $c = 39,5$, для канала в земляном русле обычного состояния $c = 30,6$ и, наконец, для канала в неровном русле с водорослями $c = 25,0$. Поэтому и скорость воды, а следовательно и расход ее, в перечисленных трех категориях земляного русла находится в отношении: 1:1,33:1,58.

6.—Наличность озер уменьшает вообще и значительно выравнивает в частности величину стока.

Условия почвенно-геологические.

7.—Чем более проницаемы для воды почвы и подстилающие их породы, тем меньше величины поверхностного стока.

8.—Чем больше влагоемкость верхних слоев почвы, тем меньше сток, так как удерживаемая почвою вода расходуется затем на испарение.

9.—Сток происходит быстрее с плотной, влажной и мерзлой, чем с разрыхленной, сухой и талой почвы.

ХАРАКТЕР ПОКРОВА.

10.—Присутствие травяной растительности вообще уменьшает долю поверхностного стока, но в отдельных случаях, когда растительность скрепляет рыхлые проницаемые почвы, влияние ее обратно.

11.—Древесная растительность вообще выравнивает сток по временам года, уменьшая его во время паводков.

Условия метеорологические.

12.—Кроме годовой величины осадков на величину стока оказывают влияние: распределение осадков по временам года, продолжительность, интенсивность, частота и вид осадков. Особенное значение имеют количество и быстрота таяния снега.

13.—Температура воздуха, почвы и воды,—чем она выше, тем больше испарения. Особенное значение для стока имеет время замерзания и оттаивания почвы.

14.— Влажность воздуха — чем она больше, тем больше сток.

15.— Скорость ветра увеличивает в огромной степени испарение и потому уменьшает сток.

16.— Продолжительность солнечного сияния и облачность оказывают значительное влияние на ход весеннего таяния снегов.

ХАРАКТЕР ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ.

Большая степень канализации и большая степень осушения увеличивают сток.

Для целей практики важно дать основную норму стока, которую надлежит затем уменьшать или увеличивать в зависимости от характера вышеперечисленных факторов.

Заграничные и русские нормы стока.

В наиболее распространенных у нас немецких руководствах вопрос о нормах стока практически разрешается следующим образом.

Проф. Шпётле ¹⁾ в Мюнхене предлагает, по опытным данным, для определения поперечного сечения канала на больших низменностях с малым уклоном исходить из предположения, что каналы должны отводить в течение месяца четвертую часть годовых осадков, что дает норму стока в секундо-литрах:

$$\frac{1000 \times 1000 \times 0,25 \times h}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,0965 \cdot h,$$

где h — годовая высота осадков в дециметрах ²⁾.

При весьма больших площадях эту норму Шпётле допускает возможным уменьшить на 30%; тогда сток = 0,0742 $\cdot h$ секундо-литров; для всего бассейна р. Днепра выше Киева, со среднюю годовую высотой осадков в 559 мм, это дает 0,40 секундо-литра с 1 гектара, для Московской губ. при высоте годовых осадков 536 мм — 0,37 секундо-литра с гектара.

Проф. Фридрих ³⁾ (Friedrich) в Вене предлагает принимать при осушении лугов в основание расчета требование, чтобы за-

¹⁾ Handbuch der Ingenieurwissenschaften, глава „Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen“. Spöttle.

²⁾ Дециметр = 100 миллиграмм.

³⁾ Kulturtechnischer Wasserbau, 1908.

пас воды в снеге, равный 100 мм высоты, отводился каналом в течение трех недель, что соответствует стоку: $\frac{1000 \times 1000 \times 1}{21 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,55$ секундо-литра с гектара, или 0,57 секундолитра с десятины.

В очерке работ Западной Экспедиции по осушению болот предложено при расчете сечений каналов требовать, чтобы канал отводил среднее максимальное за месяц количество осадков в течение 30 дней. Для Полесья, где среднее максимальное месячное количество осадков за 1879—1897 годы составляло 105 миллиметров (станция в с. Василевичах Речицкого уезда), эта норма дает $\frac{1000 \times 1000 \times 1,05}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,40$ секундо-литров с гектара.

На съезде инженер-гидротехников отдела земельных улучшений в 1909 году было постановлено принимать сток при расчете осушительных каналов равным 0,32—0,65 секундо-литра с 1 гектара площади водосбора.

Приведенные выше главнейшие заграничные и русские нормы стока являются пригодными при площадях водосбора не слишком больших и при допущении заполнения канала водою до верха; при условии же, чтобы горизонт воды в канаве был на 0,50 м ниже поверхности болота, и норма 0,32-литра с гектара, или 0,35 литра с 1 десятины, является в СССР практически неприемлемой, так как требует при малом уклоне болот и водосборах более 16 350 гектара (15 000 десятин), что нередко бывает в действительности, ширины канала по дну до 10 м.

Поэтому вопрос о нормах стока для проектирования осушительных каналов был подвергнут пересмотру на 2-м съезде инженер-гидротехников б. отдела земельных улучшений в 1913 году. Инж. И. А. Кругзем представил съезду доклад, сущность коего сводится к следующему.

Значительные колебания в предлагаемых нормах стока объясняются, помимо малой обоснованности некоторых предположений, тем, что: а) одна группа норм рассматривает полное отведение воды при детальном осушении бассейна, другая же группа норм определяет расход воды с бассейна при условиях естественного стока, б) нормы различных авторов приурочены к различным периодам времени, т.-е. одни авторы ставят в основу норм отвод в определенное число дней весенних вод, другие авторы — отвод летних наибольших вод.

Поэтому при установлении норм для расчета каналов, необходимо предварительно установить, на какие воды канал надо рассчитывать: на наибольшие ли вообще, на средние весенние, на летние высокие или летние средние; затем необходимо нормы приурочивать к определенной степени канализации, под каковым термином надлежит разуметь отношение длины канализационной сети к площади бассейна; напр., при длине осушительных каналов в 6 км на площади водосбора (бассейна) в 3 кв км степень канализации выразится цифрою 2. Чем выше степень канализации, тем быстрее стекают выпавшие осадки, тем, следовательно, большей величины достигают расходы по водоотводным магистральным каналам и речкам.

Комиссия 2-го съезда инженер-гидротехников в 1913 году признала желательным расчет сечений каналов производить на высокие летние воды, допуская при этом работу полным сечением канала и принимая во внимание всю водосборную площадь. При этом признано желательным производить поверку на средние летние воды с тем, чтобы горизонт воды в канале не достигал 0,50—0,70 мм до поверхности земли в зависимости от рода предполагаемой культуры. Норму стока в 0,32 литра в секунду с гектара, установленную на 1-м съезде инженер-гидротехников, признано комиссией считать применимой для бассейнов не свыше 163,5 гектара, при больших же бассейнах она может быть значительно уменьшена.

Наблюдения над стоком.

Конкретно подойти к установлению норм для расчета магистральных канав возможно лишь обработкою измерений действительного расхода воды в осушительных каналах и реках.

Такие регулярные наблюдения на осушительных каналах начаты были в 1909 году в России на двух гидрометеорологических станциях: в Раменской лесной даче, Дмитровского уезда, Московской губ., и в Оршинской лесной даче, Тверского уезда.

В Раменской даче устроен водомерный пост на Макаровском осушительном канале с площадью водосбора в 1373,4 гектара (1260 десятин), из которых 671,4 гектара (616 десятин)—в сфере канализации; большая часть водосбора представляет собою торфяное болото переходного типа; там же, у дер. Подмонастырская слобода, на реке Сестре устроен второй водомерный пост, с водосбором в 256 856 гектар (235 648 десятин), из которых, по обозначениям на трехверстной карте, занято лесом 30%, болотом 14%, остальными угодьями и кустарниками — 56%.

В Оршинской даче, на моховом массиве, устроены два водомерных поста на Денисовском магистральном канале и один пост на р. Орше у дер. Сбыни, с площадью водосбора 38 150 гектар (35 000 десятин). Из трехлетних наблюдений можно извлечь следующие данные по вопросу о величине стока:

	Раменская дача		Оршинская дача		
	Макар. канал.	р. Сестра.	Денисовск. к.		р. Орша
			п. № 2	п. № 3	
Площадь водосбора .	1 373 гек.	256 856 гек.	2 435 гек.	5 129 гек.	38 150 гек.
Наиб. весенний сток с гектара в литрах в секунду:					
1909 год	2,20	1,28	2,59	2,78	—
1910 „	0,95	0,93	1,52	1,69	1,86
1911 „	1,20	0,83	0,75	0,84	1,91

В дополнение к таблице приведем еще следующие отрывочные сведения в 1909 году, по нашим наблюдениям, в Раменской даче по Макаровскому каналу:

	Наибольшее количество		
	за 1 сутки	за 5 суток	за 10 суток
Получилось воды от таяния снега на гектаре куб. метр	224	596	835
Что соответствует в секунду литрам с гект.	2,60	1,39	0,96
Наибольший сток по Макаровскому каналу в секунду литров с гектара .	2,20	1,22	0,99

В 1910 году в Оршинской даче по Денисовскому каналу наблюдалось:

	Наибольшее количество		
	за 1 сутки	за 5 суток	за 10 суток
Получилось воды от таяния снега на гектар в куб. метр	416	862	1 183
Что соответствует в секунду литрам на гект.	4,82	1,99	1,48
Наибольший сток с 1 гектара в секунду литров: пост № 2	1,52	1,25	1,01
пост № 3	1,69	1,37	1,11

Расход воды в реках и каналах Белорусской ССР и Гомельской губ.

Название рек и пунктов Минской губернии.	Год, месяц и число измерения расходов.	Расход воды Q куб. саж. в 1 секунду.	Водосборная площадь по определ. на 3-версти. карте.	Сток с 1 гек- тара литров в секунду.
Р. Бобрик, д. Бобрик	15 июня 1874 г.	0,18	32 160 дес.	0,049
„ „ д. Камень	1 мая 1874 „	0,11	55 396 „	0,017
„ „ „ „	20 сен. 1878 „	0,2:3	55 396 „	0,046
„ Цна д. Мальковичи	20 авг. 1879 „	0,162	74 928 „	0,017
„ „ д. Дятловичи	18 „ „ „	0,634	122 189 „	0,046
„ „ д. Цна	2 окт. 1896 „	0,184	137 655 „	0,012
„ „ п. Кожан-Городок	16 авг. 1879 „	0,914	145 876 „	0,056
„ „ Смерть, д. Любачин	3 окт. 1896 „	0,222	37 271 „	0,053
„ „ м. Лахва	9 „ 1878 „	0,899	40 313 „	0,199
„ Лань, д. Локтыши	23 сен. 1878 „	0,476	85 579 „	0,049
„ „ д. Гаврильчицы	25 „ „ „	0,420	141 401 „	0,027
„ „ д. Сенкевичи	7 окт. 1878 „	0,805	211 797 „	0,034
„ Случь, д. Старобин	20 „ 1877 „	0,789	170 871 „	0,041
„ „ „ „	7 июля 1881 „	0,672	170 871 „	0,035
„ „ д. Ленино	24 окт. 1877 „	2,343	390 578 „	0,053
„ „ д. Вильча	26 „ „ „	2,778	409 526 „	0,060
„ Морочь прит. Случи, устье	13 авг. 1879 „	1,342	196 444 „	0,060
„ Птичь, д. Евсевичи	30 сен. 1877 „	2,113	231 089 „	0,081
„ д. Бубновка (с Орессой)	26 „ „ „	4,261	709 834 „	0,053
„ Птичь, д. Лучицы	30 июля 1881 „	1,432	740 478 „	0,017
„ „ „ „	28 авг. 1893 „	3,485	740 478 „	0,042
„ Птичь, м. Конаткевичи	27 июля 1881 „	1,553	770 297 „	0,018
„ „ выше устья у моста Полесск. ж. д	13 „ 1893 „	5,670	804 738 „	0,062
„ „ выше устья у моста Полесск. ж. д	15 авг. 1895 „	3,240	804 738 „	0,036
„ Птичь, устье, д. Дагри- мовичи	21 сен. 1877 „	6,147	808 407 „	0,068
„ Оресса, прит. Птичи, м. Любань	4 окт. 1877 „	1,212	109 039 „	0,099
„ устье, д. Бубновка	24 сен. 1877 „	1,725	268 772 „	0,057
„ Тремля, д. Колки	15 „ „ „	0,268	33 886 „	0,070
„ „ устье, д. Коцурь	19 „ „ „	0,342	75 508 „	0,040
„ „ у моста Пол. ж. д.	17 июля 1893 „	0,789	73 631 „	0,095

Название рек и пунктов Минской губернии.	Год, месяц и число измерения расходов.	Расход воды Q куб. саж. в 1 секунду.	Водосборная площадь по определ. на 3-верстн. карте.	Сток с 1 гек- тара литров в секунду.
Р. Иппа близ устья у моста Полесс. ж. д.	10 июля 1893 г.	1,750	93 909 дес.	0,165
Туровский канал главный .	19 сен. 1893 „	0,072	60 890 „	0,010
Сторожевецкий кан. в Туров- ской казен. даче	17 „ „ „	0,072	1 789 „	0,358
Хлупский к. в Туровской каз. даче, у д. Хлупена	16 окт. 1893 „	0,044	2 769 „	0,141
Бычок к. в Туровск. к. д. . .	17 сен. 1893 „	0,025	6 688 „	0,330
Галечицкий к. гл.	17 „ „ „	0,024	653 „	0,327
Быстрицкий к. гл.	18 „ „ „	0,039	2 726 „	0,029
Р. и кан. Свиноводы	16 окт. 1893 „	0,102	22 081 „	0,041
Мухомедовский к. паралл. р. Славечне у с. Дерновичи.	5 июля 1893 „	0,580	133 324 „	0,038
Р. у д. Клесин	30 мая 1894 „	0,268	131 236 „	0,018
„ „ „ „	17 „ 1893 „	0,592	13 136 „	0,040
Р. и кан. Тремля	17 июля 1893 „	0,789	72 469 „	0,097
„ „ Неночь	10 „ 1893 „	0,680	60 875 „	0,099
„ „ Закованка	29 „ „ „	0,051	41 450 „	0,011
„ „ Вить	8 „ „ „	0,236	86 705 „	0,24
„ „ Ведричь (пр. Дне- пра) выше впад. р. Кра- пивны	21 мая 1875 „	0,029	123 796 „	0,002
Р. и кан. ниже впадения р. Дедовки	21 „ „ „	0,039	69 452 „	0,005
Р. и кан. Ведричь ниже впад. р. Катани	21 „ „ „	0,064	70 531 „	0,008
Р. и кан. ниже впад. р. Ивни.	22 „ „ „	0,090	82 360 „	0,010
„ „ „ выше впад. р. Днеп- рика	22 „ „ „	0,126	82 360 „	0,014
„ „ „ ниже впад. р. Дери- жанки	22 „ „ „	0,174	106 954 „	0,015
„ „ „ выше впад. р. Ро- буски	23 „ „ „	0,186	106 954 „	0,016
„ „ „ в 4 верст. от устья у мельн.	23 „ „ „	0,316	49 160 „	0,057
Канал Брагинка у дер. Че- мерицы выше впад. в Днепр	13 авг. 1894 „	0,070	103 875 „	0,006

В летнее время расход воды по Макаровскому и Денисовскому каналам настолько мал, что измерение его возможно только установкою водослива с тонкою стенкою.

Из таблиц видно, что пост № 3 несмотря на то, что водосборная площадь его вдвое больше, чем пост № 2, показывает сток с десятины больший, чем пост № 2. Следовало бы, при прочих равных условиях, наоборот; объясняется это отступление тем, что водосборная площадь поста № 2 вся заболочена, в площадь же поста № 3 входят и суходолы.

Насколько малы меженье (летние) расходы воды в реках и больших осушительных каналах, видно из книги „Очерк работ Западной Экспедиции“, в которой приведены данные о произведенных измерениях расходов воды в реках и каналах Полесья.

Чтобы сделать эти данные более наглядными, нами определены по трехверстной карте Генерального Штаба площади водосборов рек и канав в тех пунктах, где производились измерения расхода, а затем вычислены величины стока с 1 гектара в 1 секунду. Результаты этих вычислений представлены в предъидущей таблице (см. табл., стр. 186 и 187).

Таблицу можно бы еще пополнить многими данными работ Полесской Изыскательной Партии за 1913—1915 годы.

Наконец, Е. В. Оппоковым опубликован¹⁾ детально им разработанный материал 20-летних наблюдений, за 1895—1914 годы, на водомерных постах трех крупных осушительных каналов Полесья: Мохоедовского в Речицком уезде, протяжением 86 км, Найдо-Белевского в Мозырском уезде, длиной 56 километров, и Любищцкого в бывш. Гродненской губернии. По этим материалам можно составить таблицу.

	Осушительные каналы.		
	Мохоедовский.	Найдо-Белевский.	Любищцкий.
Площадь водосбора в кв. километрах	1 332	1 150	331
Уклон по каналу	0,0004-0,0005	—	—
Сток с гектара в секундо-литрах:			
Средний из низших в году	0,0004	0,0057	0,0062
Средний годовой	0,0061	0,0204	0,0266
Средний из высших в году	0,0481	—	—

¹⁾ Е. В. Оппоков. К вопросу о нормах стока для осушительных каналов, 1923 г.

Из приведенных материалов видно, что поперечное сечение осушительных каналов работает продуктивно только весной и во время летних паводков; большую же часть года вода по каналу движется малою струей, которая заметна только при узком дне; при широком же дне канава принимает вид стоячего водоема, и такое дно, рассчитанное на воду весеннюю, является летом осадочным бассейном для ила и отличным угордием для разрастания водных растений.

Чем уже дно, тем заметнее движение воды по нем, тем труднее оно зарастает травами, тем меньше на нем осаждаются ила, и тем дольше, следовательно, оно не требует ремонта.

Поэтому широкое дно канала, рассчитанное по высоким нормам стока, является, помимо непроизводительного возрастания стоимости работ, прямо вредным для долговечности самой мелиорации. Наиболее долговечным сечением осушительных каналов являются узкое дно и пологий откос.

Опасность быстрого зарастания канавы травой зависит еще от качества протекающей воды; в воде теплой и плодородной, стекающей с полей, рост трав особенно силен; поэтому при этих условиях особенно важно поддерживать в канаве надлежащую скорость течения и глубину воды, что создается продольным уклоном и узким дном.

В практике при проектировании осушительных работ в центральной и западной частях СССР часто берется в основу расчета норма стока 0,32 литра в секунду с гектара для площади водосборов до 1000 гектаров и около 0,14 литра при площади водосбора в 15000 гектаров; при площадях водосбора промежуточных берутся и промежуточные нормы стока, которые должны при этом быть увеличены или уменьшены, в зависимости преимущественно от величины уклонов, поверхности водосбора и степени канализации.

Инженер Е. В. Оппоков при составлении в 1916 году проекта регулирования р. Птичь Белорусской ССР при площади бассейна в 2046 км² (1795 кв. верст), что составляет около 203 830 гектар (187 000 десятин), принял в основу расчета проектного сечения русла норму стока 0,07 литра в секунду с гектара (Материалы по исследованию рек и речных долин Полесья, под редакцией Е. В. Оппокова, 1916 г.) площади бассейна, при

уклонах 0,0001—0,0002, а при составлении проекта регулирования р. Брагинки Речицкого уезда, Гомельской губ., принял в основу расчета норму стока в 0,06 литр в секунду с гектара при площади водосбора в 1124 квадр. версты и норму стока в 0,133 метр. в секунду с гектара, при площади водосбора 775 кв. верст, при уклонах местности 0,0001—0,0005. Так как гектар=0,915 десятины, то указанные нормы стока могут применяться почти без изменения и при расчете на десятины.

Общая формула стока.

Общую теоретическую формулой стока воды с единицы площади является:

$$q = \sigma \cdot \frac{H}{T} \cdot \frac{1}{\sqrt{x/F}},$$

где примем:

q — сток в литрах с гектара в секунду.

H — количество выпадающих осадков в миллиметрах за расчетный период. Напр., для Полесья принимают $H=105$ мм, что есть средний максимум месячных осадков за 1879—1897 г.г. на метеорологической станции в Василевичах, Речицкого уезда.

T — время, за которое эти осадки должны быть отведены; примем, что средний максимум месячных осадков должен отводиться в течение 30 дней.

F — площадь водосбора в гектарах.

σ — коэффициент пропорциональности.

Подставив в формулу приведенные цифровые значения для Полесья, получим:

$$q = \sigma \frac{105}{30} \cdot \frac{1}{\sqrt{x/F}}$$

$$q = \sigma \cdot \frac{3,5}{\sqrt{x/F}}.$$

Для придания этому уравнению рабочего вида, т.е. для определения значений σ и x , мы должны иметь два уравнения, составленные при надежно взятых q и F .

Для первого уравнения примем, что при 1000 гектарах водосбора расчетный сток равен 0,32 литрам в секунду с гектара, что, повидимому, вполне целесообразно принималось обычно при

составлении многочисленных проектов осушительных работ по всему СССР. Тогда это уравнение примет вид

$$0,32 = \sigma \frac{3,5}{\sqrt{x/1000}} \dots \dots \dots (1)$$

Для второго уравн. примем, что при водосборе в 2 046 кв. км = 204 600 гектаров расчетный сток с гектара равен 0,07 литра в секунду, как это принято Е. Оппоковым в проекте регулирования реки Птичь. Проект этот составлен был в 1916 году и, при серьезности предполагавшейся в Техническом комитете критики, составитель учел все наблюдения, доклады и свой опыт по расчетным нормам осушения и поэтому более надежной цифры взять неоткуда. Тогда второе уравнение примет вид:

$$0,07 = \sigma \frac{3,5}{\sqrt{x/204\,600}} \dots \dots \dots (2)$$

Решая 1 и 2 уравнения, получим:

$$x = 3,5$$

$$\sigma = 0,658,$$

и, следовательно, формула расчетного стока принимает вид:

$$q = 0,658 \cdot \frac{105}{30} \cdot \frac{1}{\sqrt{3,5 F}}$$

$$q = 2,30 \cdot \frac{1}{\sqrt{3,5 F}}$$

При вычислении в гектарах, литрах и секундах по этой формуле получаем для района Полесья:

Площадь водосб. в гектарах	Расчетная норма стока в секундо-литрах
100	0,655
500	0,388
1 000	0,320
5 000	0,195
15 000	0,137
50 000	0,096
100 000	0,081
200 000	0,070

Из таблички видно, что формула расчетного стока дает при площади водосбора в 15 000 гектаров сток в 0,0137 секундо-

литра, что как раз совпадает с стоком, полученным ощупью и приведенным еще во 2-м издании настоящей книги, до вычисления коэффициентов формулы¹⁾. Формула эта остается без изменения при всяких H и T , и коэффициенты ее зависят лишь от двух исходных условно принятых соотношений:

при площ. водосб. 1 000 гектар сток = 0,32 секундо-литра
 " " 204 600 " " = 0,07 " "

Для московского района, по наблюдениям в Петровско-Разумовском за 1879 — 1911 г. г., среднее из наибольших месячных осадков вычисляется также в 105 мм (из таблиц осадков в книге Власова „Материалы по климатологии Московской губ.“, Т. II, 1914 г.). Поэтому и для московского района вычисленная табличка вполне подходит.

В статье А. Дубаха „О расчетной норме стока для осушительных каналов, помещенной в Материалах зап. оп.-мелиор. организации“, вып. III, показано, что расчетная формула стока может быть еще более детализирована введением в нее влияния величины уклона по магистральному каналу:

$$q = 0,658 \cdot \frac{H}{T} \cdot \sqrt[4]{\frac{l}{0,0003}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3,5]{F}},$$

где l есть уклон.

В упомянутой статье приведены вообще более подробное обоснование и более точный вывод уравнения расчетного стока.

Площадь водосбора определяется обычно по картам Генерального Штаба (масштаб 3 и 2 версты в дюйме), на которых точно нанесены все возвышенности; при этом полезно иметь в виду, что дороги на болотах проходят часто как раз по водораздельным линиям; однако на обширных ровных болотах определение площади водосбора отдельных канав является часто невыполнимым, так как не только по карте, но и точной нивелировкой местности в этих случаях линий водоразделов найти не удается.

При осушении болота, имеющего водосборную площадь значительно большую, чем самое болото, или при осушении лишь части болота рассчитывать магистраль на всю водосборную площадь по вышеприведенным нормам является все же невозмож-

¹⁾ Сделанного А. Дубахом.

ным: для осушения малой площади потребовался бы канал больших размеров. Принимая во внимание медленность движения воды по поверхности болота, еще ббольшую медленность просачивания через грунт и сильное испарение с поверхности, производят иногда расчет сечения канала по вышеприведенным нормам лишь на воду, стекающую непосредственно с площади осушения. Ясно, что в дальнейшем, при увеличении площади осушения, прорытую первоначально магистраль придется увеличивать в размерах.

Расчет ширины по дну.

Определив тем или иным путем площадь водосбора в гектарах и умножив ее на принятую величину стока, получают то количество воды, которое рассчитываемая магистраль должна пропускать в 1 секунду в данном месте; имея затем проектный уклон дна канавы, глубину канавы и заложение откосов ее, определяют ширину ее по дну кропотливым подбором сечения по формулам: $Q = F \cdot v$ и $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, в предположении, что горизонт воды в осушительных канавах должен быть на 0,5 м ниже поверхности болота и в уровень с поверхностью болота в магистральных водоотводных каналах. Ход такого подбора нагляден на приводимом примере.

Канал по подсчету водосборной площади и принятой норме стока должен пропускать в секунду 600 литров воды, уклон дна его 0,001, глубина 1 м, заложение откосов одиночное, горизонт воды в канале должен быть на 0,5 м ниже поверхности болота; какова должна быть ширина по дну?

Пробуем взять ширину по дну 1 м; тогда:

глубина воды в канале $1 - 0,5 = 0,5$ м.

Площадь живого сечения $F = 0,75$ кв. м.

Смоченный периметр (табл. 6) $P = 2,41$ м.

Гидравлический радиус $R = \frac{0,75}{2,41} = 0,3$ м; $\sqrt{J} = \sqrt{0,001} = 0,0316$.

По таблице № 1 — $v = 13,95 \times 0,0316 = 0,44$ м в 1 секунду.

Расход $Q = 0,85 \times 0,44 = 0,372$ куб. м = 372 литр. в 1 секунду

По заданию же канал должен пропускать в секунду 600 литр.; следовательно принятая ширина по дну недостаточна.

Пробуем взять ширину по дну 1,9 м; получим $Q = 602$ литр., что и соответствует заданию.

Подобный расчет дает для боковых канав с малым водосборным бассейном ширину по дну менее 0,3 м, а для магистральных канав с водосбором в несколько тысяч десятин — более 2 м. В обычной практике осушения болот указанные размеры принимают обычно за меньший и больший пределы. При ширине дна менее 0,3 м канава легко засоряется от всякого обвала или выпирания откосов, от перехода животных, от устраиваемых в виде наваленного хвороста или сена переездов и т. п.

С другой стороны, при ширине по дну более 2 м занимается при прохождении канала по узкой долине уже заметная площадь земли, так как ширина по верху должна быть в этом случае до 5,3 м, и производство работы, именно выкидывание земли из канавы, становится труднее; обычно канава сильно работает только весной и после продолжительных дождей; в сухое же время даже при значительном водосборе вода идет по дну канавы, имеющей достаточный уклон, не по всей ширине его, а вследствие неизбежных неровностей его струйками-змеевиками, затем дно зарастает густою травой, движение воды затрудняется, и канава заплывает; поэтому взамен уширения дна более 2 м предпочтительнее увеличить пропускную способность канавы увеличением ее глубины.

Очень часто на торфяном болоте канавы имеют следующие размеры. Магистраль: средняя глубина 1,3 м, ширина дна 1 м, ширина по верху 3,6 м (одиночные откосы); боковые канавы: глубина 0,8 — 1 м, ширина дна 0,4 — 0,6 м, ширина по верху 2,0 — 2,8 м (откосы одиночные).

Земля, вынимаемая из канав, обычно складывается в валы, называемые кавальерами, по обе стороны канавы; валы должны быть сложены на расстоянии не менее 1 м от края канавы; эта промежуточная полоса земли называется бермою; иногда расстояние вала от края канавы принимается равным глубине ее в данном месте. Оставлять вал земли возле самой канавы недопустимо по следующим причинам: 1) при размыве или сползании откосов вынута земля сваливается в канаву; 2) вынута земля уплотняет своим весом торфяной грунт, на котором лежит, и тем затрудняет просачивание воды из болота в канаву; при укладке земли на некотором расстоянии от канавы это давление распределяется на большую площадь, и поэтому вредное влияние ее меньше, чем при складывании земли возле самого края канавы.

Кавальеры-валы земли прорезываются через каждые 20 м водосточными канавками-воронками для облегчения стока воды из болота в канаву; воронку обычно углубляют в материк, давая ей глубину от 0 до 0,60 м и ширину 0,40—0,60 м, длину — от края канавы до наружного края откоса кавальера (около 3,2 м); следовательно, в разрезе осушительная канавка представится как на рис. 94.

При устройстве вдоль канавы дороги всю вынимаемую из канавы землю складывают на сторону дороги. Также на одну



Рис. 94.

сторону, именно низовую, выбрасывается земля из канав, проводимых в затопляемых текучею весеннею водою поймах рек.

Иногда во избежание устройства специальных водосточных воронок земля из канав складывается в валы то по одну, то по другую сторону канала.

Наконец, при интенсивном осушении рекомендуется во избежание заметной потери площади земли вынимаемую из канав землю разбрасывать тонким слоем по поверхности осушаемого участка. В этом случае надлежит, однако, быть осторожным, так как торф и прочий выбрасываемый с глубины грунт содержит в себе часто вредные для роста трав соединения.


ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ БОЛОТ.

Общие соображения.

Низменные пространства, прилегающие к морям, озерам и рекам, горизонт воды которых стоит периодически или всегда выше поверхности низины, устройством обычной осушительной сети осушены быть, понятно, не могут. В таком положении находится масса заболоченных лугов вдоль рек, запруженных мельничными плотинами. При незначительных уклонах русских рек очень часто на некоторых из них подпор, производимый одной мельницею, доходит до плотины следующей, вышележащей, мельницы; часто можно видеть перед мельничными плотинами целые озера, длиною десятки километров и шириною сотни метров, а если принять во внимание вредное повышение грунтовой воды, распространяющееся в обе стороны при пологих берегах еще на сотни метров, то в сумме получим крупную площадь земли, пропадающей под водою только по вине человека; помимо этого весьма многие реки протекают по столь низменным долинам и болотам, что при незначительном подъеме воды затопляют их.

Многие озера окружены кольцом заливаемых на значительные протяжения пространств; в этом случае всякий подъем горизонта воды в озере распространяется не в две стороны, как это имеет место по берегам рек, а во все четыре, или по окружности, и чем больше площадь озера, тем большую береговую полосу земли затопляет оно при одном и том же подъеме горизонта воды; поэтому искусственное понижение горизонта воды в большом озере путем расчистки или углубления вытекающего из него протока отразится при низменных берегах его благотворно на значительную площадь.



Например озеро Ильмень, Новгородской губернии, занимает свою водную поверхность следующие пространства¹⁾.

Характеристика горизонта.	Высота уровня воды над морем в метрах.	Площадь зеркала воды в кв. километрах.
Низший	16,8	739
Низкий	17,5	929
Средний меженный	18,1	1029
Высокий летний	19,2	1336
Весенний средний	21,3	1667
Весенний высокий	22,4	1847
Высший	23,4	2004

Следовательно, обычная площадь озера Ильменя в 1029 кв. километров увеличивается при высоком весеннем разливе до 1847 кв. километров, затопляя 818 кв. километров прибрежных земель = 73000 десятин. Из русских озер обращают на себя внимание по площади затопляемых береговых пространств озера: Чудское, Белое и Ильмень.

Часто встречаются замкнутые котловины, на дне которых скопляющаяся вода образует в зависимости от площади водосбора и проницаемости грунта пересыхающее озеро, постоянную топь или пересыхающее болото. Вывод воды простою канавою требует в этих случаях значительной земляной выемки, часто экономически не оправдывающейся.

При изложенных причинах заболачивания местности, если не представляется возможным уничтожить мельницу, вызывающую подпор, спрямить реку, протекающую по низменным лугам, или углубить на значительное протяжение проток из озера с низменными берегами, приходится у нас обычно от осушения угодия отказываться, так как указываемые в этих случаях особые приемы осушения у нас редко применимы по своей дороговизне или природным условиям; поэтому остановимся на этих приемах кратко, рассмотрев только сущность их.

Обвалование.

Затопляемый участок изолируется от реки, моря или озера непроницаемою для воды дамбою; вода дождевая, грунтовая и просачивающаяся под дамбою, собирается обыкновенными

¹⁾ Извлечено из: Е. А. Палицын. Озеро Ильмень и река Волхов. 1912 г.

осушительными каналами в искусственные приемники, из которых затем перекачивается насосами в реку или озеро.

В Западной Европе обвалование нижнего течения рек весьма распространено; такие работы произведены в устье Вислы по нижнему Рейну, Эльбе, Везеру, Луаре, По, Дунаю, Тиссе и в Америке по р. Миссисипи. Обвалованием и откачкой воды осушен и ряд озер. Напр. Гаарлемское озеро в Голландии, где собираемая с площади в 18 000 гектаров вода поднимается насо-

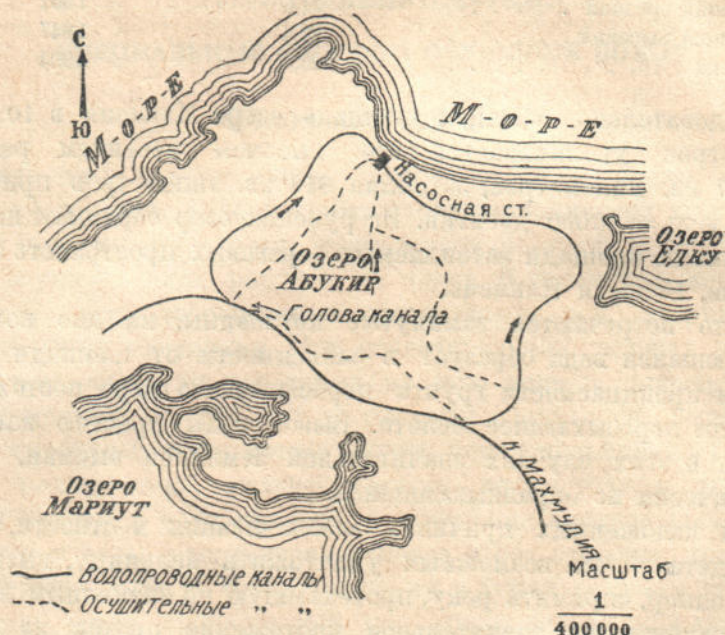


Рис. 95.

сами на высоту 4,5 метров и выливается в море. К насосной станции вода подводится главным каналом шириною по дну от 17 до 20 метров, при глубине воды в 1—1,3 метра, в который собирается вода из сети канав, разделяющих всю площадь на участки в 20 гектаров. Вся площадь обведена двумя нагорными каналами, выпускающими воду в море. Стоимость всех работ — 23 176 000 марок, что составляет на гектар 1 232 марки¹⁾. Закультивированные на месте бывших озер и речных заливов площади носят в Зап. Европе название польдеров.

¹⁾ Извлечено из Handbuch der Ingenieurwissenschaften.

Отметим еще как пример осушение озера Абукир около города Александрии в Нижнем Египте. М. Ермолаевым¹⁾ эта работа описана следующим образом.

В 1887 году осушение озера Абукир было предоставлено английской компании. Вся поверхность озера составляла 11 300 десятин. Озеро это имело плоское дно и слабый подъем к берегам (рис. 95). Как дно, так и берега озера ниже уровня моря, почему для изолирования озера была построена со стороны моря дамба с каменной подиорной стеной. По южному берегу этого озера проходит водопроводный оросительный канал Махмудия из р. Нила. По солености воды это озеро было настоящее море, в котором в низкую воду отлагался на дне слой солей толщиной от 0,07 до 0,1 метра. Для осушения озера Абукир было предложено два способа: первый — воду выкачать из озера насосами в море; второй — перелить посредством сифона воду из озера Абукир в озеро Марнут, горизонт которого на 1,5 метра был ниже первого.

Правительство разрешило первый способ, для чего на берегу моря была поставлена водоподъемная станция с двумя гвинтовыми центробежными насосами, производительностью в 1,75 куб. метра в секунду. Так как в Египте культура без орошения невозможна, то после опорожнения озера от соленой воды, по периферии получившейся котловины проведено от нильского канала Махмудия два водопроводно-оросительных канала, подающих воду как для орошения, так и для промывания отложившихся на дне озера солей. Для отвода отработавших оросительных и промывных вод проведено по котловине три главных дренажных канала.

Так как в СССР таким работам еще не пришлось время, и имеются лишь попытки обвалования, то подробное изложение этого дела могло бы представить лишь извлечение из иностранных книг и потому пропускается. Укажем лишь то, что имело место у нас.

При уклоне поверхности воды реки, большем, чем то необходимо для движения воды в канавы (0,0001), может представиться случай осушения затопляемого берегового участка ограждением с верховой и со стороны реки дамбами без перекачки воды,

¹⁾ М. Ермолаев. Современное орошение и хлопководство в Египте.

а отводом ее по каналу, устье которого в ту же реку расположено ниже по течению ее (рис. 96).

Ограждением дамбами с периодической перекачкой воды может быть осушен участок около большой реки, если он затопляется ею только во время паводков от ливней и весеннего таяния снега, в обычное же время горизонт воды ниже поверхности участка. В таком случае участок ограждается дамбой с трех сторон, с выходным отверстием в самой нижней своей части, снабженным шлюзовым затвором, куда подводится магистральная осушительная канава; вдоль четвертой повышенной

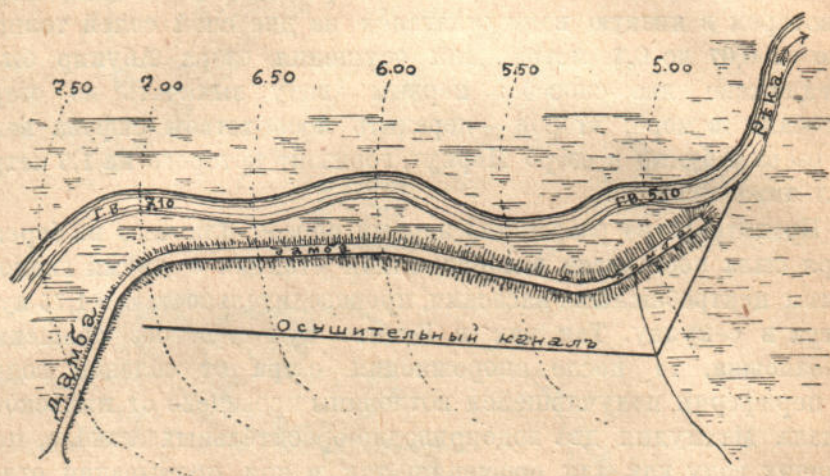


Рис. 96.

стороны проводится нагорная канава для отвода притекающей воды. В обычное время шлюз открыт, и осушительная сеть функционирует нормально; после ливня, захватившего значительную площадь, или после начала таяния снега горизонт воды в реке начнет медленно подниматься, и только через несколько дней река затопит низменную долину; в течение этого времени шлюз остается открытым, и вся дождевая и снеговая вода может успеть свободно сойти с огражденного участка до момента выступления реки из берегов; когда же этот момент наступит, шлюз закрывается, и участок изолируется от речной воды; собирающееся за это время с участка количество воды будет уже незначительно и может быть собираемо в запасные водоемы или перекачиваемо соответствующими по производительности насо-

сами. Когда вода в реке спадет, шлюз вновь открывается, и вода сходит опять самотеком (рис. 97 и 98).

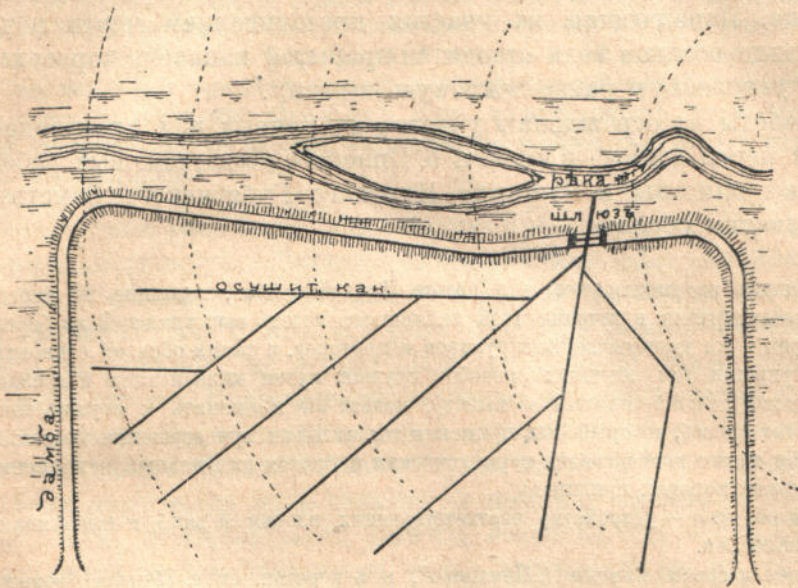


Рис. 97.

Наконец в некоторых случаях обвалованием и открытыми канавами возможно осушение, без механической откачки воды

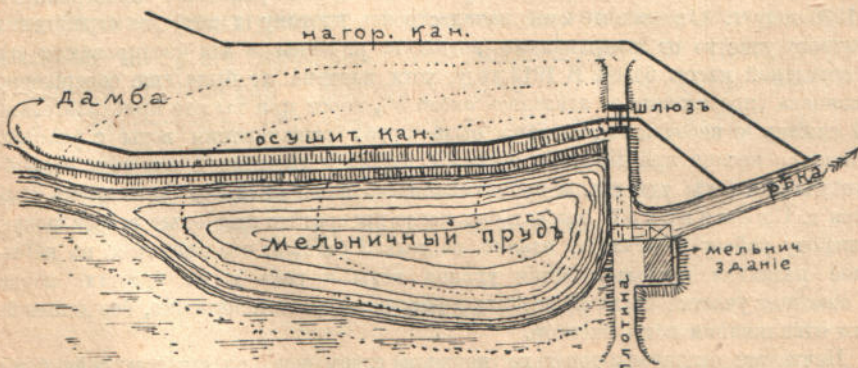


Рис. 98.

части долины реки, затопляемой водою вследствие подпора от мельничной запруды. Сущность этого способа, применяемого

в СССР и ныне, видна на рис. 98. Затопляемую на незначительную глубину одну из сторон речной долины отделяют от реки валом высотой, превосходящей высокие горизонты воды в реке. Попадающая на участок просачиванием через почву и в виде осадков вода отводится прорытой канавой, пересекающей устроенную ранее земляную плотину.

Работы по ограждению участка от речных вод произведены были перед войною в имении б. Пинского уезда, каковые работы кратко описаны в Вестнике Минского Губернского Земства ¹⁾ следующим образом.

Исходя из наблюдения, что болота Пинского края, лежащие по берегам рек, неоднократно в течение года заливаются водою, выступающей из берегов этих рек и их многочисленных рукавов и притоков, и таким образом становятся недоступными для обычных способов осушки путем канализации и дренажа, г. Свежинский пришел к выводу, нельзя ли применить к осушке таких болот тот способ, который был применен голландцами при осушении Голландии, которая также подвергалась периодическим и притом ежедневным наводнениям (вследствие морских приливов).

Способ этот — устройство соответствующих плотин и дамб и выкачивание воды насосами.

Имея в своем имении („Почапово“, в 6 верстах от г. Пинска) большие пространства таких низменных болот, лежащих по берегу реки Пины и ежегодно по несколько раз заливаемых выступающей из Пины водою, г. Свежинский избрал для опыта наиболее типичный участок болота, площадью около 70 десятин, примыкающий с одной стороны к реке Пине, с другой — противоположной — к возвышенным пахотным землям, а с двух остальных сторон граничащий с болотами такого же типа, занимающими громадные пространства. В 1910 году г. Свежинский начал строить плотину (дамбу) для ограждения опытного участка от затопливания водою из р. Пины и для изолирования его от остальной массы болот. В 1913 году, хотя плотина не была еще совершенно закончена (протяжение ее оказалось около 2½ верст при высоте приблизительно в 1 сажень с небольшим), сделана была проба выкачивания воды с участка. В течение месяца при действии насоса с паровым двигателем вся вода с пробного участка была удалена, и просачивание подпочвенных вод (чего очень опасался г. Свежинский, так как оно могло превратить этот опыт в бесплодную Сизифову работу) оказалось, однако, настолько слабым, что несмотря на небывалое поднятие прошлым летом уровня воды в реке и на болотах почва на опытном участке стала просыхать лишь вследствие испарения, без дальнейшего откачивания воды насосом.

Почва эта оказалась довольно мощным слоем ила, на котором сейчас же по удалении излишней воды стала разливаться богатая растительность не болотного типа.

¹⁾ № 1, 1914 г.

В 1914 году г. Свежинский предполагал совершенно закончить плотину и с весны после спада вод, приступить к мелиорации опытного участка. Но тут явилось совершенно неожиданное препятствие: последовало распоряжение министра путей сообщения о сносе плотины в тех местах, где засыпаны проходящие через опытный участок незначительные протоки воды, по которым во время больших разливов реки Пины в течение 2—3 недель проходят плоты. Так как этими протоками, теперь перегородженными плотиной, сокращается версты на 1½ пробег плотов по р. Пине, то министерство путей сообщения и предписало убрать плотину. Распоряжение о сносе дамб было вскоре отменено министерством.

Другого типа работы по обвалованию производились В. Ридигером в имении „Лахва“, Мозырского уезда. Главная задача здесь состояла в преграждении валами движения весенних и ливневых вод с прилегающих с севера земель имения Ленин и направления их в реку Лань, от которой также надо было отваловаться. Прорытие обычных водоотводных канав поперек движения воды не приводило к цели, так как эти каналы вследствие малого уклона переполнялись водой, и вода сплошным слоем пересекала их и шла на юг по земле имения Лахва.

Вследствие незначительной высоты весенних вод здесь высота земляных валов достаточна в два аршина, и работа осуществима на большой площади без обычных громадных затрат. Часть вала в северной части имения была сделана в 1913 и 1914 годах, и в летний паводок 1914 года можно было наблюдать море воды севернее вала и свободную поверхность болот южнее вала.

Подобные простые работы по обвалованию легко осуществить в Полесье на ряде крупных болотных массивов. Например обвалование Туровской казенной дачи в Мозырском уезде дало бы возможность обратить под заселение и культуру пустынный торфяной массив в десяток тысяч гектар.

В России работы по обвалованию произведены в большом размере по р. Кубани и др. рекам на Кавказе.

Кольматаж.

Другим приемом осушения низменных береговых приречных пространств может служить кольматаж их. В огражденный низкими земляными валами участок пускается мутная речная вода; вследствие медленного движения воды на участке из нее осаждаются взмученные частицы песка, ила и т. п., так что

с участка стекает уже более чистая вода; при многократном повторении этого приема можно в некоторых редких случаях добиться настолько значительного повышения поверхности участка, что горизонт грунтовых вод, оставаясь на прежней абсолютной высоте, окажется уже заметно ниже поверхности наносной земли, а следовательно, условия произрастания растений улучшатся.

Кольматирование возможно вести только во время весенних или дождевых паводков, в какое только время воды рек и бывают мутными; кроме того, и условия рельефа местности должны быть благоприятствующими устройству огражденных бассейнов. Вода из реки пускается на участок или непосредственно через шлюзы в береговой дамбе или приводится помощью водоотводных каналов, ответвленных от реки выше по течению; скорость воды в этих каналах должна быть настолько значительной, чтобы взмученные в воде частицы отнюдь не отлагались в них, а выносились на участки. Количество взмученных частиц, приносимых на участки, возможно увеличивать искусственным примешиванием глины, ила и т. п. на пути движения воды по приводящим каналам.

Скорость воды в канале, приносящем чистую глину, должна быть не менее 0,2 м/сек.

Кольматируемая площадь ограждается дамбами, гребни которых находятся выше уровня воды в реке; окруженный таким образом бассейн разделяется на участки мелкими дамбами 2-го порядка, гребни которых лежат на высоте горизонта воды при кольматировании; расстояние между этими дамбами таково, что горизонт воды, поднимаемый каждой из них, несколько выше основания предыдущей дамбы.

Кольматаж может быть прерывным и непрерывным. При прерывном кольматаже вода стоит некоторое время спокойно в огражденных бассейнах и по осветлении выпускается и заменяется свежей мутной водой. При непрерывном кольматаже вода медленно переливается из одного бассейна в другой; глубина воды в бассейнах 0,5—1 метр.

Во избежание быстрого размыва дамб рекомендуется для пропуска воды через них устраивать на них особые водосливы; разность горизонтов воды двух соседних участков, по проф. Фридриху¹⁾, не должна превышать 0,10—0,15 метра, чтобы

¹⁾ Kulturtechnischer Wasserbau.

при переливании воды через гребни не происходило нового взмучивания уже осевших частиц в нижних участках.

Удобнее производить спуск воды через отверстие в дамбе, закрываемое досками, так как, снимая доски, можно постепенно понижать уровень воды в бассейне.

Далее следует добиваться возможно более полного отстаивания воды, так как только при этом условии будет осаждаться мелкий ил, источник плодородия почвы, оседающие же первоначально крупные частицы песка, повышая горизонт участка, сами по себе бесплодны. Кольматажные работы произведены в южной Франции на реках Варе, Дюраисе и Изере; в Эльзас-Лотарингии и главным образом в Италии (мареммы провинции Тоскана).

Тосканские мареммы между городами Чивита-Веккия и Ливорно, площадью 14 967 гектаров, повышаются кольматажем в течение 100 лет водою с Апеннинских гор. В течение одного года затопление производится от 8 до 24 раз, продолжительностью от 1 до 4 дней каждый раз. Поднятие поверхности местами достигло 8 метров.

В Швейцарии кольматажем обращены в плодородные площади песчаные и галечные пространства в Ландквартской долине (Landquart Tal при Gchiersu Srüsch).

Природный кольматаж происходит в дельтах многих рек, где отлагаются приносимые с бассейна реки мелкие частицы ила. Напр. нижняя часть Египта создана отложениями ила, принесенного р. Нилом. Велики также нанесенные дельты р. Рейна, По, Волги, Ганга и др.

Отложения ила и песка на заливных лугах по рекам СССР есть также естественный кольматаж, ведущий к образованию вдоль рек возвышенных, сухих валов, за которыми расстилается низменная пойма реки.

В СССР за отсутствием подходящих условий рельефа и малой интенсивности хозяйства искусственные кольматажные работы распространения не получили.

Грядование.

Высота поверхности участка над горизонтом воды без изменения положения уровня последнего может быть увеличена проложением по участку на близком друг от друга расстоянии

параллельных канав, вынимаемая земля из которых разравнивается между ними и тем повышает поверхность болота между канавами; следовательно участок разбивается как бы на гряды, между которыми проходят канавы, наполненные вследствие отсутствия стока водою. При этом приеме должна пропадать под водою весьма значительная часть площади участка, и потому оставшая часть его, гряды, должна быть занята интенсивною культурою, напр. огородными растениями. Многие огороды под Москвой разведены именно на таких низинах, и в сырое время на них, между грядами с капустою, стоит не имеющая стока вода.

Низменные места, расположенные в замкнутых котловинах, вывод воды из которых помощью канав обыкновенно затруднителен, или же места, находящиеся вообще вдали от удобного приемника воды, могут быть при наличии благоприятных условий осушены следующими приемами, которые обычно у нас очень редко применяются.

Вертикальный дренаж.

Собранную обычными осушительными канавами воду пропускают по вертикально пробуравленным через водонепроницаемый грунт отверстиям в глубокие водопроницаемые слои грунта, которые и поглощают поступающую сверху воду. Этот так называемый голландский дренаж, так как он впервые получил применение именно в Голландии, вообще говоря применяется редко. Для его осуществления необходимо, чтобы под непроницаемым пластом залегала настолько проницаемая порода, чтобы по ней поступающая сверху вода успевала рассасываться, но и эта редкая водопрopusкная способность быстро должна уменьшаться засорением мутью, приносимую верхней водою. Число отверстий может быть очень велико, — в Голландии устраивается до 5 000 — 6 000 штук на гектар.

Эти отверстия заполняются мелким камнем и на глубине 0,4 м от поверхности земли заравниваются.

В других случаях возможно в один большой поглощающий колодец ввести помощью открытых канав воду с площади в одну и более десятин.

Для предупреждения засорения колодца собираемую с участка воду пускают предварительно в отстойные бассейны, из

которых уже вода течет в поглощающий колодезь. Подробнее об этом изложено в курсе дренажа.

Делая в котловине отверстия через непроницаемый грунт, иногда можно натолкнуться на условия, совершенно обратные нужным: вода в проницаемом грунте оказывается часто под давлением, и по сделанному через непроницаемый слой отверстию образуется ток воды не сверху вниз, а снизу вверх, т.-е. произойдет еще большее затопление участка. Поэтому прежде чем приступить к такого рода осушению, нужно произвести тщательные обследования.

Осушение поглощающим колодцем было проектировано, например, на участке земли близ ст. Сновская, Черниговской губернии.

Осушение культурою растений.

Нередко можно наблюдать, как после сведения леса сухие и даже возвышенные угодья начинают заболачиваться мхом и другими болотными растениями, или же, наоборот, сырые толые пространства становятся умеренно-влажными после посева и развития луговых трав. Объясняется это в первом случае поднятием грунтовых вод вследствие уменьшения испарения и во втором — увеличением испарения в атмосферу через растения, или так называемой транспирацией растений.

Имеются еще старые, но опубликованные лишь в 1919 году Е. Оппоковым (Геофизический сборник), опыты бывш. Западной Экспедиции по осушению болот над испарением воды из сосудов с почвою, в которых поддерживался постоянный уровень грунтовой воды на 35 сантиметров ниже поверхности. Сечение сосудов равно 1000 кв. см. За май—октябрь месяцы из этих сосудов, поставленных вровень с землей, испарялось в Василевичах, Речицкого уезда, в миллиметрах:

	Песок		Песок с травой		Торф с осом		Испаритель Вильда	Выпало атмосферных осадков
	№ 1	№ 2	1	2	1	2		
1883 год .	547	—	1605	1376	1079	1107	504	264 мм
1884 „ . .	516	501	—	1200	1135	1071	483	247 „
1885 „ . .	584	549	1816	—	1922	1881	572	424 „
1886 „ . .	532	526	1246	1301	1562	1647	498	261 „

Среднее годовое количество атмосферных осадков в Василевичах за эти три года было 474 мм.

Эта таблица дает возможность сделать решительные выводы: 1) торфяное болото испаряет не только свой запас зимней влаги, но если имеется приток грунтовой или поверхностной воды, то испарит и эту пришлую воду; 2) поверхность, покрытая травой, испаряет больше, чем голая земля.

Эти положения подтверждаются и многими другими наблюдениями—лабораторными и в природе.

При наших изысканиях по болоту „Выдра“ в развилине между Днепром и Десною осенью 1909 года, с площади водосбора в 16 000 гектаров не стекало ни одной капли воды— весь весенний запас воды в торфе испарился.

Испарение с торфяных болот Е. Оппоков иллюстрирует следующим примером. В бассейне канала Утвоха, Мозырского уезда, имеющем площадь водосбора 433 кв. км (380-кв. верст), в том числе 41% болот, выпадает в три летние месяца, июнь—август, 230 мм осадков. Между тем расход воды по каналу, соответствующий средней за 3 года глубине 0,30 м, равен 0,78 куб. метра в 1 сек. и составляет 6,1% от выпавших осадков.

Наблюдения над жизнью торфяных болот Полесья привели В. Ридигера к следующему заключению: „Высыхание болот до дна, т.-е. на всю толщ торфяника, как моховых, так и низинных, повторяющееся через несколько лет на Полесье, указывает на то, что торфяник испаряет не только ежегодные средние осадки в 558 мм, выпадающие на него, но и, кроме того, значительную часть запаса влаги от прежних лет плюс конденсированные пары воды. И если бы после того как торфяники высохли до дна, удалось бы зафиксировать это состояние их, изолировать от скопления на них вод с водосборной площади, вызывающее их заболачивание..., то, быть может, удалось бы сэкономить ту массу труда, которая затрачивается на осушку каналами (Мелиорац. журн. 1915 г., № 1).

Известно также, что понижение уровня грунтовых вод под непосредственным действием водоотводного канала достигается на торфяном грунте лишь на расстоянии 20—40 метров от канала, дальше же уровень воды в течение всего лета идет параллельно поверхности торфяника и устанавливается всецело в зависимости от осадков и испарения, при чем в обычные

годы он устанавливается на расстоянии около 40—50 сантиметров от поверхности.

Следовательно ограждение торфяного болота от притока пришлых вод есть уже достаточное осушение его; лишь весной и в дождливое время может произойти временная заминка.

О большом испарении влаги с площади, занятой лесом, мы имеем также вполне надежные заключения Вольни, Эбермайер и др. для Германии, П. Отоцкого и Б. Высоцкого для СССР, при чем лиственные породы испаряют более хвойных, менее всего испаряет голая почва.

Таким образом если на участке происходит смена хвойных пород на лиственные, то содержание влаги в почве, при прочих равных условиях, будет уменьшаться. Наоборот, при вырубке леса содержание воды в почве может заметно увеличиться. Это увлажнение увеличивается еще тем, что место вырубки леса остается покрытым хворостом и хвоей.

Особенною силою испарения обладает эвкалипт, родиною из Австралии, не выносящий, однако, температуры ниже 9° С. холода. При таковой требовательности он разводится в целях осушения местности лишь в Алжире и Италии, притом, по сведениям разных наблюдателей, с различным успехом.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

ОРОШЕНИЕ БОЛОТ И ЛУГОВ ПРИ ОСУШЕНИИ ИХ.

Регулирование водного режима.

Сельскохозяйственная мелиорация есть такое воздействие человека на землю, которое коренным образом и надолго изменяет условие сельскохозяйственной эксплуатации данной земельной площади. В настоящее время мелиоративные работы разбиваются на четыре основные типа: осушение, орошение, обводнение, укрепление песков и оврагов; эти основные типы работ настолько дифференцировались, что требуют теперь отдельных специалистов. Но во всякой науке и специальности можно проследить три стадии развития: первая—начальная, когда лишь собирается фактический материал, долженствующий составить содержание науки или специальности, без возможности еще его классифицировать и объяснять; вторая стадия—когда собранный материал, объект данной науки и специальности, охвачен в целом и классифицируется, делясь на характерные группы, как, например, растительный и животный миры были разделены на обособленные роды и виды; в этой средней стадии развития находится и мелиорация, когда она делится на приведенные четыре обособленных отдела. Наконец, наука и специальность доходят до третьей ступени развития, когда обособленные отделы и объекты изучения оказываются вновь в неразрывной связи друг с другом, когда, например, исчезла грань между животным и растительным царствами.

В теоретической своей части сельскохозяйственная мелиорация уже вступает в эту стадию, и мы можем сказать, что задачей мелиорации данного земельного участка является не осушение и не орошение его, а производство на нем таких работ, посредством кото-

рых можно во-время отводить избыток воды и пополнять недостаток ее. Иначе говоря, мелиоратор должен уметь взять в свои руки водный режим данной земельной площади, должен быть в состоянии регулировать сток и приток воды по своему желанию; только такой участок теперь может считаться мелиорированным до конца.

Практически такая полная мелиорация осуществляется еще редко, но необходимость ее доказана многими случаями. Можно указать ряд примеров, когда одно осушение ведет к переосушению, а одно орошение привело к засолению почвы. Техническое осуществление полной мелиорации возможно в очень многих случаях, и затруднением является лишь увеличение стоимости мелиорации. Если, например, по болоту протекает непересыхающая река, берущая начало в прилегающих возвышенностях, то возможность полного регулирования водного режима данного болота налицо: вопрос только в средствах и в экономической выгодности. Такая выгодность уже оказывалась и в наших условиях, и потому практической стороне вопроса орошения при осушении преимущественно торфяных болот было уделено уже некоторое внимание в теории и практике мелиорации России.

Уже самый характер климата делает ясным, что никакая осушительная сеть не может быть удовлетворительной на каждый год. Ведь годовое количество атмосферных осадков за 1879—1911 годы по Московской губернии колебалось от 374 до 716 мм, а по всему бассейну, например, реки Припяти за период 1876—1908 г. г. от 416 до 736 мм; колебание же по отдельным станциям еще резче.

А торфяной грунт наших обычно осушаемых болот и лугов обладает по сравнению с минеральными почвами такими свойствами, которые делают для него особенно важным возможность искусственного регулирования водного режима в нем в засушливые и мокрые годы. Торфяная почва отличается необычайно большой влагоемкостью: в ста весовых частях насыщенного водою торфа-сырца содержится 90 и более частей воды и только 10 частей сухого торфа. Значит если есть источник воды, пополняющий испарения, то корни растения лишены на торфяном грунте воздуха. А так как при этом водонепроницаемость торфа очень мала, движения воды в нем почти нет, то в мокрый год, когда испарение с поверхности пополняется осадками, торфяной

грунт, даже прорезанный густой сетью канав, остается пересыщенным водою настолько, что на нем гибнут культурные растения. Наоборот, в сухой год испарением с поверхности торфяная толща высушивается до дна настолько, что может гореть. Благодаря большой капиллярной способности испарившаяся из верхнего слоя вода быстро пополняется поступающей из нижних слоев, пока не истощится запас воды; это истощение водою наступает в торфяном грунте при содержании воды еще около 40% по весу, когда растения уже увядают от недостатка воды. При чем это явление увядания растений на торфяной почве, содержащей еще 40% воды, объясняется не только трудностью извлечения этой воды из торфа, но и ядовитостью для растений находящихся в водном растворе органических веществ. Наконец, неблагоприятны и тепловые свойства торфяной почвы. Высыхающий торфяник вследствие черного цвета обработанной поверхности сильнее нагревается солнечными лучами, чем почва минеральная, и растения на торфяной почве с нарушенной обработкой дерниной более подвержены опасности выгорания при засухе. Таким образом более резкие переходы от избыточной влажности к пересыханию и от низкой температуры к высокой отличают торфяной грунт от минерального. Следовательно искусственное регулирование водного режима на торфяном грунте является более насущным, чем на грунте минеральном.

Есть еще ряд обстоятельств, которые часто говорят за устройство одновременно с осушением и орошения болот и лугов. Естественная смена растений болота после осушения происходит медленно, начиная делаться заметной через 2—3 года, при чем болотные растения сначала еще не вымирают, а лишь перестают развиваться их надземные части, корневища же и семена долго сохраняют свою живучесть и при благоприятных условиях вновь выпускают стебли, как, например, хвощ, тростник. В это время более культурные растения еще не успевают размножиться, и производительность осушенного болота в таких случаях уменьшается в количестве; при неосторожном же осушении такое положение уменьшения урожая может затянуться на долгое время.

Почти безнадежно простое осушение моховых болот, покрытых белыми мхами, мелкой сосной, клюквой, багульником, шейхцерией и другими негодными растениями. Этот характер расти-

тельности сфагнового мохового болота остается обычно без изменения и после осушения, и для использования осушения необходима или последующая интенсивная культура с разработкой поверхностного слоя или, если первое не по силам, экстенсивное орошение напуском воды на поверхность моховика. В этом случае пускаемая по поверхности вода полезна не сама по себе, так как воды в торфянике в весеннее время, когда производится затопление, и без того достаточно. Здесь результат орошения является следствием, во-первых, отложения на моховике взвешенных частиц ила, принесенных речной водою с прилегающих полей, во-вторых, содержания в орошающей воде потребных растению питательных веществ в растворе, в-третьих, согревания водою еще не оттаявшего моховика притекающими с полей более теплыми водами. Таким образом цель и действие орошения бывают различны: то оно производится в целях поддержания надлежащей влажности почвы, то в целях непосредственного обогащения почвы питательными веществами.

Естественное орошение лугов весенними водами мы видим в природе часто; это — наши заливные луга, дающие из года в год урожай лучшего сена; здесь, что уносится человеком с урожаем сена, то возмещается весеннею речною водою, осаждающей из себя снесенный с поля ил. Необходимым условием действия весенней воды является, помимо богатства воды илом, еще и быстрый отвод воды канавами со всех пониженных мест заливного луга. Если после спада воды в реке в пониженных местах луга вода застоится, то здесь разовьется не луговая, а болотная трава.

Приемы орошения при осушении.

Искусственное орошение при осушении достигается в наших условиях следующими тремя приемами. Первый и простейший прием, который можно назвать естественным орошением, состоит в прорытии на расстоянии 427—853 м (200—400 саж.) одна от другой осушительных канав, размеры которых заведомо недостаточны для пропуска весенних вод. Этот способ применен невольно, без мысли об орошении, на большинстве крупных осушительных магистральных каналов Полесья, прорытых бывшею Западною Экспедицией по осушению болот по большим низинным болотам. Магистральные каналы Полесья таковы, что

они могут пропускать без переполнения не более 0,15 литра в секунду с одной десятины водосбора, тогда как в весеннее время десятина водосбора дает и более одного литра воды в секунду. Следовательно, весенняя вода не вмещается в магистральном канале и разливается по болоту или лугу. При наличии канала этот разлив продолжается недолго: поверхность болота или луга освобождается из-под воды, как только оканчивается сток снеговых вод. Получается подобие заливного луга вместо бывшего до прорытия магистрали болота. Хороший луг может получиться при таком естественном орошении лишь в случае, если на болото попадают воды плодородные, стекающие с полей; если же водосбор канала ограничивается болотами и лесами, то, конечно, результат такого орошения получается очень слабый или вовсе его не получается за отсутствием удобрительного в этом случае действия воды.

Изложенное указывает, что при простейшем осушении болотных пространств, предназначенных под естественные луга, было бы ошибочно рыть такие каналы, которые вмещали бы в себя всю весеннюю и летнюю ливневую воду. Такие большие каналы, помимо их большой стоимости, могут оказаться вредными: ни оросительного, ни удобрительного, ни температурного действия текущая по ним вода на луг не окажет; даже заноса семян культурных трав не последует. При прорытии таких больших каналов прежняя болотная растительность пропадет, а новой не появится. Итак, узкие каналы есть простейшее совмещение осушения с орошением. Однако в таком способе есть и опасность: во время летнего ливня быстро стекающая с верхней части водосбора вода выступает из имеющей недостаточные размеры каналы и затопляет траву перед самой ее уборкою или уже лежащую скошенной.

Поэтому гораздо надежнее второй прием весеннего орошения болот совместно с осушением, весьма, впрочем, мало отличающийся на первый взгляд от первого. В рассчитанных на пропуск почти всей весенней и ливневой воды осушительных канавах устраиваются шлюзы для задержания воды летом в засуху и для затопления поверхности болота движущимися весенними водами; для этого нужно только закрыть шлюзы. Так как успех этого приема орошения зависит от удачного расположения и своевременной манипуляции шлюзами, то его можно назвать шлюзовым орошением. Такого осушитель-

ною и побочно оросительную сеть можно достигнуть при регулярном действии ее верных результатов, так как:

а) при размерах, рассчитанных на большое количество воды, каналы быстро и своевременно отведут весенние воды с болота после поднятия затворов шлюзов,

б) при больших размерах каналов вода летних паводков, вмещающаяся в канаве, не затопит сенокосов во время уборки их,

в) во время зесухи закрытием шлюзов на больших канавах предупреждается сток воды с болота ниже благоприятного для растений уровня.

Следовательно, технически этот второй простейший прием орошения при осушении отличается от первого ббльшими размерами каналов и наличием шлюзов на них. Шлюзы устраиваются в местах наименьшего уклона канавы, чтобы подпор воды от шлюза распространялся вверх возможно дальше.

По такому простому типу устраивалось шлюзовое орошение в Западном крае как бывшей экспедицией на казенных землях, так затем и частными лицами. Западной Экспедицией построено было для управления горизонтом воды в осушительных каналах около 30 водоспусков, при чем в очерке работ экспедиции говорится: „ввиду несомненной пользы водоспусков в деле управления болотными водами предполагается число их постоянно увеличивать не только в казенных дачах, но обязывать частных владельцев, осушающих принадлежащие им болота при содействии правительства, строить этого рода сооружения“. И действительно, устройство водоспуска (шлюза) считалось обязательным при проектировании осушительных работ на казенных землях.

Однако возлагавшиеся на водоспуски надежды не оправдались на казенных землях. Чрезвычайно экстенсивное лесное и луговое хозяйство и, как следствие этого, чрезвычайно слабая охрана территории имели обычным результатом быстрое исчезновение затвора шлюза, и в лучшем случае, при целости сооружения, некому все же было во-время манипулировать им. Поэтому ознакомление с построенными в Полесье шлюзами дает право сказать, что они, по крайней мере в 1913—1915 г.г., не работали, и каналы на казенных землях функционировали лишь как осушители. С бльшим успехом применялось регулирование водного режима шлюзами на частных землях Полесья. Такое простое осушение с орошением устроено было в Полесье

в имениях Ленин и Чучевичи Мозырского уезда, в имении Копачевичи Слуцкого уезда на площади около 6 000 десятин в 1894 году, в имении Малево того же уезда в 1907 году и на землях нескольких селений того же уезда. Осуществление этих

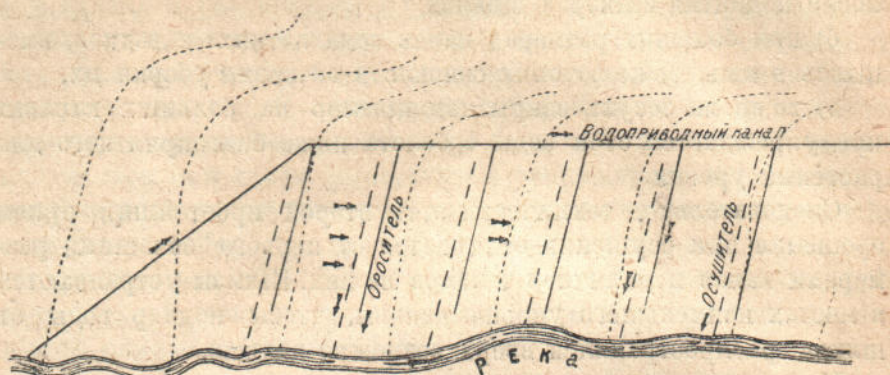


Рис. 99.

работ связано в значительной мере с деятельностью в крае А. Х. Якобсона, пропагандировавшего и осуществлявшего их технически. Начавшееся производство таких работ на крестьянских землях без всякого денежного пособия от казны было

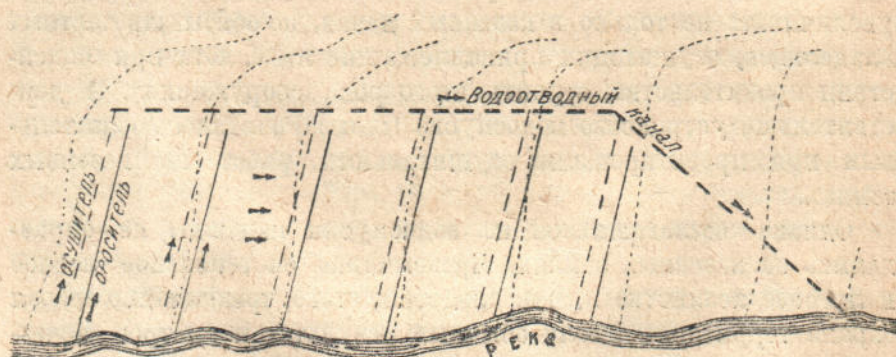


Рис. 100.

лучшим доказательством наглядного результата работ, произведенных ранее на землях помещиков.

Третий прием орошения, являющийся дальнейшим шагом вперед в деле возможности регулирования водного режима болот и лугов, состоит в прорытии наряду с осушитель-

ными канавами и канав специально оросительных, проходящих по возвышенной части болота или луга. Одна из простейших схем такой осушительно-оросительной сети представлена на рис. 99.

Здесь при закрытии шлюза на ручье вода из ручья направится по водопроводному каналу на осушаемый болотный луг. При закрытии затворов на самой водопроводной канаве вода из нее пойдет в оросительные канавы, а из них ровным слоем по поверхности земли в осушительные водоотводные канавы, вводимые снова в речку. При постоянном течении воды в ручье можно пользоваться водою из него и в летнее время, заполняя осушительно-оросительную сеть канав, при надлежащем манипулировании шлюзами водою до нужной для растений высоты. Таким образом работами этого типа достигается двоякое орошение луга: весеннее — напуском воды по поверхности от краев его к центру, и летнее орошение — поддержанием уровня грунтовой воды на нужном для растений горизонте, так называемое орошение инфильтрацией.

Орошение напуском той же самой площади может быть устроено и по совершенно иной схеме, изображенной на рис. 100. Здесь орошающая вода идет от центра к краям поверхности и собирается в осушительную канаву, прорытую по краю болота. Эту последнюю схему орошения напуском можно назвать центробежной, а первую схему — центростремительной. Чаще осуществима первая схема, центростремительная.

Действие орошения.

Вопрос о действии шлюзового и правильного орошения напуском болот и естественных лугов в условиях Западного края, где это орошение применяется, встретил резкое отношение со стороны специалистов, вплоть до отрицания всякого действия его, или при более осторожном отрицательном подходе указывалось на половинчатость и временность этой меры, как не могущей дать того, что дает интенсивная культура болот с оборотом пласта, искусственным удобрением и посевом травяных смесей. Как уже говорилось в начале статьи, результат описанных, применяемых в Западном крае, приемов орошения — естественного, шлюзового, и правильного — может проявляться по различным причинам.

1.—Приводимая на поверхность торфяника или минерального луга вода пополняет недостаток воды в нем и в сухое летнее время. О неблагоприятных водных свойствах торфа, о способности его то пересыщаться водою, то быть высушенным испарением до возможности горения уже говорилось. Это орошение в чистом виде достигается лишь посредством привода воды по специальным канавам из непересыхающих речек и надлежащей манипуляцией шлюзами. Применение его возможно в СССР на низинных болотах в очень многих случаях и на больших площадях.

2.—Пускаемая в весеннее время по торфянику или минеральному лугу вода осаждаёт на поверхности покрываемой площади механически взвешенные мелкие частицы почвы, смытые с возвышенных частей водосбора; здесь вода является не орошающим элементом, а средством переноса удобрения. Осаждением на неразложившиеся остатки растений смытого с полей минерального ила создаются наилучшие условия развития луговой растительности, если обеспечен отвод избытка воды. Такими условиями естественного кольматажа создаются заливные луга в поймах рек, протекающих по распаханым районам. Устройство такого удобрительного орошения или кольматажа на осушенном торфяном болоте есть лучший прием экстенсивного сельскохозяйственного использования болота.

3.—Пускаемая на поверхности осушенного торфяника вода отдаёт торфу или непосредственно растениям часть растворенных в воде минеральных солей; такое удобрительное действие производится или одновременно с только что описанным естественным кольматажем, или самостоятельно водою, не содержащей механически взвешенных частиц. Отдача почве или непосредственно корням растений водою растворенных в ней минеральных солей подтверждается анализами воды при входе на орошаемую площадь и при выходе с нее. Не приводя заграничных данных, сошлемся на простые анализы Е. Млинарича весенней воды, шедшей в 1912 году из реки Лани через болота имени Чучевичи Мозырского уезда; места взятия проб у входа и выхода воды на болоте были на расстоянии 18 км друг от друга.

Остаток на фильтре давал взмученные в воде частицы, выпаривание профильтрованной воды показывало содержание растворенного минерального и органического вещества; прокаливание давало лишь минеральный остаток. Результаты указаны в миллиграммах из одного литра воды или в граммах из м³ воды.

	При входе на участок			При выходе с участка			
	15/III	1/IV	15/IV	15/III	1/IV	15/IV	1/V
Взмученных частиц	3,3	2,3	3,4	2,0	1,7	1,4	2,9
Сухого остатка, бывшего в растворе	120	148	136	97	70	89	114
Остаток после прокаливания	31	57	41	23	19	21	30

Приблизительно можно считать, что вода проходила по поверхности болота расстояние в 18 км в течение около 15 дней; поэтому вода 15 марта у входа на болото соответствовала, грубо считая, воде у выхода с болота 1 апреля. Приведенная табличка очень резко указывает на обеднение воды растворенными минеральными солями (остаток после прокаливания) после прохода 18 км по болоту.

4.—Орошающая вода, стекающая тонкими струями с возвышенности водосбора, насыщена кислородом воздуха, который она частично может отдавать торфяному грунту, переводя в нем вредные для растений закисные соединения в окисные.

5.—Нагретая солнечными лучами весенняя вода с полей и лугов, протекая по неоттаявшему еще торфяному болоту, согревает верхний горизонт его, ускоряя его оттаивание, и тем пробуждает к жизни корневища и семена трав.

6.—Указывается еще на возможность вымывания текущею водою из торфа веществ, вредных для растений, на принос с полей и культурных лугов семян, трав, укрепляющихся затем на орошаемой площади.

После рассмотрения путей воздействия пускаемой на участок воды при орошении ясно само по себе, что не всякая вода годна для такого орошения. Лишь вода, стекающая на болото с минеральных почв, годна для рассмотренных приемов орошения; вода же ручьев, питающихся болотными или лесными водами, содержит в себе как раз вредные для растений вещества, сама бедна кислородом и слабо нагрета солнцем. О доброкачественности воды ручья для орошения можно судить как по характеру водосборной площади его, так и по обильной растительности и по многочисленности водных животных в ней.

Результатом осушения и попутно с ним орошения болот является естественная смена растительности на нем. По наблю-

дениям Вл. Докторовского орошаемые моховые болота в Минской губ. претерпевают следующие изменения.

1. — Растительность мохового болота до орошения: осока, вахта, подбел, капустаница, шейхцерия, клюква и роснянка и единично другие; напочвенный покров—белый мох.

2. — После 2—3 лет осушения с орошением: полевица, осока, хвощ, мытник, подмаренник и единично другие; напочвенный покров—белый и зеленый мох.

3. — После 5—6 лет осушения с орошением: мятлик, вейник, полевица, осока, дрема, шлемник, подмаренник; напочвенный покров—зеленые мхи разрозненным ковром.

Следовательно, на месте мохового болота получается после 6 лет осушения орошением мятликовый естественный сенокос, с примесью вейника, полевицы, овсяницы и других злаков.

Стоимость экстенсивного осушения с попутным орошением, без возможности применения обработки, удобрения и посева травяных смесей выражается 15—20 золотыми рублями на десятину; урожай сена поднимается, грубо говоря, с 50 пудов до 100—150 пудов пудов с десятины.

Нынешнее экстенсивное, а затем и интенсивное, связанное с культурой болот и лугов, орошение в виде сочетания с осушением может иметь применение на малых и на очень больших площадях болот республики, и несомненно в будущем на нем построена будет эксплуатация в значительной части нынешних болотных пространств СССР. Как схему такого типа работы очень большого размера приведем пример из центра Полесья, захватывающую площадь в 2500 км². Стекающие с возвышенных плодородных полей Слуцкого уезда непересыхающие реки Лань, Мороч и Случ при вступлении их в Полесскую низменность могут быть перехвачены общим большим каналом, который при протяжении в 120 км. может быть выведен непосредственно в реку Припять. Этот канал и реки Лань, Мороч, Случ и Припять образуют основную раму, в которой на ровной площади болот может быть создана идеальная осушительно-оросительная сеть.

По имеющимся нивелировкам обычный уровень воды в реке Лани—около 141,6 м над морем, реки Морочи при впадении ее в Случ—131,8 м, речки Бобрика в верховье—129,5 м и т. д.; линия канала постепенно понижалась бы от Лани к Припяти без резких водораздельных высот. Этот канал с устройством шлюзов на нем с сетью вспомогательных осушительных

и оросительных канав имел бы огромное значение для безводного района в 2500 км², совершенно изменил бы условия хозяйства в нем и окупился бы даже с частновладельческой точки зрения. Канал ограждал бы район от затопления пришлыми водами в весеннее время и был бы всегда обеспечен водою в самое засушливое время; по сети оросительно-осушительных канав вода из канала могла бы пускаться в нужное время на поля и луга, и тем совершенно гарантировалось бы получение нормального урожая в мокрый и сухой год.

Обратим еще внимание на то, что по пути канала лежит большое Князь- или Жид-озеро, длиною 14, шириною 5¹/₂ км, которое могло бы служить регулирующим резервуаром. Некоторые технические материалы к проекту уже имеются.

Так как на осуществимость такого канала еще не было указаний, то мы решаемся окрестить это несомненное в будущем сооружение именем: „Северо-полесский канал“. Экономическое значение этого сооружения со всеми вспомогательными к нему устройствами выразилось бы в том, что вместо нынешних около 10 человек на км² жителей здесь могло бы кормиться, хотя бы как в Польше, 90 человек; при достаточном же оптимизме и в надежде на возможность большей интенсификации хозяйства при искусственном осушении и орошении, можно плотность населения допустить и в 200 человек на км². В последнем случае мы получим на площади 2500 км², т.-е. на малом клочке Полесья 500 000 жителей вместо нынешних 25 000.

Но не только с севера, с полей Слуцкого уезда, но и с юга, с возвышенностей Волыни, текут в Полесскую низменность большие реки: Турия, Стоход, Горынь, Ствига, Уборич. И из этих южных рек с небольшими дополнительными к осушению затратами вода может быть направлена самотеком на большую часть Полесской низменности; можно конкретно представлять Южно-полесский мелиорационный канал по такому же пустынному району, как и северный. Природные факторы Полесья благоприятствуют таким работам. Климат здесь сравнительно мягок. Урожай и теперь характеризуются устойчивостью, хотя ничтожностью по величине и невысоким качеством продукта, топографические условия таковы, что регулирование влаги, отвод избытка и пополнение недостатка возможны здесь в большом масштабе, с меньшими затруднениями и в течение всего вегетационного периода.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА.

Содержание проекта.

По произведенным изысканиям и соображениям, изложенным в главах о расстоянии между канавами, уклоне дна, глубине, заложении откосов, ширине по дну и пр., составляется проект осушительных работ.

Полный проект работ должен состоять из:

- 1) Пояснительной записки.
 - 2) Подписок о согласии пользователей земель, находящихся ниже участка, предположенного к осушению, на проложение канав через их владения.
 - 3) Выкопировки из 2- или 3-верстной карты Главного Штаба места работ с нанесением проектируемых канав.
 - 4) Ведомости гидравлического расчета сечений канав.
 - 5) Ведомости протяжений, размеров и объема проектированных канав.
 - 6) Сметы на земляные и плотничные работы.
 - 7) Выписки из справочных цен на рабочие руки и материалы.
 - 8) Плана проектированных работ с обозначением канав, глубин торфа, высот поверхности.
 - 9) Продольных профилей проектированных канав и существующих русел с надписанием их глубин на каждом пикете, глубин торфа, воды, обозначением подпочвы, растительного покрова и пр.
 - 10) Чертежей мостов, шлюзов и укреплений откосов на канавах.
- Из перечисленных частей проекта прежде всего составляются план проектированных работ и продольные профили канав; затем

вычисляется ведомость размеров и объема проектированных канав, составляются чертежи мостов и водоспусков.

После этого составляется смета на работы, делается выкопировка из карты Главного Штаба, выпись справочных цен, подбираются все подписки и приговоры по работе. После всего этого составляется пояснительная записка.

Продольные профили осушительных канав.

Лишь в редких случаях возможно сдавать исполнение работ по проложению осушительных канав с платой за погонный метр, а именно лишь там, где поверхность земли совершенно ровная с определенным и одинаковым уклоном, и где поэтому глубина канав на большом протяжении одинакова и притом сравнительно небольшая. Там же, где поверхность не вполне ровная, уклон ее в сторону направления проточной канавы меняется, и поэтому глубины канавы в различных точках ее протяжения различны, и в зависимости от этих глубин меняется и ширина канавы по верху,—там для точного учета работы является необходимым вычислять объем земляных работ по проложению канавы.

Для определения глубин на пикетах, необходимо вычерчивание продольного профиля поверхности болота по линиям намеченных канав; условные отметки высоты каждого пикета должны быть вычислены еще на месте производства изысканий, как это было в соответствующем месте указано. Вычерчивание профиля производится на специальной профильной бумаге, которая бывает с делениями на доли метра и на доли сажени; на изображенном образце такой бумаги (рис. 101) толстыми линиями ограничены квадраты, стороны которых равны 0,01 м, линиями второго порядка ограничены квадраты со сторонами в 0,001 м. Две пересекающиеся линии, расстоянием от которых определяется положение всякой точки на плоскости, называются осями координат; из них горизонтальная называется абсциссой, а вертикальная — ординатой. На профильной бумаге расстояние между пикетами откладывается по горизонтальной линии, а условные высоты — по вертикальным, проходящим через соответствующие точки горизонтальной линии. Если принять масштаб в горизонтальном и вертикальном направлениях одина-

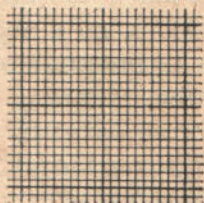


Рис. 101.

ковым, то после соединения прямыми линиями отложенных на бумаге точек получается линия, подобная линии на местности и на-глаз совершенно горизонтальная, профиль не будет наглядным. Поэтому продольная линия всегда вычерчивается в искаженном виде, что достигается принятием разных масштабов горизонтального и вертикального; чаще принимают 0,01 м на профильной бумаге в горизонтальном направлении за 100 м протяжения на местности (масштаб $\frac{1}{10\,000}$ натуральной величины) и 0,01 м в вертикальном направлении за 1 м падения на местности (масштаб $\frac{1}{100}$ натуральной величины), т.-е. масштаб вертикальный в 100 раз крупнее горизонтального. При таком отношении всякий уклон, с которым приходится часто встречаться на болотах, выражается на профиле достаточно резко. Кроме поверхности болота, на том же профиле откладываются на каждом пикете глубины существующих канав, высоты горизонта воды на болоте и глубины торфяного слоя; соединяя и эти точки прямыми линиями, получаем наглядное представление о линии, по которой намечена канава. Над профилем отмечают и подписываются границы владений, №№ кварталов, границы леса, чистого, заросшего кочковатого болота, дороги, тропы, устья боковых канав, установленные реперы. Ниже профиля подписываются №№ пикетов, условные высоты местности, глубина канав и пр., как указано на прилагаемом образце (рис. 102); на профиле же обозначается и направление линии относительно сторон света, смотря снизу вверх по линии; следовательно, на полном профиле мы имеем в компактном виде весь материал, собранный изысканиями на месте.

После этого намечаем на профиле дно проектируемой осушительной канавы, прочерчивая его в виде прямой линии определенного уклона, с изломами, соответственно профилю поверхности болота; расстояние дна от поверхности и уклон его назначаются, сообразуясь с изложенными ранее правилами. Затем по разности отметок начала и конца каждого прямого отрезка линии дна и длине его точно вычисляют уклон дна на этом протяжении; по нем затем вычисляют высоту дна над условным горизонтом на каждом пикете; вычитая ее из высоты поверхности болота, получают глубину канавы на каждом пикете и подписывают ее на профиле с точностью до сотых долей метра.

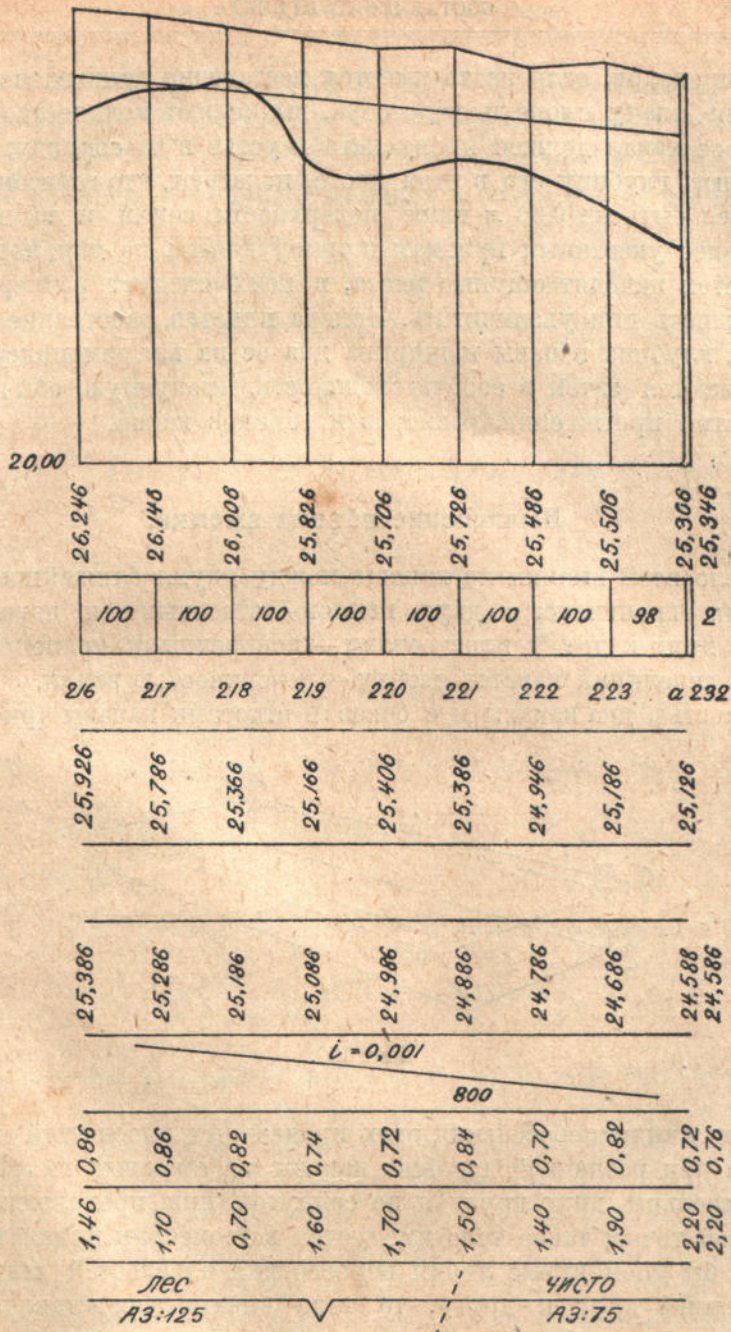


Рис. 102.

Определив, если на то имеется достаточно данных, по карте или по плану площадь водосбора, вычисляют количество воды, которое канал должен пропускать в устье в 1 секунду; берут среднюю глубину его в этом месте, полагают, что горизонт воды должен быть на 0,50 м ниже поверхности земли и вычисляют по ранее указанным приемам ширину канала по дну; подобным расчетом находят ошущью места, в коих следует размеры дна уменьшать или увеличивать. Номера пикетов, расстояние между ними, глубина канавы и ширина дна ее на каждом пикете выписываются затем в особую ведомость, именуемую обычно ведомостью протяжений, размеров и объемов канав.

Вычисление объема выемки.

Тело всей выемки из канавы между двумя ближайшими пикетами ограничено: с двух концов — отвесными и параллельными друг к другу плоскостями — поперечными трапециoidalными сечениями канавы, сверху — поверхностью земли, снизу — плоскостью дна канавы и с боков 2 откосами канавы (рис. 103);

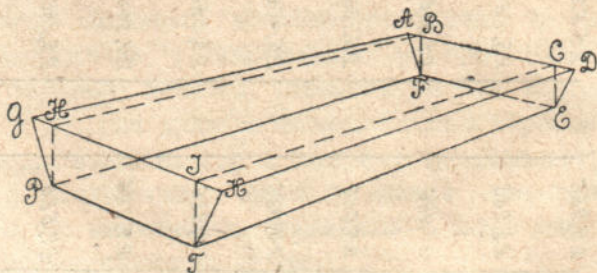


Рис. 103.

четыре линии пересечения этих продольных плоскостей между собою при различной глубине канавы на смежных пикетах не параллельны друг другу и не сойдутся при продолжении их в одной точке; такое тело именуется в геометрии призматомом (если бы упомянутые линии пересечения плоскостей были параллельны друг к другу, то тело выемки представляло бы призму, а если бы эти линии сходились при продолжении, то — усеченную пирамиду). Объем призматоида выражается довольно сложной формулой, для вывода которой разделим тело призма-

тогда отвесными плоскостями BFH и CEI , проходящими через линии пересечения дна канавы с откосами, на три части:

1.— $BFRHCEFI$ —призму объема v_1 = площ. $BFRH \times BC$ = $\frac{h+h_1}{2} \cdot l \cdot b$, где h —глубина на одном пикете, h_1 —на другом, l —расстояние между пикетами, b —ширина канавы по дну;

2.—усеченную пирамиду $ABFGHP$ объемом (объем усеченной пирамиды по теореме геометрии выражается через $\frac{1}{3} h \cdot (F + f + \sqrt{Ff})$, где F —площадь нижнего основания, f —площадь верхнего основания и h —высота усеченной пирамиды):

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{BH}{3} \cdot \left[\text{пл. } ABF + \text{пл. } GHP + \sqrt{\text{пл. } ABF \times \text{пл. } GHP} \right] = \\ &= \frac{l}{3} \left[\frac{mh^2}{2} + \frac{mh_1}{2} + \sqrt{\frac{mh^2}{2} \cdot \frac{mh_1^2}{2}} \right] = \\ &= \frac{l}{3} \left(\frac{mh^2}{2} + \frac{mh_1^2}{2} + \frac{mh h_1}{2} \right) = m \cdot \frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{2} \cdot \frac{l}{3}, \end{aligned}$$

где m есть заложение откосов ($=1, 1\frac{1}{2}, 2$ и т. д.),

3.—усеченную пирамиду $CDEIKF$ объема v_3 равного в данном случае, вследствие одинакового заложения обоих откосов канала, объему v_3 .

Следовательно, математически точный объем всего призматоида равен:

$$\begin{aligned} V &= v_1 + 2v_2 = \frac{h+h_1}{2} \cdot l \cdot b + m(h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1) \frac{l}{3} = \\ &= \left[\frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{3} \cdot m + \frac{h+h_1}{2} \cdot b \right] \cdot l. \end{aligned}$$

Выражение это представляется в целях облегчения вычислений и в иных видах, но все же непосредственное вычисление объема по ним вследствие сложности их практически невозможно. Существует много таблиц, которые значительно облегчают это действие, но все же не настолько, чтобы формула была удобна для быстрого подсчета.

Поэтому в осушительной практике подсчет объемов осушительных канав производится обычно по приближенной формуле Винклера:

$$V_1 = \frac{F + F_1}{2} \cdot l,$$

представим эту ошибку в цифрах на примере, соответствующем действительности.

Расстояние между пикетами 100 м, откосы одиночные ($m=1$) глубина на одном пикете 0,60 м, на другом 0,80 м (разница глубин значительная); тогда $t=0,20$ м, $t^2=0,04$ $V_1 - V = 0,04 \cdot \frac{1}{6} \cdot 100 = 0,667$ куб. м., т.-е. величина, не имеющая практического значения.

В нижеследующей таблице вычислены погрешности для разностей глубин от 0,02 до 0,40 м при расстоянии между пикетами 100 м и при одиночных откосах.

t	$V_1 - V$	t	$V_1 - V$
0,02	0,00666	0,22	0,8068
0,04	0, 0265	0,24	0,9610
0,06	0, 0600	0,26	1,1289
0,08	0, 1066	0,28	1,3069
0,10	0, 1666	0,30	1,5003
0,12	0, 2400	0,32	1,7071
0,14	0, 3266	0,34	1,9271
0,16	0, 4266	0,36	2,1604
0,18	0, 5400	0,38	2,4071
0,20	0, 6667	0,40	2,6672

При откосах полуторных ошибка увеличивается в полтора раза, при откосах половинных ошибка уменьшается на половину против величины ее, указанной в таблице.

Так как при обычных условиях прохождения канала по болоту разница глубин между смежными пикетами в среднем редко превышает 0,10 м, то ошибка в вычислении по приближенной формуле на протяжении одного километра составит при откосах 1:1 объем менее 1,67 куб. м.

Площади сечений канав берутся из готовых таблиц. Для вычисления объема по этим таблицам приходится делать следующие манипуляции: на отдельном [листе выписывается площадь сечения, соответствующая глубине канавы на 1 пикете, под нею то же для 2-го пикета; под этими двумя выписанными площадями подписывается полусумма их (при небольшом навыке она пишется непосредственно, без предварительного складывания и деления), полусумма умножается на расстояние между пикетами, и произведение пишется в ведомость; при расстоянии между пикетами в 50 м взамен умножения на 50 проше

вычисленную полусумму делить на 2, что дает в результате те же цифры (умножение на 50 равносильно умножению на дробь $\frac{100}{2}$).

Для вычислений объемов по точной формуле призматоида составлено много таблиц. В этом случае для удобства вычислений точную формулу представляют в ином виде, исходя из площади поперечного сечения на середине между пикетами.

Размеры этого сечения равны:

Ширина по дну — \underline{e} — та же, что и на пикетах,

глубина — $h_{cp.} = \frac{h + h_1}{2}$

заложение откосов — m — то же, что и на пикетах,

площадь — $F_{cp.} = \frac{e + e + 2 h_{cp.} m}{2} \cdot h_{cp.} = (e + m \cdot h_{cp.}) \cdot h_{cp.}$

Подставляя вместо $h_{cp.}$ величину его $\frac{h + h_1}{2}$, имеем:

$$F_{cp.} = \left(e + m \cdot \frac{h + h_1}{2} \right) \cdot \frac{h + h_1}{2} = e \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2.$$

Объем по средней площади сечения получается:

$$V_{cp.} = F_{cp.} \cdot l = \left[e \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l.$$

Этот объем по средней площади меньше исчисленного ранее объема по точной формуле призматоида на:

$$V - V_{cp.} = \left[\frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{3} \cdot m + \frac{h + h_1}{2} \cdot e \right] \cdot l - \left[e \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \cdot \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l = \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \cdot l.$$

Таким образом:

$$V = \left(F_{cp.} + \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \right) \cdot l;$$

здесь V — точный объем выемки по формуле призматоида,

$F_{cp.}$ — площадь сечения на середине между пикетами по средней глубине $\frac{h + h_1}{2}$,

h и h_1 — глубины на смежных пикетах,

m — заложение откосов, равное 1, $1\frac{1}{2}$, 2 и т. д.

Площадь сечения $F'_{ор}$ берется сразу из таблиц площадей, а поправка $\frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12}$ из таблиц поправок, помещенных во второй части книги.

Не производится никаких вычислений при пользовании таблицами, составленными по принципу Пифагоровой таблицы умножения; в левом вертикальном и верхнем горизонтальном столбцах пишутся глубины канав, а на пересечениях соответствующих столбцов непосредственно дается объем канавы при том расстоянии между пикетами, для которого составлена таблица. Для всякой ширины дна и заложения откосов нужна особая таблица; ввиду весьма специального значения таких таблиц и кропотливости их составления, их нет в продаже, и едва ли даже вычислен весь их комплект.

Если канава намечена по линии существующего русла, то действительный объем выемки получается как разность объема проектированной канавы и объема существующего русла, если сечение последнего целиком вмещается в сечениях проектных (рис. 105, а). Если же ширина или глубина существующего русла в иных пикетах более проектированных, то вычисляется не весь существующий объем, а только та часть его, которая заключена в объеме проектированного канала. При этом поперечные сечения существующего русла и проектированного могут располагаться относительно друг друга согласно одной из шести изображенных фигур, на которых вычисляется только та часть площади сечения существующего русла, которая заштрихована (рис. 105).



Сплошным—существующий профиль.
Пунктиром—проектируемый профиль.
Заштриховано—выемка.

Рис. 105.

Часто при большой воде, зыбкости грунта, отложениях наносов и пр. является невозможным измерить ширину существующего

ВЕДОМОСТЬ

размеров и объемов выемки по устройству боковой канавы № 3 к № 1 в казенной
 даче лесничества уезда. По измерениям в 19..... году.

№ пикетов.	Расстояние.		Размеры предполагаемого канала.				Размеры существующего канала.				Объемы в кубическ. метр.			ПРИМЕЧАНИЕ.	ОБЪЯСНЕНИЕ ХОДА ВЫЧИСЛЕНИЯ.	
	Глубина.	Ширина.	Глубина.	Ширина.	Глубина.	Ширина.	Глубина.	Ширина.	Объем существующего канала.	Объем выемки.	Объем предполагаемого канала.	Схема на чертеже.	Площадь сечения существующ. канавы в пред. пик. ект.			
В м е т р а х .																
216	0,44	0,50	1,38	0,46 >0,44	0,48	1,46 >1,38	0,46	0,48	20,68	13,62	7,06	б	$\frac{0,50 + 1,38}{2} \times 0,44 = 0,4136$			
217	0,44	"	1,38	0,18	0,20	1,26	0,18	0,20	20,00	10,05	9,95	а	$\frac{0,20 + 1,26}{2} \times 1,18 = 0,1314$			
218	0,42	"	1,34	0,33	0,30	1,35 >1,34	0,33	0,30	18,02	14,27	3,75	е	$\frac{0,30 + 1,34}{2} \times 0,33 = 0,2706$			
219	0,38	"	1,26	0,39 >0,38	0,30 0,32	1,36 >1,26	0,39 >0,38	0,30	16,72	9,85	6,87	д	$\frac{0,32 + 1,26}{2} \times 0,33 = 0,3002$			
220	0,38	"	1,26	0,15	0,20	1,05	0,15	0,20	18,70	13,53	5,17	а	$\frac{0,20 + 1,05}{2} \times 0,15 = 0,0937$			
221	0,44	"	1,38	0,17	0,25	1,08	0,17	0,25	19,02	8,53	10,49	а	$\frac{0,25 + 1,08}{2} \times 0,17 = 0,11305$			
222	0,39	"	1,28	0,27 >0,27	0,80 >0,74	0,95	0,27 >0,27	0,80	19,37	8,86	11,01	г	$\frac{0,74 + 0,95}{2} \times 0,27 = 0,22815$			
223	0,45	"	1,40	0,16	0,20	0,85	0,16	0,20	19,29	3,92	15,37	Эллипс.		$0,78 \times 0,85 \times 0,16 = 0,10608$		
а	0,40	"	1,30	0,03	0,60	0,60	0,03	0,60	0,38	0,03	0,35	а	$\frac{0,60 + 0,60}{2} \times 0,09 = 0,0540$			
232	0,43	"	1,36	—	—	—	—	—	152,18	73,80	78,38					
											400					

ющего русла по дну. В этом случае для вычисления объема существующего русла можно принимать поперечное сечение его подобным эллипсу или параболе.

К половине эллипса сечение русла ближе подходит, когда ширина его более глубины. Половина площади эллипса, соответствующая площади сечения русла, выражается формулой:

$F_{эл.} = \frac{\pi}{2} \cdot a \cdot b = 0,78 \cdot 2a \cdot b$, где $2a$ — ширина русла по верху, b — глубина.

К параболической кривой сечение русла ближе подходит, когда ширина его менее глубины. Площадь, ограниченная двумя ветвями параболы и замкнутая сверху линией ab , выражается

$F_{пар.} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot x \cdot y = 0,66 \cdot 2y \cdot x$, где $2y$ — ширина русла по верху, x — глубина.

Размеры канав и вычисленные объемы выписываются в ведомость протяжений, размеров и объемов канав нижеприводимой формы.

С м е т а .

Объем выемки совместно с характером растительности на осушаемом участке, родом грунта, наличием или отсутствием подземных пней росшего некогда леса определяет главным образом количество рабочих рук для выполнения работы; при этом следует иметь в виду, что земля, вынутая из канавы, должна складываться по обе стороны ее в валы, отстоящие от края канавы не менее 1,0 м, и эти валы должны прорезываться через 20 м воронками для облегчения стока воды с болот в канаву. Количество рабочих рук вычисляется по нормам Урочного Положения, составленного еще в 1869 году, соответствующие параграфы которого приведем в том порядке, в котором работа выполняется.

Прежде всего полоса земли, назначенная под канаву, берму и кавальеры, должна быть очищена от леса; количество рабочих рук для этого определяется § 99.

§ 99. Для вырубki леса с корчеванием пней, обрубкой сучьев и вершин у строевых деревьев, относкою в сторону и складыванием бревен, накатника и жердей в штабели, дров и хвороста в кубы, а пней — в кучи, на гектар:

	Рабочих сил для леса		
	густого.	посред- ственного.	редкого.
1) Дуба, бука, ильма, клена, ясеня, лиственницы и других твердых деревьев, при высоте их на корне:			
а) 24 и более метров:			
Очень толстых (в комле 53 и более сантиметров).	443	355	226
Толстых (в комле от 36 до 53 см.).	418	333	211
б) от 16 до 24 метров:			
Очень толстых	404	315	200
Толстых	374	293	187
Посредственных (в комле от 22 до 36 см).	359	255	180
в) от 10 до 16 метров:			
Толстых	294	233	147
Посредственных	279	225	140
Тонких (в комле менее 22 см).	201	165	102
г) высотой менее 10 метров:			
Посредственных	190	150	95
Тонких	150	120	75
2) Сосны, при деревьях высотой:			
а) 24 и более метров:			
Очень толстых	350	278	175
Толстых	320	255	160
б) от 16 до 24 метров:			
Очень толстых	318	248	159
Толстых	288	225	144
Посредственных	240	192	122
в) от 10 до 16 метров:			
Толстых	220	188	114
Посредственных	175	155	92
Тонких	145	133	77
г) высотой менее 10 метров:			
Посредственных	130	100	65
Тонких	90	71	45
3) Ели, березы, осины липы и других дерев мягкой породы, количество рабочих сил полагать против сосны от 10 до 12% меньше, смотря по мягкости породы.			
Кустарника и дровяного леса	90	45	25

Примечание. Если сумма площадей поперечного сечения пней от срубленных на десятине деревьев составляет более 37 кв. м, то такой лес считается густым, от 23 до 37—посредственной густоты, а менее 23 кв. м—редким.

§ 100. Для вырубki леса без корчевания с очисткою его сучьев, относкою в сторону и на укладку бревен, накатника и жердей в штабели, а дров и хвороста — в кубы, количество рабочих сил на десятину уменьшать против § 99 на 40%.

На самое прорытие канав назначаются рабочие руки согласно § 30.

§ 30. Для копания земли из рвов, глубиною до 1,42 м и шириною не менее 1,42 м, с выбрасыванием или накладыванием прямо на тачки, на куб. метр:

- а) Сыпучей или рыхлой земли, отделяемой деревянными с железным лезвием лопатами, землекопов 0,1
- б) Растительной земли или вообще всякого грунта, отделяемого железными заступами, смотря по крепости грунта и удельному весу, землекопов от до 0,15 — 0,2

Примечание: Сюда отнесется также земля, смешанная с щепами или щебнем.

в) Плотной сланцеватой глины, слежавшегося гравия, торфа с корнями и пнями и вообще всякого грунта, отделяемого отчасти ломами, кирками и топорами, смотря по его твердости и удельному весу, землекопов 0,3 — 0,4

г) Отвердевшего глинистого грунта, щебенистой земли с большим количеством валунов, или мерзлого грунта, отделяемого при помощи кирок и ломов, смотря по его крепости и удельному весу, землекопов 0,5 — 0,6

д) Крепких каменистых, щебенистых и замерзших грунтов, отделяемых помощью ломов, клиньев и молота, землекопов 0,7 — 0,8

При глубине канавы более 1,42 м количество рабочих рук увеличивается по § 32.

§ 32. При выкидывании вышеозначенных грунтов из глубины более 1,42 м, по уступам, прибавляется, сообразно с удельным весом земли, на кубический метр:

- а) при глубине до 2,2 м землекопов 0,05—0,06
- б) " " " 2,9 " " 0,07—0,12

Вынутая земля складывается в валы, на что прибавляется по § 31 землекопов на 25%.

Если же земля, вынимаемая из канав, разбрасывается тонким слоем по болоту, то требуемые землекопы для этого назначаются согласно § 36.

§ 36. Для откидывания на горизонтальное расстояние 4 или на высоту до 2 м разрыхленной земли, на куб. м:

- а) для грунтов, обозначенных, в § 30, лит. а, б, землекопов 0,1
- б) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. в, г, д, землекопов 0,133

В местах устройства воронок рыхлая земля в валу должна быть откинута в сторону, на что требуются, согласно § 35, на 1 куб. м:

- а) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. а, б, землекопов 0,075

б) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. в, г, д,

землекопов 0,1

При тщательной работе откосы канав должны быть выравнены и отпланированы; согласно § 47, на планирование под рейку готовых откосов, на кв. м:

землекопов 0,007

При работе в воде расчет рабочих сил значительно изменяется; именно по § 29.

Для вычерпывания ручными черпаками и ковшами с помощью ворота разжиженной земли, илу и из рек песку на куб. м:

а) Из глубины не более 1 м до поверхности, за которую выбрасывается земля землекопов 0,6

б) Из глубины не более 1,35 м землекопов 0,7

в) Из глубины 2 м землекопов 1,1

г) При большей глубине прибавлять к 1,1 землекопам на каждые 1 м углубления землекопов по 0,15

Составление сметы по нормам Урочного Положения необходимо лишь по формальным соображениям для казенных учреждений. Частные же лица при сдаче исполнения работы с подряда никогда по этим нормам вычислений не производят, а непосредственно оценивают 1 куб. саж. выемки или одну сажень протяжения канавы.

Действительные цены на земляные осушительные работы при подрядном исполнении их в б. Минской губернии в 1914¹⁾ году представляются следующей таблицей за 10 куб. м:

	Чистое болото без пней.		Сосновый и березовый лес без больших пней.		Ольховые и другие крупные пни.	
	Торф.	Песок и глина.	Торф.	Песок и глина.	Торф.	
	Руб. К.	Руб. К.	Руб. К.	Руб. К.	Руб. К.	Руб. К.
I. Новые канавы:						
а) шириною по верху менее 5 м	1	75 2 00	1	85 2 10	2	50
б) шириною по верху более 5 м	2	00 2 50	2	25 2 75	3	00
II. Уширение и углубление:						
а) Канав и мелких русел без большой проточной воды	2	00 2 30	2	10 2 40	2	75
б) Каналов и речек при работе в проточной воде:						
1) шириною менее 6 м	3	руб. — к.	3	руб. 5) к.	4	р. — к.
2) шириною более 6 м	3	руб. 50 к.	4	руб. 10 к.	5	р. — к.

¹⁾ До начала войны.

При уклонах местности более 0,0005 расценка принимается меньшая, при уклонах менее 0,0005 принимается повышенная расценка.

За вышеупомянутые цены производятся:

1. вырубка леса на всей площади под канал, бермы и кавальеры и складывание его за кавальерами;
2. выемка 10 м³ грунта из канала;
3. очистка берм от вынутого из канала грунта;
4. складывание вынутого грунта в кавальеры на расстоянии не менее 1 м от края канала;
5. устройство воронок для стока воды через 20 м по каждой стороне канала;
6. устройство по сторонам каждой воронки берм шириною 0,4 м;
7. обделка кавальеров со стороны канала и воронок откосом не круче полукруглого;
8. планирование откосов канала.

И. Кругзем в докладе 2-му съезду инженеров-гидротехников в 1913 году дает следующие нормальные уроки сдельной копки осушительных канав глубиною от 0,5 до 1,3 м, шириною по верху от 1,9 до 3,4 м.

Род грунта.		На 10 м ³ = 1 куб. саж. выемки потребно землекопов:	
		По Урочному Положению.	По докладу И. Кругзема.
1.	Чистый торфяной грунт	} 1—2	0,60
2.	Растительная земля, песок, мягкая глина		0,75
3.	Плотная глина, суглинок, гравий с песком	3—4	1,00
4.	Глина с камнями, песок с галькой, торф с корнями и пнями	5—6	1,35
5.	Твердая глина, щебенистая земля, известковая плита	[7—8	2,00
6.	Ил, разжиженная земля и песок, вы- бираемые черпаками	6	2,50

Для определения подрядной стоимости работы следует прибавлять 20—30% стоимости основной.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ

на устройство стрелки № 4 в

№ по порядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТ.	Основание к определению количества рабочих и матер.
1.	<p>Для прорытия канавы № 4, боковой к магистральному каналу, длиной 400 м, проходящего целиком по земле.....казенной дачи, со средними размерами: шириною по дну 0,50 м, глубиною 0,42 м и шириною по верху 1,35 м с проектным объемом 152,18 м³, а за вычетом 59,27 м³ объема существующей канавы, объемом выемки 92,91 м³ торфяной и песчаной почвы с корнями и пнями деревьев и кустарников, с устройством кавальеров и очисткой берм и с откидыванием половины количества вынутой из канавы земли на расстоянии до 3 м—требуется землекопов:</p> $92,91 \times 0,15 \times 1,25 + \frac{92,91}{2} \times 0,075$	<p>Урочное положение. §§ 30-б, 31 и 35-а.</p>
2.	<p>Для планирования под рейку готовых откосов канавы при заложении их 1:1, длине канала 400 м и средней глубине 0,42 м, на площади:</p> $400 \times 2 \cdot \sqrt{0,42^2 + 0,42^2} = 476 \text{ м}^2$ <p>требуется землекопов:</p> $0,007 \times 476.$	<p>§ 47.</p>
3.	<p>Для откидывания земли из кавальеров под воронки, считая на каждую 0,18 м³, при устройстве их через 10 м, требуется землекопов:</p> $0,075 \times \left(\frac{400}{10} - 1 \right) \times 2 \times 0,18.$	<p>§ 35-а.</p>
4.	<p>Для прорезки по длине канавы через 10 м воронок для стока воды, длиной 1,5 м, шириною 0,30 м, глубиною от 0 до 0,30 м, объемом $1,5 \times 0,30 \times \frac{0,30}{2} = 0,0675 \text{ м}^3$ каждая, требуется землекопов:</p> $0,15 \times \left(\frac{400}{10} - 1 \right) \times 2 \times 0,0675.$	<p>§ 30-б.</p>
5.	<p>Для вырубki с корчеванием пней по линии канавы разнородного дровяного леса и заросли лозы средней густоты на протяжении 300 м, при ширине полосы в 3,5 м, требуется рабочих;</p> $45 \times \frac{3,5 \times 300}{10\,000}$ <p>Всего на устройство стрелки № 4 требуется:</p> <p style="text-align: right;">землекопов . . .</p> <p style="text-align: right;">рабочих</p>	<p>§ 99^а.</p>
6.	<p>На вспомогательные и непредвиденные расходы 2%.</p>	<p>§ 7.</p>

Согласно данным опыта, работу эту можно выполнить, считая по 0,2 рубля за

СМЕТА

казенной даче лесничества

уезда

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Материалов.	Единицы.		ВСЕГО		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
	20,91						
	3,33						
	1,05						
	0,79						
	4,73						По справочным ценам за июнь месяц 1907 г. по уезду.
	26,08		—	90	23	47	
	4,73		—	70	3	31	
			—	—	26	78	
					—	54	
			ВСЕГО	...	27	32	

1 м³ выемки, за $0,2 \times 92,91 = 18$ руб. 58 к.

Пояснительная записка.

Всякий проект мелиоративных работ, представляемый в учреждение на утверждение или для получения ссуды, должен содержать пояснительную записку, заключающую в себе:

1) объяснение, по какому побуждению составлен проект (постановление какого-либо совещания, заявление какого-либо учреждения, заявление частного лица, приговор крестьянского общества) и цели работ;

2) описание болота: рельеф, растительность, мощность торфа, род эксплуатации;

3) описание водоприемника и существующих на болоте осушительных канав;

4) описание предположенных работ: протяжение, размеры, объем и стоимость их;

5) предполагаемые результаты работ: технические и экономические;

6) юридические условия производства работ: отсутствие юридических затруднений или необходимость соглашения с соседними землепользователями.

В виде примера обыкновенной краткой пояснительной записки приводится ниже записка из проекта, составленного быв. Культур-Техническим Бюро Минской губернской земской управы:

Пояснительная записка к проекту осушительных работ в имении
.....Слуцкого уезда, Минской губернии, принадлежащем

По заявлению владельца имения
.....поданного на имя Губернской Земской Управы 15 апреля 1914 года, в начале лета того же года произведены были изыскания в целях выяснения возможности осушения находящихся в имении болот и обращения части их под сенокосы, а части под лесную удобную площадь; при этом с 26 апреля по 15 мая исполнено 43 версты 297 саж. нивелировки ходовых линий, намечены и провешены линии предположенных к прорытию каналов, с забивкою через каждые 100 саж. пикетов (деревянных кольев) и с обозначением на них номеров, соответствующих номерам пикетов в приложенной к проекту ведомости о размерах каналов.

Имение расположено в юго-восточной части Слуцкого уезда, в 40 верстах от города Слуцка и в 36 верстах от ст. Уречье ветки Либ.-Ром. ж. д. Главным водоприемником для стекающей из имения воды служит река Северная Случь, при чем владения непосредственно примыкают к реке Случи в юго-западной своей части.

Болота расположены в двух отдельных друг от друга участках в западной и восточной частях имения, разделенных между собою песчаной грядой, по которой пролегает дорога из имения Листопады в село Милковичи. Болота, расположенные в западной части, имеют выход и естественный уклон к реке Случи непосредственно по владению имения, болота же восточной части имеют выход и естественный уклон к реке Случи через владения крестьян села Милковичи и крестьян-хуторян имения Крестьянского поземельного банка Милковичи. Болота западной части имения в нижней своей части принадлежат к типу низинных, при чем в урочище „Гатково“, „Жидово“, „Якимово“ и „Подбельничье“ покрыты крупным ольховым лесом с примесью ели и березы; в урочищах же „Шестаки“, „Клюсино“, часть „Жидово“, „Якимово“—свободны от лесной заросли, и в урочище „Горбачиха“ покрыты лозовым и ольховым кустарником. Верховья этих болот, урочище „Муровицы“, принадлежат к типу моховых, поросших густой мелкой корявой сосной. Болота восточной половины имения в урочищах „Пасеки“, „Осныки“, „Присторонь“, „Сухой“, „Лесок“ и „Топило“—низинного типа, частью свободны от лесной заросли, частью поросли лозой и березняком; в урочище „Березовый мох“ и „Избицы“ болото—типа переходного, покрытое березняком с примесью корявой сосны; и в урочищах „Гряда“, „Глумча“, „Полома“ и верховья урочища „Березовый мох“—типа мохового, покрытое исключительно корявой сосной.

Травяная растительность исследованных болот как и типы их очень разнообразны: на низинном болоте, покрытом лесными зарослями, растительность состоит из осоки разных видов, белокрыльника, касатика, трилистника, калужницы, кувшинки, щавеля конского, айра, тростника, пырея болотного, папоротника, ряски и телореза, встречающегося в большом количестве на дне существующих канав; на местах, свободных от лесной заросли, встречаются: осока, лютик, калужница, кувшинка, мялик обыкновенный, трилистник, дрена, белозор хвощ, касатик, пушица обыкновенная и др. На переходном болоте травяная растительность состоит из осоки разных видов: белокрыльника, трилистника, калужницы, тростника, пушицы обыкновенной, белозора и др.; кроме того, встречаются кусты багульника, подбела и багуна. На моховом болоте растет осока круглая, пушица одноголовая, тростник, багульник, подбел, багун и др. мало-требовательные растения.

Мощность напластования торфа на низинном болоте колеблется от 0,20 до 0,60 саж. *), на переходном болоте от 0,20 до 2,30 саж. и на моховом болоте от 0,20 до 1 саж., подпочва—белый песок, местами переходящий в суглинок.

Общая площадь имения с подразделением по угодьям определяется следующим образом (см. таблицу на 242 стр.).

Таким образом неудобные земли и болота составляют $\frac{1\ 026 \times 100}{2\ 233} = 46\%$ общей площади имения.

Для осушения болот сначала проектировалось два магистральных канала: один в западной части—целиком по земле имения с устьем в реку Случь между урочищами, „Гатково“, „Почина“ и второй—для восточной части с выпуском воды по естественному уклону в реку Случь ниже села Милковичи, через владения крестьян села Милковичи и крестьян-хуторян имения Милковичи; однако

*) Пример приведен из прежней практики, поэтому меры обозначены в сажених.

НАЗВАНИЕ УГОДИЙ.	Количество.	
	Дес.	Саж.
УДОБНОЙ ЗЕМЛИ:		
Усадебной	6	297
Пашни	167	274
Сенокоса по суходолу	68	2 141
Лесу	1 826	547
Вырубки	67	2 240
Кустарных зарослей	32	704
Перелога	36	353
Выгона	27	1 420
Под корчмой	1	745
Итого удобной	2 233	1 576
НЕУДОБНОЙ ЗЕМЛИ:		
Болота:		
Чистого сенокосного	300	688
Заросшего лозой, ольхой и березняком	160	1 200
Заросшего мешаным лесом	158	1 200
Заросшего березняком и сосной	190	1 200
Мохового, заросшего корявой сосной	189	1 200
	1 000	688
Под дорогами, реками, канавами и песками	26	555
Итого неудобной	1 026	1 243
Крестьянских наделов внутри имения	109	840
ВСЕГО	3 369	1 259

переговоры с названными крестьянами о проложении канала по их землям за счет владельца им. Листопадовичи с небольшим материальным участием или участием натурою по продолжению канала на их землях к благоприятному результату не привели; тогда было решено восточную часть болот осушать продолжением магистрального канала № 1 через узкий песчаный перешеек в урочище „Борки“ через дорогу из Листопадович в Милковичи. Для этого необходимо

сделать перекоп названного перешейка на самом низком месте, при чем наибольшая глубина перекопа получилась по профилю 1,62 саж., длина перекопа 25 саж., уклон канала в этом месте и далее за перекопом равен 0,0003, т.е., достаточный для принятия и отвода всех вод, поступающих с прилегающей местности в реку Случь по выбранному направлению. Длина всего канала 6 вер. 131 саж., при чем с пикета 236 до 139, идя сверху вниз, канал нужно копать по новому месту, с п. 139 и до устья р. Случь п. 180, канал нужно рыть по существующей небольшой канаве; на этом протяжении в нижней части канала между пикетами 177 и 178, есть небольшой перекоп, спрямляющий старую канаву. Объем выемки магистрального канала № 1 равен 3 812,56 куб. саж. за вычетом объема уже существующей канавы.

К магистральному каналу № 1 для осушения западной части необходимо прорыть: канал № 2, дл. 400 саж., объемом 143,81 куб. саж.; № 3, длиной 300 саж., объемом 95,48 куб. саж.; № 4, длиной 500 саж., объемом 237,07 куб. саж.; № 5, длиной 800 саж., объемом 348,37 куб. саж.; № 7, длиной 370 саж., объемом 85,02 куб. саж.; № 8, длиной 11,00 саж., объемом 421,34 куб. саж. и № 9, дл. 300 саж., объемом 104,71 куб. саж. Для осушения восточной части болот необходимо прорыть следующие каналы: магистральный канал № 11, длиной 13,20 саж., объемом 927,02 куб. саж., и боковые к нему каналы: № 12, длиной 11,85 саж., объемом 590,10 куб. саж.; № 13, длиной 460 саж., объемом 126,76 куб. саж.; № 14 длиной 400 саж., объемом 129,89 куб. саж.; № 16 А, длиной 322 саж., объемом 97,76 куб. саж.; № 16, длиной 270 саж., объемом 85,83 куб. саж.; № 18, длиной 633 саж., объемом 245,20 куб. саж.; № 19, длиной 285 саж., объемом 102,71 куб. саж.; № 20, длиной 190 саж., объемом 54,96 куб. саж.; к магистральному каналу № 1 два боковых канала: № 23, длиной 325 саж., объемом 132,37 куб. саж.; № 24, длиной 400 саж., объемом 72,05 куб. саж. Таким образом в первую очередь необходимо прорыть 19 вер. 60 саж. боковых каналов, с объемом выемки 4 001,45 куб. саж.

Для поддержания в засушливые годы воды в каналах на уровне, потребном для лучшего произрастания трав и для заливания в весеннее время сенокосов, расположенных в урочищах: „Клюсино“, „Шестаки“, „Подбельничье“, „Жидово“ и „Горбиха“ на магистральном водоотводном канале № 1, ниже пикета № 150, нужно построить деревянный шлюз с отверстием 1,50 саж. и высотой 0,60 саж.; для таковой же надобности необходимо построить деревянный шлюз на магистральном канале № 11, ниже пикета № 52, отверстием 0,50 саж. и высотой 0,50 саж.; чертежи шлюзов приложены к проекту.

При пересечении каналами существующих проезжих дорог необходимо построить деревянные балочные мосты, согласно приложенным к проекту чертежам: 1 мост длиной 4 саж., шир. 2 саж., 9 мостов длиной 2 саж., шириной 2 саж. и 3 моста длиной 1½ саж., шириной 2 саж.; всего 13 мостов.

Необходимый на исполнение вышеперечисленных работ расход определяется следующим образом.

1. Земляные работы.

1) На прорытие 6 вер. 131 саж. магистрального водоотводного канала, с объемом выемки 3 812,56 куб. саж., за вычетом уже существующего объема, считая по 2 рубля за 1 куб. саж. выемки, потребуется 7 624 р. 72 коп.

2) На прорытие 18 боковых к магистральному каналу № 1 каналов, общей длиной 19 вер. 60 саж., объемом 4 001,45 куб. саж., считая по 1 р. 80 коп. за одну куб. саж. выемки, требуется	7 202 р. 61 коп.
Итого за земляные работы	14 827 р. 33 коп.

II. Плотничные работы.

3) На постройку на водоотводном канала у пикета № 150 деревянного шлюза отверстием 1,50 саж. с шпунтовым рядом, высотой 0,60 саж., потребно	530 р. — коп.
4) На постройку на магистральном канале № 11, у пикета 52, одного деревянного шлюза отверстием 0,50 саж. со шпунтовым рядом потребно	100 р. — коп.
5) На постройку одного моста, длиной 4 саж., 9 мостов, длиной 2 саж., и 3 мостов, длиной 1,50 саж., балочной системы, потребно	80 + 480 = 560 р. — коп.
Итого на плотничные работы	1 020 р. — коп.
А всего в первую очередь потребуется	15 847 р. — коп.

Таким образом стоимость осушения 1 десятины болота выразится в сумме 15 руб. 85 коп.

После осушения, кроме площади в 300 десятин болотного сенокоса, предполагается обратить в сенокосную удобную площадь 160 десятин болота, заросшего лозой, ольхой и березняком, 192 десятины болота переходного, заросшего березняком и сосной; всего под сенокосную площадь предполагается обратить 652 десятины, остальные же 348 десятин болот предполагается после осушения оставить под лесной площадью.

В настоящее время, как указано выше, в имении имеется до 300 десятин болотного сенокоса, при чем приблизительно половина его, до 150 десятин, находится в безвозмездном пользовании арендатора имения, а 150 десятин состоит в непосредственном распоряжении экономии. Здесь необходимо отметить, что во время повышения воды в реке Случи, вода выступает из берегов и разливается по прилегающим сенокосам, иногда до высоты более фута, и за неимением каналов, успевающих отвести воду обратно с болота в реку при понижении горизонта воды в последней, вода стоит на поверхности болота продолжительное время, и сенокосы в этом случае остаются нескошенными. После продолжения каналов №№ 2, 3, 4, 5 и 7, боковых к магистральному № 1, такого явления не будет, и, во всяком случае, во время больших паводков и весенняя вода, разливающаяся по поверхности дуга, этими каналами в более короткое время будет отведена в реку Случь и тем предотвратится долгое застаивание воды на поверхности, губельно влияющее на рост трав.

Доходность нынешних 150 десятин болотного сенокоса может быть приблизительно исчислена в среднем в 10 руб. с десятины или 1 500 руб. с 150 десятин.

После же осушения, как было указано выше, предполагается постепенно образовать сенокосы на площади до 650 десятин, из которых нужно вычесть 150 десятин, отданных в пользу арендатора, т. е. в распоряжении экономии

будет состоять до 500 десятин сенокоса. Валовая доходность от них может быть приблизительно исчислена в том предположении, что 1 десятина луга могла бы быть отдана в аренду за 14 рублей в среднем, т.-е. с 500 десятин получится 7 000 рублей валового дохода.

Ежегодный расход сложится из следующих цифр:

Уплаты % и погашения ссуды, если бы таковая была получена из 4% годовых на 20 лет, ежегодно	1 159 р. 74 коп.
Суммы, необходимой на поддержание до 25 верст каналов вместе с сооружениями, примерно по 10 рублей на версту ежегодно	250 р. коп.
На наем сторожа, считая по 10 руб. в месяц, ежегодно	120 р. коп.
Итого	1 529 р. 74 коп.

или за округлением ежегодного приблизительного расхода будет 1530 рублей.

За вычетом из 7 000 рублей расхода 1 530 р. и 1 500 руб. доходности от сенокоса, получаемый ныне, получится чистого дохода 3 970 рублей, что составит

$$\frac{3\,970 \times 100}{15\,848} = 25,15\% \text{ на затраченный капитал.}$$

Гидравлический расчет водоотводного магистрального канала № 1 и бокового к нему канала № 11 изложен в особо приложенной к проекту ведомости.

Все проектируемые каналы целиком пройдут по владениям имения, а потому юридических препятствий к исполнению данного проекта не имеется.

По магистральному каналу возможен сплав леса из прилегающих к нему лач непосредственно в реку Случь, что удешевит доставку леса при продаже до сплавного главного пути.

Впоследствии, для достижения полного осушения сенокосов, окажется полезным прорытие 7 верст 388 пог. саж. дополнительных боковых каналов с объемом выемки 1 481,20 куб. саж. с расходом на эти работы 2 666 руб. 16 коп.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

ПРОРЫТИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ.

Ручной и машинный способ.

Прорытие осушительных канав и расчистка водоприемников производятся ручным и машинным способом. Все работы Западной Экспедиции по осушению болот за время с 1873 по 1902 годы производились в Полесье ручным способом—лопатами, при чем лопатами удалось расчистить и выпрямить реки с площадями водосборов до 1000 кв. км, длиною до 90 км. Ручная работа по таким речкам возможна лишь в более сухие годы, так как в мокрое лето долины таких речек залиты водою и становятся недоступными.

Это обстоятельство, побудило в последние годы правительство и частные фирмы применить в СССР работу землечерпалками.

Вкратце достоинства машинного рытья канав и расчистки рек могут быть сведены к следующему:

- 1) Машина незаменима для расчистки речек с большою водою, в которой невозможна работа землекопа.
- 2) Машина заменяет тяжелый рабочий труд и расчистка речек и рытье канав из работы мучительной и вредной для людей становится физически легкой и не губительной для здоровья.
- 3) Машина заменяет недостаток рабочих рук.
- 4) Машина может работать позднею осенью до времени замерзания воды, когда люди стоять в воде отказываются.

Главнейшие затруднения, с которыми приходится встречаться при машинной работе и которые необходимо заранее взвесить:

- 1) Наличие в торфяном грунте массы завалившихся и покрытых торфом деревьев, корней срубленного или погибшего леса, а в речках, кроме того, затонувших при сплаве бревен.

2) необходимость при прохождении реки и канавы под мостом—разбирать или машину или мост.

3) Высокие одновременные затраты на приобретение, доставку и сборку машины и трудность ремонта некоторых частей.

4) Малая производительность машин, годных по своим размерам и тяжести к работе на торфяных болотах.

5) Необходимость доделки лопатами канав, пройденных машиной.

Достоинством ручного производства работ является крайняя незначительность предварительных затрат на приобретение инвентаря; часто при найме профессиональных землекопов таких затрат и вовсе не требуется, так как землекопы являются со своими инструментами.

Прорытие канав ручным способом.

При приступе к работам необходимо иметь следующие инструменты и принадлежности:

1.— Вешки, мерная лента, двухметровая мерка, колья и шнур. Проектированные линии канав восстанавливаются вешками, укрепляемыми по оси канав в местах забитых при изысканиях пикетов; при этом отыскание мест пикетов производится отмериванием указанных на плане работ расстояний. По поставленным вешкам проверяется правильность линий канав и, в случае замеченной, не вызываемой условиями рельефа, кривизны линии выпрямляются. Затем в каждую сторону от пикетной вешки отмеривается лентою или деревянную двухметровкою по половине указанной в ведомости размеров канав, ширины, по верху на данном пикете. В этих боковых точках ставятся также прочные вешки, на которых надписываются карандашом номер пикета и проектная глубина канавы. Затем по линиям этих боковых пикетных вешек ставятся промежуточные колья на расстоянии вдоль канавы десяти или менее метров друг от друга. Таким образом очерчиваются ясно края или бровки канав. При приступе к рытью между этими кольями натягиваются шнуры, по которым лопатами обрезаются края канав.

В поворотах небольших канав, особенно в местности, покрытой кустарником или лесом, закругление намечается обычно кольями на глаз; на чистом месте рекомендуется линию раз-

метить по точной дуге круга, радиуса около 20 м, при чем дуга эта описывается шнуром или мерною цепью. Необходимо для плавности перехода, чтобы центр дуги находился на пересечении перпендикуляров, восстановленных к линиям канала. Повороты значительных водоотводных магистралей, по которым предположен сплав леса, необходимо делать с правильным закруглением, размечаемым по принятым в дорожном деле таблицам разбивки кривых линий, составленных инж. Кренке. (Руководство к разбивке железнодорожных и шоссеиных кривых.)

Полезно напомнить, что для проведения на месте линии АС, перпендикулярной к данной АВ, надлежит, если не имеется угломерного инструмента, поступать следующим образом (рис. 106). От точки А осевой линии отмеривается 4 м, и забивается

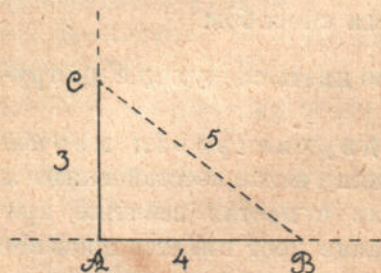


Рис. 106.

кол. Затем на точке А закрепляется конец мерной ленты, а на точке В восьмиметровое деление ее. Взяв после этого ленту за 3-метровое деление ее, отходят от осевой линии в сторону направления перпендикуляра до тех пор, пока натянутся обе части рулетки, и здесь против 3-метрового деления, ставят вешку С. Направление АС и будет перпендикулярным к АВ, так

как образуется треугольник с сторонами в 3, 4 и 5 м длиною, угол которого между сторонами в 3 и 4 м прямой, что вытекает из основной теоремы о прямоугольных треугольниках: „сумма квадратов катетов равна квадрату гипотенузы“.

2.— Топоры и пилы. Находящиеся по линиям намеченных канав лес и кустарники надлежит выкорчевать на всей ширине канав и выпилить или вырубить возможно ближе к корню по обе стороны канав, на полосах шириною в среднем по 4 м, считая по 1 м на бермы и по 3 м под валы вынимаемой из канав земли (кавалеры). Лес в зависимости от местных условий или увозится и разделяется на дрова и прочий материал или при отсутствии путей и дальности расстояний складывается по краю очищенной полосы. Работа топором продолжается и при самом рытье канав, так как в торфяной массе болота постоянно находятся неразложившиеся стволы крупных деревьев и пни, называемые корчами. Корчи достигают значи-

тельных размеров, и извлечение их на поверхность, после подрубки сбоков и снизу, требует силы многих рабочих; особенно много затруднений оказывают пни крупной ольхи с массой корневых отростков. При подрубке корней необходимы массивные топоры на длинных рукоятках.

3.— Рычаги с опорами, канаты и ворота необходимы для извлечения из торфа больших пней. Орудия эти изготовляются из местного же прочного материала. Опорой для накручивания рычагами захватывающих корчи канатов или цепей служат часто стволы растущих деревьев. Часто же на глубоком торфяном болоте вообще трудно получить естественную или искусственную опору — корни растущих деревьев на болоте не идут глубоко, и опорное дерево легко выворачивается, люди вязнут, и работа становится весьма трудной.

4.— Лопаты. Лопата состоит из трех частей: а) лопастей — главной рабочей части, б) рукоятки, черенка или держалки, в) ручки, валика или баранчика. Главным образом в зависимости от формы лопасти лопаты носят различные наименования: английская, данцигская, польская, киевская, рыдлевка, французская и др., не считая садовых типов. Основными являются:

Польская лопата, состоящая из деревянной насадки и железного наконечника на ней (рис. 107). Этот тип получил распространение в местах, богатых лесом, и при работе в торфяном или глинистом грунте. В этих условиях она предпочитается всем другим лопатам вследствие своей легкости глубины захвата и возможности изготовления на месте; однако работа ею требует умелого землекопа-профессионала. Железный наконечник обычно покупается,

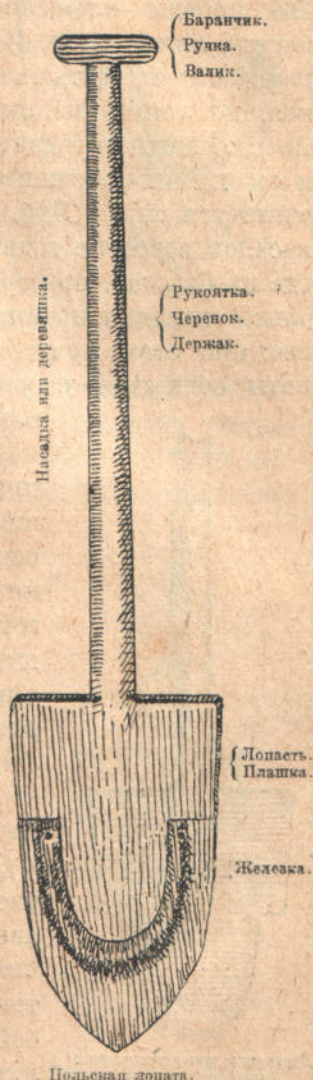
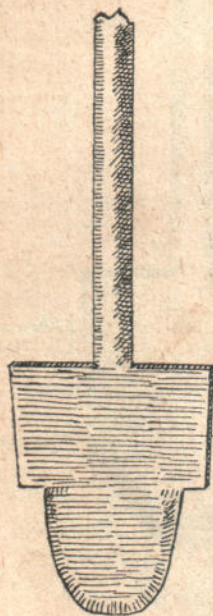


Рис. 107.

а вся деревянная часть может заготавливаться на месте работ. При этом о заготовке материала и просушке его следует озаботиться заранее. Для изготовления насадок употребляются твердые породы—клен, ясень, и мягкие породы—береза, липа, ольха. Из них клен, ясень и береза считаются тяжелыми, липа—самая легкая, но лопата из липы колетса и лопається. По сообщенным техником-практиком Комсиным данным, лучшим материалом для лопат считается ольха. Дуб, сосна, ель и осина для насадок вовсе не годятся. В районе Полесья, где на болотах, по берегам рек, растет именно ольха, насадки преимущественно делаются из нее; при этом лучшее качество ольховой лопаты совпадает с сравнительной дешевизной ольхового дерева.



Деревяшка для изготовления польской лопаты.

Рис. 108.

Ольховые колоды для приготовления лопат лучше употреблять уже просохшие, зимней рубки, диаметра 22—27 см. Самое изготовление лопат производится исподволь, с заботой о просушке дерева, во избежание трещин и разрывов лопат. Колоды очищаются от коры и распиливаются на кругляки длиной по $1\frac{1}{4}$ м. Кругляк колетса или распиливается вдоль на две пластины. Из каждой пластины выделяется затем одна деревяшка грубой формы с приданием желательного изгиба (рис. 108

и 109). В таком виде деревяшка должна сушиться на



Деревяшка для польской лопаты в профиль.

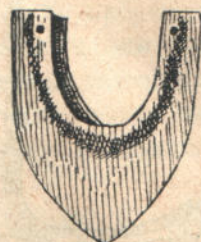
Рис. 109.

ветру в тени или в теплом месте не менее недели. После этого из деревяшки выделяется насадка, и к ней пригоняется железка (рис. 110), сначала без прибавки гвоздем, так как дерево про-

должает ссыхаться. Сверху насаживается гнездом на шип, и прибивается гвоздем ручка (валик, баранчик).

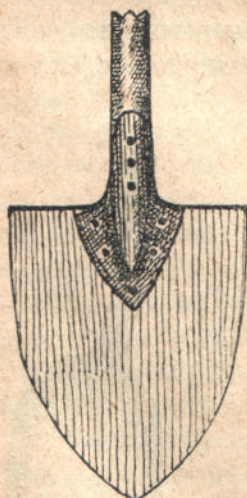
Киевская лопата (рис. 111) с цельной железной лопастью применяется не реже польской; более распространена, где нет опытных землекопов и дешевого ольхового материала; также предпочтительнее в грунтах вязких, глинистых, илистых и т. п., менее прилипающих к железу, чем к дереву.

Очень распространена железная лопата „рыдлевка“ (рис. 112) разных величин под номерами; при осушительных работах употребляется подростками и женщинами, так как захватывает меньше грунта. Эта лопата при сухих минеральных грунтах наиболее употребительна. Приобретая лопату для канавных работ, необходимо обращать внимание, чтобы в верхней части лопасти или вовсе не было загиба (наступа), как, на-



Железка польской лопаты.

Рис. 110.



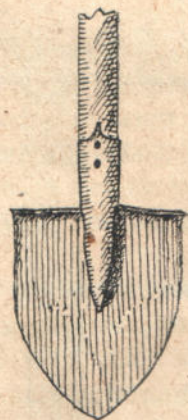
Киевская лопата.

Рис. 111.



„Рыдлевка“ с наступом вперед.

Рис. 112.

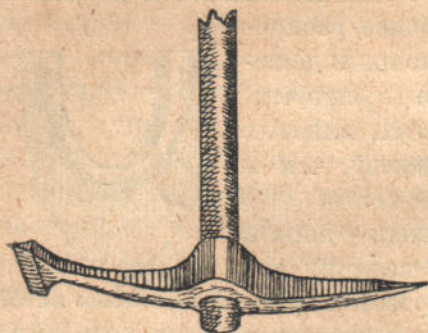


Лопата с наступом назад.

Рис. 113.

пример, у лопаты польской и киевской, или чтобы наступ для надавливания ногою был вперед (рис. 112), а не назад (рис. 113). При наступе назад затрудняется чистая работа отделки откосов, так как загиб назад царапает землю. Для работ в торфу неудобны также лопаты садового типа, с прямоугольной лопастью, так как такая лопата трудно идет в волокнистый торф.

5) Кирки (рис. 114) и ломы употребляются для разрыхления плотного глинистого грунта, пробивания орштейнового слоя и для выворачивания камней.

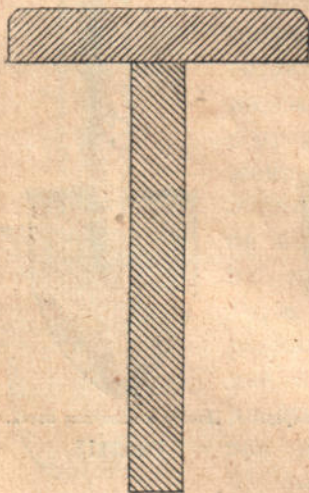


Кирка.

Рис. 114.

6) Визирки (рис. 115), сколачиваемые из двух брусьев, служат для проверки дна канала между пикетами. Их должно быть не менее трех, из которых две ставятся у пикетов и одна между ними, в месте проверки дна. Если по канаве движется вода, то надобности в визирках обычно не представляется, так как правильность дна проверяется в этом случае гораздо лучше наблюдением над равномерностью движения воды.

7) Черпаки, шуфли, совки для вычерпывания со дна прорываемых канав жидкого торфа, ила и пльвуна. Совок в про-



Визирка.

Рис. 115.



Шуфель деревянный.

Рис. 116.



Шуфель железный.

Рис. 117.

стейшем случае сколачивается из досок (рис. 116) в виде ящика без передней стенки, прикрепляемого к рукоятке. Для большей производительности и силы работы совка к переднему концу

его прикрепляется веревка, за которую помогает поднимать совок второй рабочий. Применяются также для вычерпывания грязи и отливки воды обыкновенные совки для насыпки зерна и покупные железные баластные лопаты (рис. 117).

8) Ш а б л о н ы. Для облегчения проверки сечения прорываемых канав изготавливаются деревянные шаблоны-трапеции для каждого размера ширины канавы по дну и крутизны заложения откосов. Вставляя такой шаблон в канаву, возможно сразу проверить глубину, ширину по дну, ширину по верху и правильность откосов канавы.

9) В а т е р п а с деревянный служит для забивки у краев канав новых кольев в уровень с основными пикетными кольями, вытаскиваемыми при рытье канав: заменяется брусом с уровнем.

Кроме того, необходимы вспомогательные инструменты: напильники и рашпили для точения лопат, бруски для точения топоров и лопат, разводки для установки зубьев пил.

Работу ручным способом необходимо начинать снизу, именно с расчистки водоприемника, выбрав для того время низкого уровня воды. Для облегчения работы следует, где позволяют местные условия, устроить выше места работ временную запруду из земли, как указано в главе о ремонте канав, и направить воду по старому руслу, ложине или специально прорытой канаве, впустив ее в настоящее русло ниже места работ. При проектированном спрямлении русла речки, работа значительно облегчается тем, что вода идет по старому руслу речки и не препятствует рытью нового русла.

Работы по существующему руслу состоят в извлечении из него посторонних предметов: кольев, хвороста, пней, сена, кочек, затонувших бревен и т. п., а также водных растений; затем в удалении земли с отдельных перемелов, оправлении подмытых берегов, расширении русла и сужении его плетнями в широких местах для достижения по возможности одинаковой скорости течения воды в русле, что устраняет отложение наносов. Для извлечения из воды растений, сена и пр. возможно применять железные грабли с длинными зубьями и вилы.

Складывать извлеченные предметы следует возможно дальше от русла, за кустарниками или поверх валов вынутой земли выше уровня высоких вод; в противном случае эти предметы большою водою вновь снесутся в русло. Вообще успешность

расчищения речек зависит от опытности землекопов и рабочих; необходимо достигнуть, чтобы движение воды в расчищенном русле было заметное на глаз и равномерное по всему протяжению.

Для облегчения стекания весенних вод с долины обратно в русло речки желательно прорытие через 40 м и менее канавок от русла до низких мест долины. Особенно это необходимо в тех случаях, когда берега речки, вследствие отложения наносов, возвышаются над уровнем долины. О расчистке и ремонте существующих канав указывается в особой главе.

Прорытие от расчищенного водоприемника новых канав по цельному торфяному болоту легко в сухое время и требует особых приемов в мокрое время. После выкорчевки леса на полосе под канаву и вырубки леса на полосах под берму и валы земли земляная работа начинается с рытья по оси канавы узкой канавки, называемой траншеей или кюветом, для стока верхней воды; глубина и ширина кювета делается в зависимости от количества воды; обычно первоначальная ширина кювета—две лопаты, глубина—один „штык“ (40—55 см); желательно вести работу так, чтобы кювет заготавливался вперед за один—два и более дней. За это время стечет верхняя вода, осядет торф в зыбучих местах.

После этого можно расставить землекопов сразу на всем протяжении кювета по обеим его сторонам, т. е. произвольное количество их, если кювета достаточно заготовлено, и глубина его доходит до половины глубины канавы. При этом каждым двум или четырем землекопам отводится определенный участок канавы с известным объемом выемки, посильным к исполнению за 1—2 дня. Работа производится уступами от оси канала к бровкам, наблюдая, чтобы не было перебора на местах откосов.

При большом числе рабочих работа ведется таким образом, что в то время как нижняя партия доводит канал уже до полной глубины его, средняя партия доходит только до половинной глубины, а верхняя партия продолжает кювет.

Земля выбрасывается по обе стороны канавы на расстояние не менее одного метра, при этом окончательную откидку земли на указанное расстояние производят после прорытия канавы вместе с рытьем воронок (бурчаков) для стока воды, с отделкою канавы начисто.

При рытье канавы, по мере продвижения вверх, в нижней части ее собираются приносимые с водою сверху ил, песок, мелкий торф, растения и т. п. Эту мелочь необходимо выбирать совками и черпаками, идя по канаве сверху вниз. Для задержания наносов в определенном месте возможно устраивать искусственное временное ограждение установкой на прорытой канаве деревянных щитов, хворостяного плетня и т. п. или отводить мутную воду в близь находящуюся старую канаву, где вода очищается от взмученных частиц.

Вследствие большой осадки торфа глубина свежей канавы в течение месяца значительно уменьшается, уменьшается и ширина по верху и по дну, так как торфянная масса, вследствие нарушенного равновесия, понемногу сползает в канаву.

По этим причинам при рытье необходимо глубину и ширину канавы в торфяном грунте брать на 0,2—0,3 м более проектной. Для сохранения канав от порчи надлежит тотчас же по прорытии их устраивать, где является необходимость, переходы из трех рядом положенных жердей и мосты в местах пересечения дорог.

Трудным является установление дневного урока выемки рабочего, а вместе с этим и предварительное определение стоимости всей работы. Разнообразие торфяного грунта, в зависимости от степени разложения его, затем содержание пней, крупных и мелких остатков растений, прослоек орштейна, наконец, прохождений нижней части канав по песчаному или глинистому грунту—делают предварительное исчисление производительности труда весьма гадательным. По мнению инж. П и о т р о в с к о г о¹⁾, при ширине канала по верху от 3—4 м и глубине его от 1 до 1,5 м один землекоп (в 10—11 часов) может сработать: в торфяном без пней, легком супесчаном, или песчаном без валунов грунтах от 10 до 12 м³; в тех же грунтах, но с пнями, корнями или валунами, смотря по их количеству—от 6 до 9 м³; в илистых, тяжелых суглинистых и глинистых грунтах—от 3 до 6 м³; в каменистых грунтах, орштейнах, а равно и в сланцеватых глинах—не более 2,5 м³; если же выемку, вследствие разжиженности болота, приходится производить не лопатами, а черпаками, то производительность землекопа не больше 1,5—2,0 м³ в день. При более широких и глубоких каналах, а равно и при каналах

¹⁾ Практика осушения болот открытыми канавами. 1913 г.

с двойною профилею поперечного сечения (откосы с уступами), когда вынутую землю приходится перекидывать дважды, необходимо на откидку полагать особое количество рабочих согласно нормам Урочного Положения или сообразно с ними уменьшать задаваемые уроки.

Прорытие осушительных каналов машинным способом ¹⁾.

Машинные приспособления при земляных работах можно разделить на две основные группы: 1) Сухопутные машины— для устройства каналов и насыпей в сухом грунте (рис. 118 и

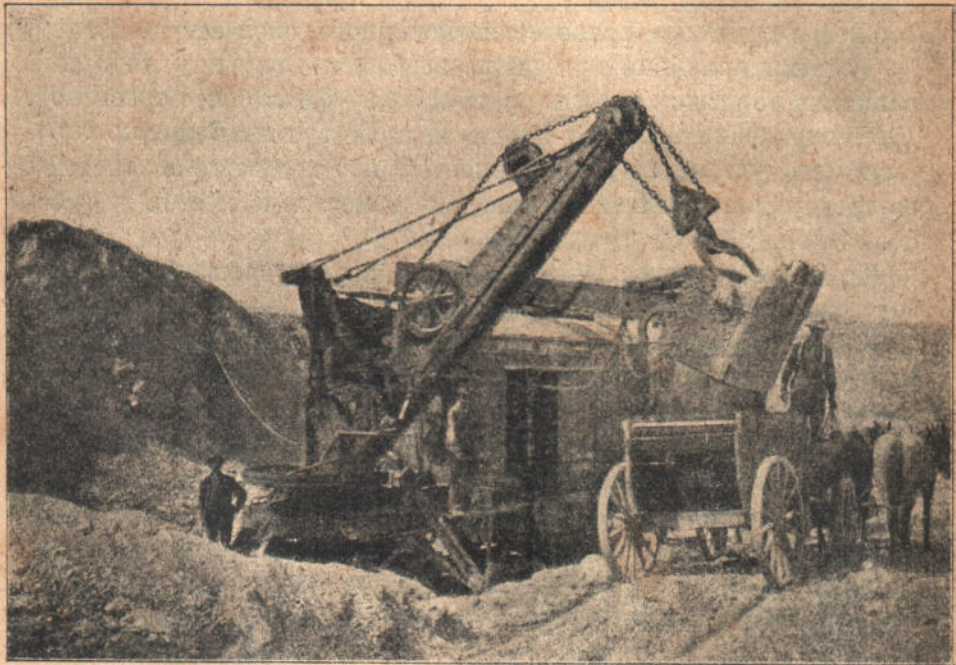


Рис. 118.

119). Эта группа делится еще на две подгруппы: а) работающая машина движется по специально проложенной у края прорываемого канала дороге—рельсам, бревнам, камням и т. п. Ясно,

¹⁾ Большая часть содержания о землечерпалках и фотографии извлечены с сокращениями и перегруппировкою из статьи И. А. Шовгенова „Землечерпание при мелиоративных работах“. Ежегодник Отдела земляных улучшений за 1913 год.

что для прорытия каналов на болоте эта подгруппа машин непригодна, так как движение на болоте тяжелой машины невозможно. Эти машины в употреблении для оросительных работ в Сев. Америке, б) работающая машина движется по или над прорываемым рвом. Конструируются такие машины для прорытия дренажных и водопроводных рвов малой ширины, и в осушительной практике на болотах также не получают распространения. 2) Вторая группа — паровые плавучие землечерпалки, движущиеся на судне по воде в прорываемом канале вверх или вниз по течению. В СССР этот тип машин распро-

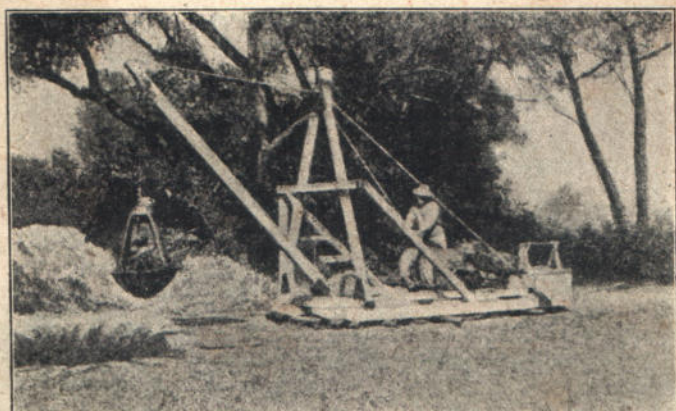


Рис. 119.

странен на судоходных реках для расчистки перемелов. В последние годы несколько таких машин поставлено было в СССР и на осушительные работы, о чем указано будет ниже. Плавучая землечерпательная машина состоит из: а) корпуса-судна, в виде одной баржи или соединенных между собой двух лодок, б) установленного на барже парового или нефтяного двигателя, приводящего в движение землечерпательный механизм, в) механизма, захватывающего и поднимающего грунт из прорываемого канала, г) механизма для отведения грунта из захватывающего механизма на стороны канала, д) частей для закрепления землечерпалки к определенному месту и для продвижения вперед и в стороны.

Описание двигателей и подробностей конструкции всех частей землечерпалок входит в область механики, а не мелиора-

тивного дела, поэтому здесь возможно ограничиться лишь классификацией плавучих землечерпалок по способу захватывания ими грунта из каналов.

По способу захватывания грунта плавучие землечерпалки могут быть разделены на четыре группы: 1) одночерпаковые, 2) щипцовые, 3) многочерпаковые, 4) гидравлические или землессосы.

Одночерпаковая машина (рис. 120) захватывает грунт одним черпаком, называемым паровой лопатой, прикрепляемым



Рис. 120.

к „стреле“ машины. Стрела вращается на поворотном круге на угол до 200° . Приводится в надлежащее движение лопата через систему цепей и блоков, которыми она опускается вниз, врезается в грунт, поднимается наполненной грунтом, отводится в сторону канала и опораживается вскрытием дна. Одночерпаковые машины обладают большою силою, и их можно применять в грунтах твердых и даже с пнями. Однако целесообразнее большие пни убирать заранее. Размеры черпаков колеблются от $0,3$ до 12 м^3 , а производительность машин от 10 до 500 м^3 в час.

На осушительных работах в СССР могут иметь применение машины с малой производительностью.

Стоимость выемки сильно колеблется, конечно от рода грунта, места работы и т. п. По американским данным выемка одного м обходится в 25 копеек.

Щипцовая машина захватывает грунт створчатым черпаком-щипцом, подвешенным, как и в предыдущем типе, к вращающейся стреле (рис. 118). Работа щипцового экскаватора, по описанию инж. И. А. Шовгенова, выражается в следующем: нижние края створок щипца заострены или снабжены зубьями; при падении щипца с высоты нескольких футов на землю, раскрытые створки его врезаются в грунт; под действием цепи, створки с большою силою сближаются и при этом щипец заполняется материалом; затем он системою цепей и блоков поднимается и отводится стрелою в сторону, где раскрывается, и материал вываливается.

Щипцовый экскаватор бывает двухстворчатый и четырехстворчатый. Работает такая машина успешно в грунтах средней твердости при малом числе пней.

Многочерпаковая машина захватывает грунты черпаками, прикрепленными к цепям, вращающимся на двух барабанах (рис. 121). По данному инж. Шовгеновым описанию, корпус судна землечерпалки устраивается железным или деревянным с большим продольным прорезом, внутри которого проходит черпаковая рама; эта рама верхним концом опирается на станину, имея возможность вращения около опорной линии. Нижний конец рамы поддерживается цепями, закрепленными на особой подъемной лебедке.

Черпаковая рама имеет сверху и внизу барабаны, которые обхватываются двумя параллельными цепями, составленными из планок, имеющих длину, равную грани барабана. К планкам прикреплены болтами черпаки.

Верхний барабан приводится в движение главной машиной посредством ременной или цепной передачи.

При вращении верхнего барабана грани его захватывают планки цепи и двигают ее вместе с черпаками, которые и врезаются в грунт. Земля, захваченная черпаками, вываливается из них в верхней точке рамы в особый ящик, называемый грунтовым колодцем, а оттуда идет или по лоткам, или по трубам с водою, или по транспортерам на берег, или при большой ши-

рине канала в шаланды, на которых отвозится в назначенное место. Многочерпаковая землечерпалка имеет больше мелких частей, чем одночерпаковая и шипцовая, и потому все части машины должны быть сделаны и собраны самым тщательным образом. Производительность многочерпаковых землечерпалок очень разнообразна—от 2 *куб. м* до 1000 *куб. м* в час. Для расчистки рек и каналов с мелиоративными целями наиболее при-

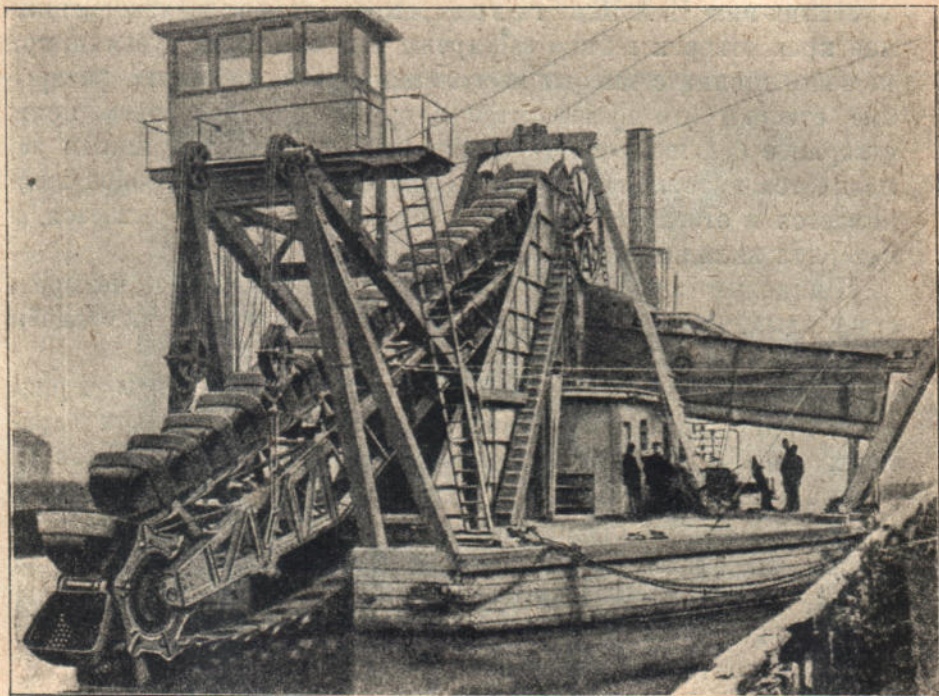


Рис. 121.

менимы землечерпалки с действительной производительностью не более 100 *куб. м* в час, а чаще около 20 *куб. м*.

В Европе, а особенно в СССР, тип многочерпаковых землечерпалок является исключительно преобладающим.

Как уже сказано выше, грунт из черпаков попадает в грунтовой колодец машины, а оттуда идет в простейшем случае по лоткам или трубам на стороны канала или в шаланды. Чтобы грунт мог по лоткам сползать безостановочно, лотки должны иметь наклон не менее 20—30°; однако при вязких

грунтах и такой наклон лотков не гарантирует их от закупорки; в таких случаях необходимо для промывки лотков или труб доставлять к ним центробежным насосом постоянную струю воды.

Гидравлическая машина или землесос — грунт захватывает всасыванием в трубу (рис. 122). На судне устанавливается сильный центробежный насос, от всасывающего конца которого опускается на дно расчищаемой реки труба; при дей-

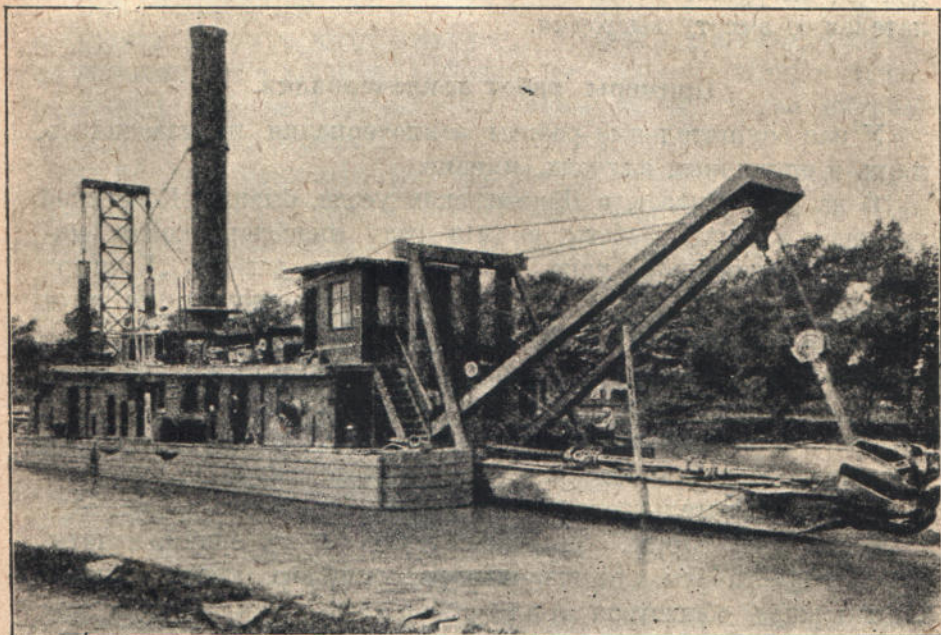


Рис. 122.

ствии насоса вода направляется с большою силою во всасывающую трубу, при чем грунт вблизи нее сильно размывается и всасывается с водою в насос, а оттуда удаляется по выкидным трубам. Для работ в грунтах более твердых, у головы всасывающей трубы помещают особый разрыхлитель, состоящий из вращающихся резаков. Землесосы с разрыхлителями применимы почти для всякого грунта, если он однороден и не имеет включения дерева и камней. Поэтому в мелиоративной практике наиболее удобен землесос для ремонта каналов с песчаным дном.

Вследствие того, что в СССР прорытие осушительных каналов машинами находится в зародыше, при выборе машины следует быть особенно осторожным. При запросах о машинах необходимо указывать: 1) характер грунта, 2) общий объем предполагаемой выемки, 3) желательную часовую производительность, 4) род топлива, 5) глубину воды, 6) ширину канала, 7) глубину канала ниже горизонта высокой воды, 8) величину колебания горизонтов, 9) куда и на какое расстояние должен выгружаться извлекаемый из канала материал, 10) желательную высоту выгрузки.

Примеры работ землечерпалки.

У нас осушительные работы землечерпалки производились лишь в единичных случаях, именно:

1) на реке Пивесе, в Поневежском уезде, бывшей Ковенской губернии — начаты работы в 1913 году многочерпаковой машиной упрощенного типа, полученною от завода „Бюнгер“ в Дюссельдорфе в Германии и приспособленною к местным условиям инженером И. А. Кругземом ¹⁾. Машина установлена на двух понтонах, длиною по 6 м, ширина всей конструкции 3 м. На понтонах установлен нефтяной шестисильный двигатель. Подаваемый черпаками грунт стекает на берега по двум наклонным желобам. Полная стоимость машины 3130 руб.; часовая производительность 10—15 куб. м.

2) На реке Орше, Тверского уезда и губернии, начаты в 1914 году работы многочерпаковой машиной, изготовленною акционерным обществом Артур Копель. Вся машина построена из железа; длина 12 метров, ширина 4 метра, осадка при полном снаряжении 0,5 метра. Паровая машина развивает до 12 лошадиных сил. Рабочая часть снабжена 21 черпаком, емкостью по 25 литров каждый. Вес всей машины около 24 т. Производительность машины 175 куб. метров в десятичасовой рабочий день; стоимость куб. метра выемки с погашением единовременных затрат 35 копеек, при стоимости машины в 11 080 рублей. Исчисление стоимости выемки произведено инж. Г. Грищенко ²⁾ следующим способом:

¹⁾ См. „Опыт применения механического способа выемки грунта“ инж. Кругзем. Труды второго съезда Инженеров-гидротехников.

²⁾ Машинный способ проведения осушительных канав. Г. Грищенко. Известия Московского Общества изучения и использования болот. 1915 г.

1) плата 6 рабочим по 1 р. 50 к.	9 р. — к.
2) „ 1 машинисту по 3 р.	3 р. — к.
3) „ 1 сторожу	— р. 66 к.
4) „ 1 технику по 4 р.	4 р. — к.
5) Амортизация	4 р. 04 к.
6) Стоимость дров	3 р. 25 к.
7) „ смазки	— р. 43 к.
8) Погашение единовременных затрат	13 р. 37 к.
<hr/>	
Итого	37 р. 75 к.

При достигнутой уже выемке в 110 *куб. м* в день стоимость кубического метра определяется в 35 коп. Принимая, однако, во внимание, что машина работает не каждый день, а плата персоналу идет за каждый день, стоимость *куб. метра* выемки должна быть повышена.

3) На осушительных работах по р. Трубежу, Полтавской губернии, была пущена в работу землечерпалка фирмы Таат (Halle) стоимостью около 18 000 рублей, теоретической производительностью от 29 до 39 *куб. м* в час. Действительная работа за день составляла 194—582 *куб. м* в зависимости от грунта. Осадка машины до 0,7 метра, двигатель 18-сильный, машина работает при ширине канала 7 м.

4) Большие работы произведены многочерпаковой машиной на реке Роси в Киевской губернии.

5) Начаты были работы на реке Полисте в Полисте в Псковской губернии, но продолжение их встретило технические затруднения.

6) В 1922—1924 г.г. работали две машины по прорытию магистральных каналов на Кудиновских болотах Богородского уезда Московской губернии. Производительность и стоимость работ не опубликованы.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

РЕМОНТ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ.

При производстве изысканий с целью осушения земель постоянно замечаются старые запывшие каналы, часто в виде только небольших прямолинейных углублений, проведенные много лет тому назад.

Канавы эти, в свое время хорошо исполнявшие свое назначение, постепенно вследствие отсутствия надзора и периодических ремонтов заилились и, представляя наиболее благоприятные условия для обсеменения, быстро зарастали различными растениями, и местность около них в конце концов вновь заболачивалась. В тех местах, где это явление происходило в лесных пространствах, можно легко по приросту, в особенности у сосны и ели, проследить сначала влияние осушки, при котором замечается резкое увеличение прироста, а затем влияние постепенного заболачивания, которое обнаруживается постепенным уменьшением прироста.

Можно утверждать, что напрасными являются затраты на производство работ по осушке земель, если исполненные работы не будут постоянно поддерживаться в надлежащем виде; в большинстве случаев работы эти без дальнейших мероприятий по их постоянному ремонту являются предприятием коммерчески невыгодным, в особенности при осушке лесных пространств, где увеличенные вследствие осушки доходы могут быть получены иногда только после нескольких десятилетий в зависимости от установленного хозяйственным планом оборота рубки. Как установила практика, технически правильно проложенные каналы могут правильно функционировать постоянно только при условии периодической и надлежащей их очистки с поддержанием первоначально рассчитанного и приданного им поперечного профиля.

Причины порчи канав.

В поперечном профиле всякого вновь устроенного на торфяном болоте осушительного канала тотчас же начинают изменяться первоначально приданные ему размеры и формы под влиянием причин как природных, так и искусственных, при чем первые — природные причины — могут быть разделены еще на внутренние, обусловленные сущностью происходящих в болоте после его осушения физических процессов, и внешние, вызываемые воздействием внешних природных факторов.

Важным физическим процессом, наблюдаемым при проведении по торфяному болоту осушительных канав и вызывающим существенные изменения в профиле канав, является осадка торфяной массы. Неканализованное торфяное болото значительную часть года бывает обычно пересыщено водою настолько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Неразложившийся мох легче воды, и потому на многих болотах верхний слой торфа и моховой покров оказываются во время избытка влаги плавающими, отчего получается зыбучее болото с волнующимся под тяжестью человека покровом. Торф болот травяных более богат минеральными соединениями, имеет более плотное строение и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщении давит на нижележащие слои силою, меньшею своего веса. С проведением осушительных канав условия давления резко изменяются: уровень грунтовой воды понижается, верхний горизонт торфа хотя еще и остается богатым водою, но уже не является плавающим телом и потому обнаруживает давление на нижние слои торфа не только всем своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им в силу влагоемкости. Это давление тем больше, чем дальше горизонт грунтовой воды от поверхности болота, то есть чем глубже проведенные осушительные каналы.

Из изложенного ясно также, что осадка происходит не только в слое, лежащем выше дна канав, но и в слое, лежащем ниже дна, так как и он окажется под увеличенным давлением верхних слоев. Поэтому наблюдается иногда, что на чистом дне вырытого по болоту канала появляется через некоторое время ярус пней погибшего когда-то здесь леса; по удалении их

вследствие дальнейшей осадки дна открывается следующий ярус пней и т. д. Это явление наблюдается, между прочим, в Туровской даче Мозырского уезда, где, при периодическом ремонте канала „Бычек“ и других, со дна извлекается каждый раз масса новых и новых корчей.

Принимая в соображение данное выше объяснение причины осадки болота, становится ясным, что величина ее есть производная многих факторов, из коих главнейшие:

- 1) глубина канав, обуславливающая высоту торфяного слоя, оказывающего давление на нижние слои;
- 2) глубина торфяного слоя на болоте, так как таковой садится и в части, лежащей ниже дна канав;



Рис. 123.

3) свойства торфа, именно вес сухого вещества его в единице объема мокрой почвы и величина влагоемкости его. Поэтому нормы осадки болот, выраженные в процентах только от глубины канав или только от глубины торфяного слоя, заведомо не могут быть правильными.

Вышеописанный процесс осадки болота должен вызвать:

- 1) уменьшение глубины канавы вследствие уплотнения торфяного слоя между поверхностью болота и дном канавы;
- 2) опускание дна канавы,
- 3) искажение дна канавы, выражающееся обычно в стремлении принять выпуклую форму (рис. 123); это явление выпирания дна складывается из двух явлений:

а) Отставания — вся прилегающая к канаве толща торфяного болота под влиянием веса осушенного слоя опускается, самое же дно канавы, не испытывая непосредственно на себе тяжести этого слоя, может опускаться только вследствие связности торфяной массы дна с массой всего болота; если связ-

ность велика, а дно достаточно широко, то оно принимает сводчатую форму; если же связность торфа мала, то на дне скопляется жидкая масса торфа, оторвавшаяся от своего первоначального горизонта, который опустился на некоторую глубину. Кроме явления „отставания“, дно канавы подвергается непосредственному „выпучиванию“.

б) Выпучивания водою; появление струи воды, выпирающей дно, объясняется опять-таки процессом осадки болота. Из слоя торфа, лежащего выше дна канавы, вода преимущественно стекает в канаву, из слоев же, лежащих ниже дна канавы, вода под влиянием уплотнения торфа выдавливается в канаву через площадь дна ее и напором приподнимает дно в связанном торфе.

Изложенные причины деформации профиля канавы действуют, понятно, в большей степени, в первые 2—4 года после осушения болота, за какое время канавы на торфяном болоте, даже не подвергаясь повреждениям внешних факторов, теряют часто до половины своей глубины и заполняются со дна илом; в связи с этим откос канавы становится значительно положе первоначально сделанного.

Торфяные откосы канав претерпевают повреждения, не говоря об обвалах их в случае несоответствия отлогости их со связностью грунта, от действия мороза и воды. Поверхность откоса новой канавы, особенно в нижней части, где поступают в канаву грунтовые воды, портится при первом же морозе, так как замерзший слой откоса, отогреваемый с внутренней стороны подходящими из почвы к каналу грунтовыми водами, теряет связь с незамерзшею массою торфа и сваливается комочками или плитками на дно канавы; откос как бы шелушится; после естественного задернения откоса прекращается и его шелушение.

Движущаяся по канавам вода производит в них механическую работу, выражающуюся в отрывании и увеличении частиц земли со дна и откосов. Особенно скоро поддается разрушению водою песчаный грунт; песчаные откосы канав подмываются водою снизу при весьма малой скорости течения и даже под влиянием только волн, образующихся в канавах при ветре. Откос, подмываемый снизу, обрушивается по вертикальной плоскости на дно канавы и или уносится водою вниз или при малой скорости течения остается на месте, вызывая застой воды в верхней части канавы. Ущерб от размывания причи-

няется не только на месте размыва дна и обвала откосов, но и ниже этих мест, выражаясь в отложении наносов в тех местах, где скорость воды оказывается недостаточной для влечения частиц земли, смытых с вышележащих участков канав. Иногда эти наносы заполняют канаву совершенно и выносятся даже на берега ее.

Разрушение канав водою происходит также при вливании ее в канавы через боковые воронки, что наблюдается на болотах, хотя и не часто, так как большая часть воды из болота поступает в канавы просачиванием через дно и стенки их. При вливании через воронки разрушаются как самая воронка, так и откос и дно канавы. Размывание поверхности движется всегда снизу вверх, то-есть против течения воды; в обыденной обстановке это наблюдается особенно хорошо на земляных водообводных канавах при плотинах, на дорогах с большим уклоном и оврагах, где каждый образовавшийся небольшой уступ начинает увеличиваться, двигаясь вверх и образуя в конце концов большую промоину; вызывается это струею воды, которая, падая с уступа, разбивается о нижний горизонт воды или о самое дно русла и, расходясь конусом, бьет под основание уступа; когда часть уступа, подмытая водою, обвалится, то вода, падая на обвалившийся кусок, бьет рикошетом еще с большею силою в основание уступа, вызывает новый обвал и т. д. Подобным процессом все воронки осушительных канав, по которым движется верховая вода, размываются, начиная от устья; отмываемая земля отлагается ниже по каналу.

Из изложенного вытекает, что для того, чтобы избежать занесения каких-либо участков канавы землею, следует проектировать их с таким расчетом, чтобы скорость воды в них была или на всем протяжении одинакова или увеличивалась по мере приближения к устью.

Не менее велик ущерб, приносимый канавам и слишком малую скоростью движения воды в них; такие канавы быстро зарастают водными растениями, которые делают течение еще более медленным, и такая канавы, заполняясь водою, затягивается растительным ковром подобно всякому водоему на болоте со стоячею водою.

Зарастание канав, по наблюдениям И. П. Петрова, в Дмитровском у., Московск. губ., происходит преимущественно следующими травами: хвощ топяной (*Equisetum helocharis*), рогоз

широколиственный (*Thypha latifolia*), частуха болотная (*Alisma Plantago*), водоплав пильчатый (*Stratiotes aloides*), водокрас плавающий (*Hydrocharis morsus ranae*).

Особенно быстро идет зарастание канав в плодородной воде, стекающей с полей и идущей по канаве тонким слоем.

Малая скорость воды в чистой канаве вызывается малым уклоном дна канавы и слишком большою шириною канавы по дну. Первую причину при малых длинах канав можно иногда устранять приданием дну искусственного уклона путем постепенного углубления канавы от верховья ее к устью; вторая же причина есть следствие неосторожного проектирования работ, преимущественно на почве придавания слишком большого значения недостаточно выясненным нормам стока воды с единицы площади. Наибольший сток с больших бассейнов, а на болотах и с малых, наблюдается во время весеннего таяния снегов, когда за полмесяца, и менее того, стекает весь запас зимних осадков. Из этого количества обычно и рекомендуется исходить при расчете размеров осушительных канав.

Расчитанные по этим нормам канавы работают продуктивно только весной и во время летних паводков, большую же часть года вода по канаве движется малою струею, которая заметна только при узком дне, при широком же дне канава принимает вид стоячего водоема, и потому такое дно, рассчитанное на воду весеннюю, является летом отличным угодием для разрастания водных растений и, следовательно, затягивания канавы.

Чем уже дно, тем заметнее движение воды по нем, тем труднее оно зарастает травами, тем меньше на нем осаждаются ила и тем дольше, следовательно, не требуется ремонта. Наиболее долговечным сечением осушительных канав являются узкое дно и пологий откос.

Искусственные причины засорения осушительных канав не требуют подробного рассмотрения, так как общеизвестны; это—устройство кладок на уровне воды для перехода через канаву, заваливание канав хворостом и сеном для переезда, заборы из травы, хвороста и бревен, принесенных водою сверху, устройство заграждений из хворостяных плетней для ловли рыбы в канавах, заваливание канав бревнами и обрубками при мочке льна, разрушение откосов при переездах, при водопое и перегоне скота, при сплаве леса и т. п.

Изложенные причины порчи осушительных канав могут быть сведены и классифицированы в следующей таблице.

А. Природные причины.

Чем причиняется порча.	№ № по порядку.	В чем порча заключается.
а) Внутренние физические процессы в торфяной массе. Осадка болота.	}	1. Уменьшение глубины новых каналов через 3—4 года после их прорытия на 25—50% вследствие значительного уплотнения верхнего слоя торфа.
		2. Появление на торфяном дне каналов, вследствие опускания его, пней и стволов погибшего в прежнее время на болоте леса.
а) Внутренние физические процессы в торфяной массе. Осадка болота.	}	3. Появление на дне каналов, вследствие опускания его, ила из отставших от остальной массы торфа мелких частиц.
		4. Искажение откосов каналов вследствие большей осадки поверхностного слоя торфа, чем слоя, лежащего на горизонте дна.
б) Внешние физические процессы. Движение воды по каналу.	}	5. Размывы песчаного дна и подмывы откосов, обваливающихся в канал.
		6. Осаждение взмученных частиц грунта в местах замедления течения воды.
Стеkanie воды в канал.	7. Попадающая с поверхности болота в канал вода размывает откосы его, грунт которых отлагается затем на дне.	
Мороз.	8. Шелушение откосов и сползание их на дно.	

Растительность.

9. Зарастание водными растениями дна канала, вызывающее повышение уровня воды в каналах как непосредственно своею массою, так и вследствие увеличения осаднения взмученных в воде твердых частиц грунта.
10. Зарастание древесными породами откосов и берм каналов.

Б. Искусственные причины.

а) Эксплоатация каналов.

11. Плывающий по каналам связанный в плоты лес, ударяясь в откосы и при большой воде в кавальеры, разрушает их; разрушение увеличивается гонщиками, упирающимися с плотов шестами в берега каналов.

Сплав леса.

12. Во время остановок сплаваемого леса скорость воды между и под бревнами значительно увеличивается, вследствие чего дно канала под глубоко погруженным остановленным плотом размывается. Вынесенный из-под плота грунт отлагается затем ниже по течению.

Сплав леса.

13. Отдельные бревна продолжительно плывущего по каналу плота пропитываются водою, тонут и остаются неизвлеченными в каналах.

Движение вдоль каналов.

14. Берма прорытых по болоту каналов становится всегда тропюю для людей и животных. В сырое время под тяжестью человека и животных земля с берм сползает на откос и иногда вместе с откосом обваливается на дно.

- Ловля рыбы.
- б) Вызываемые недостаточным надзором или умыслом.
- Перегон и водопой скота.
- Перезеды.
- Переходы.
- Побочные пользования.
15. Для ловли рыбы устанавливаются в канавах и речках поперечные плотины и плетни-язы с узким проходом по середине.
16. По осушенным болотам пасется скот, который, переходя канал или подходя к нему для питья, портит кавальеры, бермы, откосы и дно.
17. Вследствие недостаточного количества мостов через каналы, особенно на сенокосных угодиях, населением устраиваются временные перезеды наброскою в каналы бревен, хвороста и сена, которые затем обратно из каналов не извлекаются.
18. Для перехода населением набрасываются в каналы кладки, обрубки и пр., возле которых вследствие замедления течения воды отлагается мусор и ил и образуется мель.
19. Нагружаемый для мочки в каналы лен придавливается пнями, обрубками, камнями и пр., которые затем остаются в канавах и частью уносятся большою водою на некоторое протяжение вниз.

Действительные изменения канав.

По произведенным нами в 1922 году промерам осушительных канав в Глинкинской лесной даче, Оршанского округа, прорытых в 1911 и 1912 годах в моховом торфе и не подвергавшихся порче ни скотом, ни человеком, изменение профиля за 10 лет выразилось следующими цифрами в метрах:

Участки.	Длина.	Средн. глубина в метрах.		Средн. шир. по верху.		Средн. шир. по дну.		Ср. глуб. торфа в 1913 г.
		1913 г.	1922 г.	1913 г.	1922 г.	1913 г.	1922 г.	
1	903	1,38	1,1	3,30	3,05	0,55	0,88	1,36
2	1244	1,27	0,84	4,52	4,20	0,60	0,82	2,47
3	2258	1,35	0,96	5,20	4,58	1,16	1,96	1,38
4	1529	1,37	0,90	3,34	2,98	0,60	0,72	1,43
5	1065	1,54	0,92	3,51	3,30	0,43	0,92	2,88

В процентах изменение элементов профиля канавы за 10 лет в моховом торфе выражается такими цифрами:

Участки.	Уменьшение глубины.	Уменьшение ширины по верху.	Увеличение ширины дна.	Заложение откосов b : h	
				1913 г.	1922 г.
1	19,4%	7,6%	60,0%	1,0	0,98
2	33,9%	7,1%	30,7%	1,63	2,0
3	29,0%	11,9%	69,0%	1,5	1,44
4	34,3%	10,8%	20,0%	1	1,26
5	42,6%	6,0%	114,0%	1	1,16

Итак, за 10 лет глубина канав в моховом торфяном грунте уменьшилась на 19,4—42,6%, а ширина по верху на 6,0—11,9%. В глубоком неразложившемся моховом торфе канавы вполне сохранили форму трапеции, с чистыми правильными откосами и чистым дном.

Изменение профиля канав в травяном торфе исследовано на болоте по р. Мокрянке возле г. Быхова, Белорусской ССР. Здесь за 11 лет (1912—1922 г.г.) среднее уменьшение глубины канав 26,3% от первоначальной глубины, среднее увеличение ширины по верху — 18,9% при 228 пунктах изменений; канавы повреждены скотом.

Сообразно с причинами и родом повреждений осушительные каналы нуждаются в ремонте двойкого рода: капитальном и беглом.

Капитальный ремонт.

Капитальный ремонт имеет целью устранение результатов действия природных факторов: осадки торфяного болота, движения воды в канал и по каналу, мороза и пр., т.е. придание поперечному сечению каналов первоначальных размеров, уменьшившихся под влиянием указанных природных факторов. Поэтому капитальный ремонт должен состоять в сплошном углублении обмелевшего вследствие осадки торфа и наносов сверху канала или в укреплении размытых мест его.

Таковой ремонт по причинам своим необходим первый раз через 5—8 лет после проведения нового канала, когда закончится в главнейшем осадка болота. Следующий капитальный ремонт может быть произведен уже не ранее 15 лет после первого.

Беглый ремонт.

Беглый ремонт имеет целью устранение повреждений каналов от порчи искусственных: сплава леса, ловли рыбы, переездов, перегонов, переходов и пр. и состоит преимущественно в удалении из канала посторонних предметов и местных обвалов. Таковой ремонт, как указала практика, целесообразно производить через каждые четыре года.

Изложенное указывает, что ни капитальный, ни частый беглый ремонт заменить друг друга не могут, и их необходимо производить на всех каналах примерно в следующем порядке:

Через 4 года после прорытия	беглый	ремонт	
„ 8 лет	„	„	капитальный ремонт
„ 12 „	„	„	беглый „
„ 16 „	„	„	„ „
„ 20 „	„	„	„ „
„ 24 „	„	„	капитальный „
„ 28 „	„	„	беглый „

и т. д., повторяя беглый ремонт через 4 года и капитальный через 16 лет.

По данным практики беглый ремонт обычно производился с расходом в среднем 25 рублей на версту ремонтируемых каналов.

Нормы расхода на капитальный ремонт установить невозможно, и в большом хозяйстве для этой работы производятся вновь промеры каналов, и вычисляется объем выемки из них.

При капитальном ремонте казенных крупных осушительно-сплавных каналов расход на 1 км составлял 150—250 рублей.

Для поддержания в должном порядке осушительной сети необходимо также постоянно следить за состоянием водоприемника и принимать меры по очистке речек от наносов, засорений, а также не допускать устройства каких-либо заграждений, запруд и т. п., могущих вызвать подпор в осушительных канавах, а также и заболачивание прилегающей местности.

При производстве ремонтных работ необходимо, насколько возможно, освободить каналы от воды; для этого устраивается предварительно на канаве с проточной водой запруда (перемычка) на таком расстоянии выше от начала работы, чтобы за то время, когда работа будет доведена до запруды, она как раз заполнилась бы водою. Практически это рассчитать возможно только ощупью и сводится к тому, что запруда устраивается метров на 500 выше начала работы; затем эта запруда при доведении до нее работы или при переполнении водою разбирается, и выше ее устраивается следующая и т. д. В некоторых случаях бывает возможен отвод воды из канавы на сторону, в соседнюю канаву, старое русло и т. п.

Перемычки устраиваются земляные, дощатые и брезентные.

Для устройства брезентной перемычки через канаву перекидывается перекладина—бревно 4—5 вершков толщиной; по обе стороны канавы вбиваются с низовой стороны перекладины по одному столбику для удержания перекладины от сдвига напором воды.

Затем с верхней стороны к перекладине приставляются наклонно кольца во всю ширину канавы с промежутками между собою до 9 см; нижние концы колец слегка вбиваются в дно и откосы канавы, верхние концы возвышаются на 0,35 м над перекладиной. На кольца накладывается брезент, нижний край которого затаптывают к концам колец в дно канавы; если же дно твердое, то нижний конец брезента закладывается землею. Верхний край брезента поднимается несколько выше перекладины помощью каната, продетого через кольца брезента; канат прикрепляется к столбикам, удерживающим перекладину от сдвига. Такая перемычка имеет большое преимущество перед земляною тем, что не засоряет канавы землею при разборке и выдерживает напор воды.

Самая работа по ремонту производится орудиями, описанными в главе о прорытии канав. При беглом ремонте находят значительное применение железные грабли с длинными зубьями для вырывания растений с корнями со дна канав и для извлечения хвороста, сена, камней и т. п. предметов.

Для вычерпывания ила и других наносов применяют совок и черпак.

Д. Довбня предлагает ¹⁾ следующий прибор (рис. 124) для беглого ремонта канав в виде треугольной рамы, построенной из дерева тяжелой породы.

В своей вершине рама имеет подвижный резец в форме трехгранной пирамиды. Резец этот построен из листового железа, а нижняя его грань—из листовой стали, так как она несет функции режущей плоскости и имеет заточенный выступающий край. Резец вращается на горизонтальной оси при помощи ручек, подобных ручкам плуга. Равнобедренные стороны рамы снабжены выступающими ножами, которые имеют форму полос и прикрепляются к раме болтиками. Этими же болтиками иногда необходимо прикреплять к раме уголковое железо, если рама построена из слабого леса и дает прогиб. На широкой поперечной доске (рис. 124, II), снабженной петлями для ног, помещается рабочий, управляющий ножом. Петли для ног, это—необходимая деталь, которой не следует пренебрегать. Во время работы нога рабочего может соскользнуть с доски и попасть под нож. В вершине рамы прикреплены два каната, за которые прибор тащится по дну. Иногда в углах основания бывает нужно поместить добавочные грузы, если вес рабочего, стоящего на доске, не дает должной нагрузки прибору.

Прибор опускается на дно канала и двумя лошадьми или двумя партиями рабочих (по 3—5 человек) тянется за или против воды.

Выбор направления зависит от обстоятельств работы: глубины воды в канале, скорости течения ее и количества водорослей. При движении против воды удобнее прорезывать склоненные водоросли, но зато они, массами навешиваясь на рабочего, стесняют его движения и затрудняют ход прибора. Движение за водой при наличии подвижного резца дает работу по качеству не хуже, так как наклоном резца вниз весь прибор по-

¹⁾ Мелиорационный журнал 1914 г.

гружается в толщу наносов и срезывает водоросли ниже поверхности дна. Срезанные водоросли вместе с отложившимся илом всплывают и уносятся течением в реку, если таковая

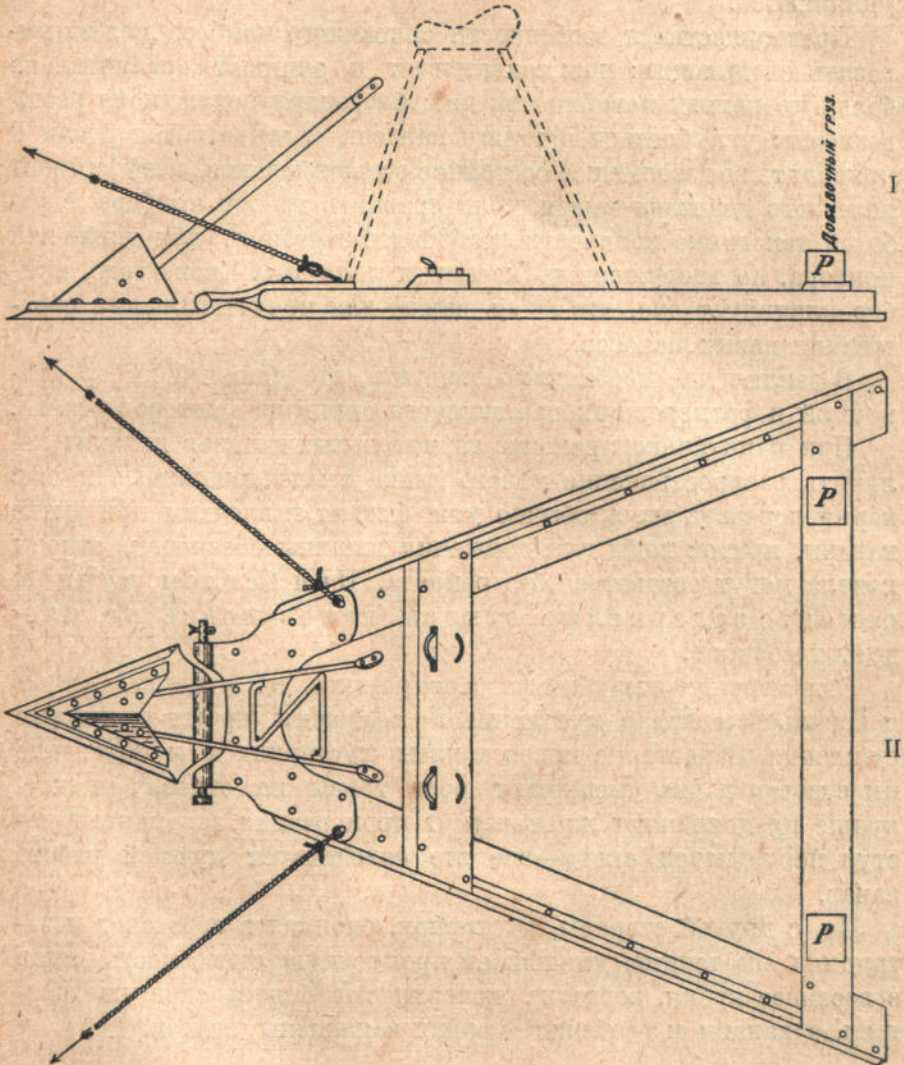


Рис. 124.

служит приемником вод, или же отлагаются на специально отведенных для этого участках канала, если имеется опасность засорить приемник.

Когда вода в канале холодна, и нельзя рисковать здоровьем рабочего, то его помещают на особом сидении, как это показано на рис. 124, I пунктиром. Ручки резаца при этом соответственно удлиняются.

Преимущества и особенности описанного прибора можно выразить следующим: нож захватывает и очищает сравнительно большую полосу поверхности дна; благодаря подвижному резацу возможно углубляться в толщу наносов, срезывать водоросли и приводить во взвешенное состояние осевший нанос, коэффициент полезного действия высок, если сравнить работу прибора с работой такого же количества рабочих, потребного для движения прибора, но вооруженного косами и лопатами. Кроме того, прибор планирует дно, что очень важно для предотвращения образования новых наносов.

В заключение необходимо отметить, что удачный выбор пропорций и размеров прибора является одним из факторов успеха.

При капитальном ремонте значительных каналов должны получить распространение малого типа землечерпалки, так как корни деревьев здесь обычно уже бывают извлечены при рытье канавы, приток воды для движения машины обеспечен, откосы канала могут оставаться без ремонта. При беглом ручном ремонте задернелые откосы канав вовсе не следует трогать.

Относительно вырубки разрастающихся по откосам, бермам и кавальерам канав кустарников возможны противоположные суждения. Заращение краев канавы кустарником и затенение им откосов и дна уменьшают рост травы на откосах и дне, лучше предохраняют дно канав от промерзания, затрудняют доступ пасущемуся скоту—все это содействует лучшей работе канав.

Но, с другой стороны, кустарник, скопляя в себе снег и затрудняя его таяние, уменьшает пропускную способность канав в весеннее время, когда на поверхности болота снег уже растаял, а канавы и особенно воронки заполнены снегом.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

СООРУЖЕНИЯ НА КАНАЛАХ.

Мосты и сметы на них.

На местах пересечения канав с дорогами необходимо строить для переезда мосты. Промедление в постройке мостов вызывает порчу канав, так как для возможности переезда и перегона через них, в канавы наваливаются хворост, сено и прочие посторонние предметы. Ввиду того, что осушительные канавы не имеют поперечных сечений особо больших размеров, то и мосты на них строятся обычно простейшей балочной конструкции, указанной на помещаемых ниже чертежах. На местах впадения боковых канав в магистрали устраиваются переходы для людей из 2—4 толстых сколоченных жердей с перилами по одной стороне из того же материала; чем больше устроено мостов и переходов, тем надежнее канавы предохранены от порчи.

Длина моста. Отверстие моста — расстояние между крайними сваями — определяется обычно шириною канавы по верху с прибавлением запаса по обе стороны. Отверстие моста через регулируемую речку устанавливается сообразно с пролетами существовавших мостов, имея в виду, однако, что по канализованной речке после ливней будут проходить большие массы воды, чем ранее по засоренному руслу.

Если никаких данных на месте о необходимой величине пролета моста через речку собрать нельзя, то величина пролета определяется вычислением, в зависимости от площади бассейна реки перед мостом, следующим простейшим способом ¹⁾.

¹⁾ Справочная книга для инженеров «Hütte».

Площадь бассейна в кв. километрах.	Коэффициент, на который надо умножить площадь для получения живого сечения весенней воды в кв. метрах.
50 до 100	0,28
100 „ 300	0,24
300 „ 500	0,20
500 „ 1000	0,18

Пример. Какое должно быть отверстие моста при глубине воды под ним в 1,2 м и при площади водосбора в 75 кв. километров?

Живое сечение весенних вод:

$$75 \times 0,28 = 21,0 \text{ кв. м.}$$

Отверстие моста:

$$21,0 : 1,2 = 17,5 \text{ м.}$$

При площадях водосбора менее 50 кв. километров, когда наибольший расход дают ливневые, а не весенние воды, правильный расчет отверстий мостов при дорожных работах производится довольно сложно, и для ознакомления с ним необходимо обратиться к специальным руководствам (напр. для техников рекомендуется „Руководство при устройстве и содержании земских дорог“ Г. В. Розен. Для инженеров: „Руководство к определению отверстий мостов и труб“ Н. Самгин). Основы этого расчета однородны с расчетом шлюзов и изложены в следующей главе. При расчетах отверстия моста через осушительные каналы возможно в большинстве случаев иметь в виду, что большие весенние воды без ущерба могут идти один-три дня через гать по обе стороны моста.

Ширина моста. Определяется в зависимости от значения дороги: на лесо-сеновозных и проселочных дорогах достаточна ширина между прогонами в 4 м, на дорогах тракторных необходима ширина в 6, 8 и даже 10 метров.

Высота моста. Настил моста и поддерживающие его прогонные балки должны быть выше горизонта самых высоких весенних вод, устанавливаемого опросом местных людей и по следам воды на деревьях, зданиях, на прежних сваях, склонах долины и пр.

На сплавных каналах балки моста должны быть для свободного прохода леса еще на 0,75 метра выше, чем только что указано. Поэтому настил моста на осушительно-сплавном канале всегда значительно выше поверхности земли, и для переезда через мост необходимо устройство специальных въездов. На болотах Белорусской ССР настил мостов через малые осушительно-сплавные каналы возвышается над поверхностью болота не менее 1,0 метра.

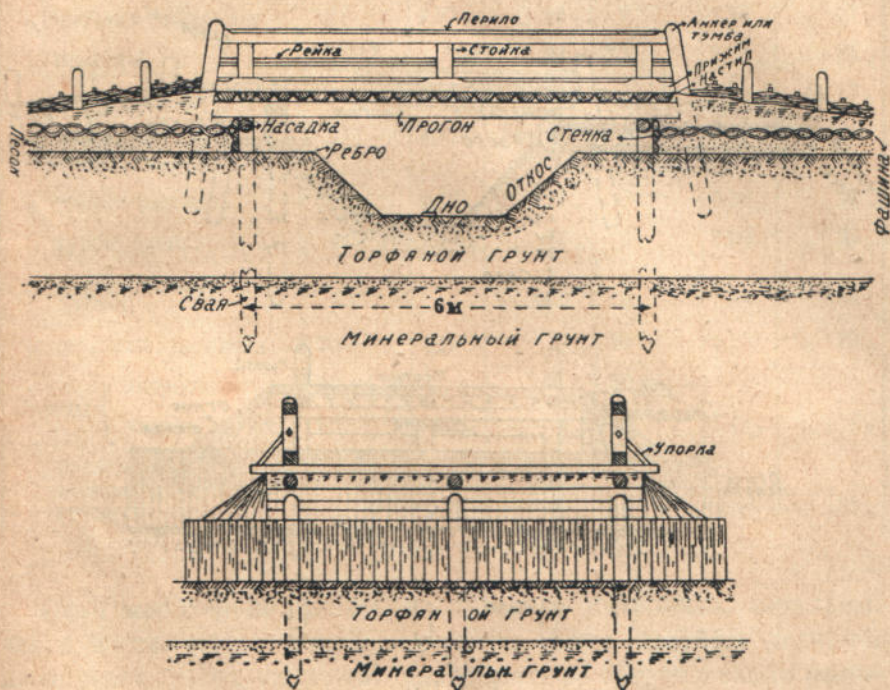


Рис. 125.

Сваи мостовые располагаются на канавах таким образом, чтобы по середине канавы, в предупреждение задержания хвороста, сена, бревен и т. п. пльвущих в воде предметов, никаких свай не приходилось. На сплавных каналах это правило совершенно необходимо с тем еще добавлением, что пролет между сваями должен быть по возможности не менее ширины поверхности воды в канале во время сплава и никак не менее 6 метров.

Въезды. К каждому мосту на торфяном грунте необходимо устройство коротких гатей - въездов. Въезды устраиваются с про-

дольным уклоном поверхности не круче 0,1 (при высоте 1 м длина 10 м), лучше же в 0,05. Для устройства въездов укладываются поперек дороги хворостяные фашины или просто хвост слоем 30—45 сантиметров, который засыпается с утрамбовкой грунтом, вынутым из канавы вдоль въезда; поверх этого насыпается слой песка.

Необходимо иметь в виду, что при осадке болота осядет и въезд, настил же свайного моста останется на прежней высоте;

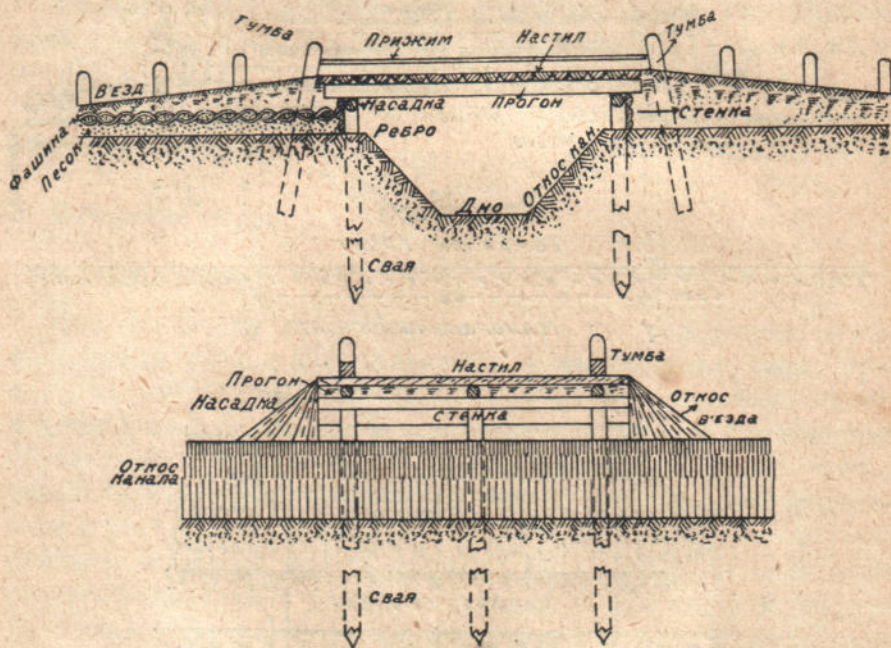


Рис. 126.

поэтому на второй год оказывается необходимым производить на въезд дополнительную насыпку земли. Бока въезда устраиваются с полуторным откосом и для предохранения от размыва разливающейся по болоту водой и от порчи скотом укрепляются хворостяными плетнями.

Тип принятых к постройке через осушительные канавы мостов и названия частей изображены на рис. 125.

На мостах длиною менее 6 м перил можно не устраивать; в этом случае продольный разрез моста изображен на рис. 126.

Сортименты материала для постройки прочных мостов употребляются в практике нижеследующие:

	Ширина моста 4,3 м.					
	Пролет 4,3 м			Пролет 6,4 м		
	Число	Длина	Размер	Число	Длина	Размер
На сваи брев. дубов . . .	6	4,3 м	диам.22см	6	4,27 м	диам.27см
„ насадки брев. соснов.	2	4,97 „	„ 22 „	2	5,33 „	„ 27 „
„ прогоны „ „ .	3	4,97 „	„ 27 „	3	7,04 „	„ 31 „
„ настил пластин . . .	28	5,34 „	толщ.11 „	40	5,33 „	толщ.11 „
„ прижимы бревен соснов	2	4,97 „	диам.22 „	2	7,04 „	диам.22 „
„ стенки ряжевые . . .	6	4,97 „	„ 13 „	8	5,33 „	„ 13 „
„ тумбы брев.	4	3,20 „	„ 22 „	4	3,20 „	„ 22 „
„ перила (стойки, рейки, брусья)	—	—	—	5	7,49 „	„ 18 „
„ столбики вдоль въездов	20	2,13 „	„ 9 „	20	2,13 „	„ 13 „
Въезды {	хвороста . . .	40 кв. м.		50 кв. м.		
	кольев ивовых	50	1,41 „	100	1,41 „	„ 7 „
наделание бабы для забивки свай—бревен дубовых	1	1,41 „	„ 31 „	1	1,41 „	„ 31 „

Сваи желательно делать из дубового материала, остальные части моста—из соснового материала. Если прогоны делаются из брусьев, то их надлежит вытесывать из бревен с таким расчетом, чтобы ширина бруса относилась к высоте как 5:7 (если высота бруса наприм. 7 вершк., то ширина 5 вершк.).

Количество материала и ход работы по постройке мостов видны из приводимых ниже смет.

При постройке мостов длиною свыше 6 м конструкция их определяется в зависимости от груза, который они должны выдерживать, и выбирается из специальных руководств по постройке мостов ¹⁾.

¹⁾ Руководство по устройству и содержанию земских дорог. Г. В. Розен, 1912 г. и др.



Рис. 127.

Мост, длиною около 20 м, через осушительный сплавный канал может быть построен конструкции, указанной на рис. 127.

В случае возможности перевозки через мост отверстием в 4 и 6 метров особых тяжестей должна быть произведена проверка прочности его по формулам строительной механики.

С М Е Т А ¹⁾

на постройку моста с пролетом длиной в 3 саж., шириною в 2 саж. с заготовкою лесного материала на него, в Туровской волости, Мозырскою уезда, Белорусской ССР.

¹⁾ Настоящая смета на исполненную работу приводится в подлинном виде без перевода на метрические меры.

№ по ряду.	О П И С А Н И Е Р А Б О Т .	Основание расчета количества рабочих и материалов.
1.	<p>Для постройки моста пролетом длин. в 3 саж., ширин. в 2 саж., на 6 дубов. сваях, с 2 соснов. насадками, 3 сосновыми прогонами, настилом из пластин, прижимами, перилами и въездами, потребно лесного материала:</p> <p>На сваи бревен дуб. дл. 2 саж., толщ. 6 вершк. .</p> <p>„ бабу „ „ „ 0,66 „ „ 7 „ . . .</p> <p>„ насадки „ соснов. „ 2,50 „ „ 6 „ . . .</p> <p>„ прогоны „ „ „ 3,33 „ „ 7 „ . . .</p> <p>„ настил „ „ „ 2,50 „ „ 5 „ . . .</p> <p>„ прижимы „ „ „ 3,33 „ „ 5 „ . . .</p> <p>„ стены ряжевые „ 2,50 „ „ 3 „ . . .</p> <p>„ тумбы „ „ „ 1,50 „ „ 5 „ . . .</p> <p>„ перила „ „ „ 3,50 „ „ 4 „ . . .</p> <p>„ столбики при въезд. 1 „ „ 3 „ . . .</p> <p>въезды { кольев разн. 0,66 саж., толщ. 1½ верш. хвороста ивового куб. саж.</p>	По чертежу.
2.	<p>Для срубки вышеозначенного количества бревен и хвороста в хвойном лесу средней густоты, очистки от сучьев, с уборкой их, оскобления коры и укладки в кучи потребно рабочих:</p> <p>На сваи и бабу $0,15 \times 6 \times 2 = 1,80$</p> <p>„ насадки $0,15 \times 2 = 0,30$</p> <p>„ прогоны $0,205 \times 3 = 0,62$</p> <p>„ настил и прижимы $0,105 \times 22 = 2,31$</p> <p>„ стены ряжевые $(0,66 \times 8) : 100 = 0,53$</p> <p>„ тумбы $0,105 \times 2 = 0,21$</p> <p>„ перила $0,096 \times 5 = 0,48$</p> <p>„ столбики при въездах $(6,66 \times 10) : 100 = 0,67$.</p> <p>въезды { кольев для укр. $(1,7 \times 50) : 100 = 0,85$ хвороста $2 \times 5 = 10,00$</p>	<p>Урочное положение для строительных работ.</p> <p>§ 105 и 135, прим. 2</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 102-в.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 102-в.</p> <p>§ 102-а.</p> <p>Всего рабочих . . 17.77</p>

№ по- ряду.	О П И С А Н И Е Р А Б О Т.	Основание расчета количества рабочих и материалов.																																				
3.	<p>Для перевозки этих бревен и хвороста из леса на место постройки, в среднем на расстояние одной версты, при весе их равноу:</p> <table data-bbox="218 406 775 860"> <tr> <td>свай и бабы</td> <td>$(10,56 \times 6 + 6,59 \times 1) \times \frac{1,64}{1,12} = 102,82$</td> <td>п.</td> </tr> <tr> <td>насадок</td> <td>$13,50 \times 2 =$</td> <td>27,00 "</td> </tr> <tr> <td>прогонов</td> <td>$25,52 \times 3 =$</td> <td>76,56 "</td> </tr> <tr> <td>настила</td> <td>$9,85 \times 20 =$</td> <td>197,00 "</td> </tr> <tr> <td>прижимов</td> <td>$14,00 \times 2 =$</td> <td>28,00 "</td> </tr> <tr> <td>стен</td> <td>$1,2 \times 20 =$</td> <td>24,00 "</td> </tr> <tr> <td>тумб</td> <td>$5,45 \times 4 =$</td> <td>21,80 "</td> </tr> <tr> <td>перил</td> <td>$10,12 \times 5 =$</td> <td>50,60 "</td> </tr> <tr> <td>столбиков</td> <td>$1,2 \times 20 =$</td> <td>24,00 "</td> </tr> <tr> <td>кольев</td> <td>$0,3 \times 66 =$</td> <td>19,8 "</td> </tr> <tr> <td>хвороста</td> <td>$125 \times 5 =$</td> <td>625 "</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Всего . . . 1196,58 п.</td> </tr> </table> <p>Потребно одноконных подвод:</p> $\frac{1196,58 \times 2,10 \times 1,60 \times 1,25}{10,0} = 5,04 \dots \dots \dots$	свай и бабы	$(10,56 \times 6 + 6,59 \times 1) \times \frac{1,64}{1,12} = 102,82$	п.	насадок	$13,50 \times 2 =$	27,00 "	прогонов	$25,52 \times 3 =$	76,56 "	настила	$9,85 \times 20 =$	197,00 "	прижимов	$14,00 \times 2 =$	28,00 "	стен	$1,2 \times 20 =$	24,00 "	тумб	$5,45 \times 4 =$	21,80 "	перил	$10,12 \times 5 =$	50,60 "	столбиков	$1,2 \times 20 =$	24,00 "	кольев	$0,3 \times 66 =$	19,8 "	хвороста	$125 \times 5 =$	625 "	Всего . . . 1196,58 п.			<p>§ 674 и 673. § 674.</p>
свай и бабы	$(10,56 \times 6 + 6,59 \times 1) \times \frac{1,64}{1,12} = 102,82$	п.																																				
насадок	$13,50 \times 2 =$	27,00 "																																				
прогонов	$25,52 \times 3 =$	76,56 "																																				
настила	$9,85 \times 20 =$	197,00 "																																				
прижимов	$14,00 \times 2 =$	28,00 "																																				
стен	$1,2 \times 20 =$	24,00 "																																				
тумб	$5,45 \times 4 =$	21,80 "																																				
перил	$10,12 \times 5 =$	50,60 "																																				
столбиков	$1,2 \times 20 =$	24,00 "																																				
кольев	$0,3 \times 66 =$	19,8 "																																				
хвороста	$125 \times 5 =$	625 "																																				
Всего . . . 1196,58 п.																																						
4.	<p>Для сделания ручной дубовой бабы с укреплением обручей и ручек потребно:</p> <table data-bbox="218 1185 775 1299"> <tr> <td>плотников</td> <td>$1 \times 2 = 2,00$</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>обручей железных</td> <td>2, каждый от 6 до 7 фут. —</td> <td></td> </tr> <tr> <td>пуд</td> <td>0,33</td> <td>.....</td> </tr> </table>	плотников	$1 \times 2 = 2,00$	обручей железных	2, каждый от 6 до 7 фут. —		пуд	0,33	<p>§ 676, 687 и 689.</p>																											
плотников	$1 \times 2 = 2,00$																																				
обручей железных	2, каждый от 6 до 7 фут. —																																					
пуд	0,33																																				
5.	<p>Для заострения 6 круглых дубовых свай толщ. 5 вершк, с обравниванием верха и насаживанием бу- геля потребно:</p> <table data-bbox="218 1429 775 1477"> <tr> <td>плотников</td> <td>$0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$</td> <td>.....</td> </tr> </table>	плотников	$0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$	<p>§ 122-6 и 135, прим. 2.</p> <p>§ 140 и 135, прим. 2.</p>																																	
плотников	$0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$																																				

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Матер.	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
		1196,58 п.					
	5,04						
2,00							
0,72							

№ по порядку.	О П И С А Н И Е Р А Б О Т.	Основание расчета количества рабочих и материалов.
6.	Для забивки 6 свай ручной бабой в обыкновенный грунт, на глубину до 2 саж. необходимо: плотников $0,08 \times 6 \times 2 = 0,96$ рабочих $0,33 \times 6 \times 2 = 3,96$	§ 144-а.
7.	Для зарубания на 6 дубовых сваях шипов и выдалбливания в свайных насадках соответствующих гнезд необходимо: плотников $0,1 \times 6 \times 1,5 = 0,90$	§ 138-д и 135, прим. 2.
8.	Для положения на место насадок и прогонов с врубкой их вполдерева, всего на $2,5 \times 3,3 = 8,25$ кв. саж. необходимо: плотников $0,4 \times 8,25 = 3,30$	§ 654-б.
9.	Для распиливания на пластины 20 сосновых бревен длиной 2,5 саж., толщиной 5 вер. для настила, всего 50 пог. саж., с накатыванием их на козлы и устройством последних необходимо: пильщиков $0,07 \times 50 = 3,50$	§ 137-а.
10.	На обтеску и обстружку 2 бревен длин. по 3,33 саж., толщиной 5 верш. с 3 сторон, на прижимные брусья необходимо: плотников $(0,03 + 0,021) \times 3 \times 3,33 \times 2 = 1,02$.	§ 135-г.
11.	Для настила сверх прогонов пластинами моста на площади $2,5 \times 3,3$ кв. саж. с притеской, врубанием и прикреплением их прижимными брусьями необходимо: плотников $1 \times 2,5 \times 3,3 = 8,25$	§ 654-в.
12.	Для положения на место стенок с присыпкою их землей, всего $2,5 \times 0,25 \times 2 = 1,25$ кв. с., необходимо: плотников $1 \times 1,25 = 1,25$	§ 654-в.
13.	Для сделания обыкновенных перил высотой $1\frac{1}{2}$ арш. с двумя брусками и укреплением их болтами, всего 6,66 пог. саж., необходимо: плотников $0,95 \times 6,66 = 3,33$ болтов или ершей 7 дюйм. $2 \times 6,66 = 13$ шт. = 0,20 пуд.	§ 654-г.

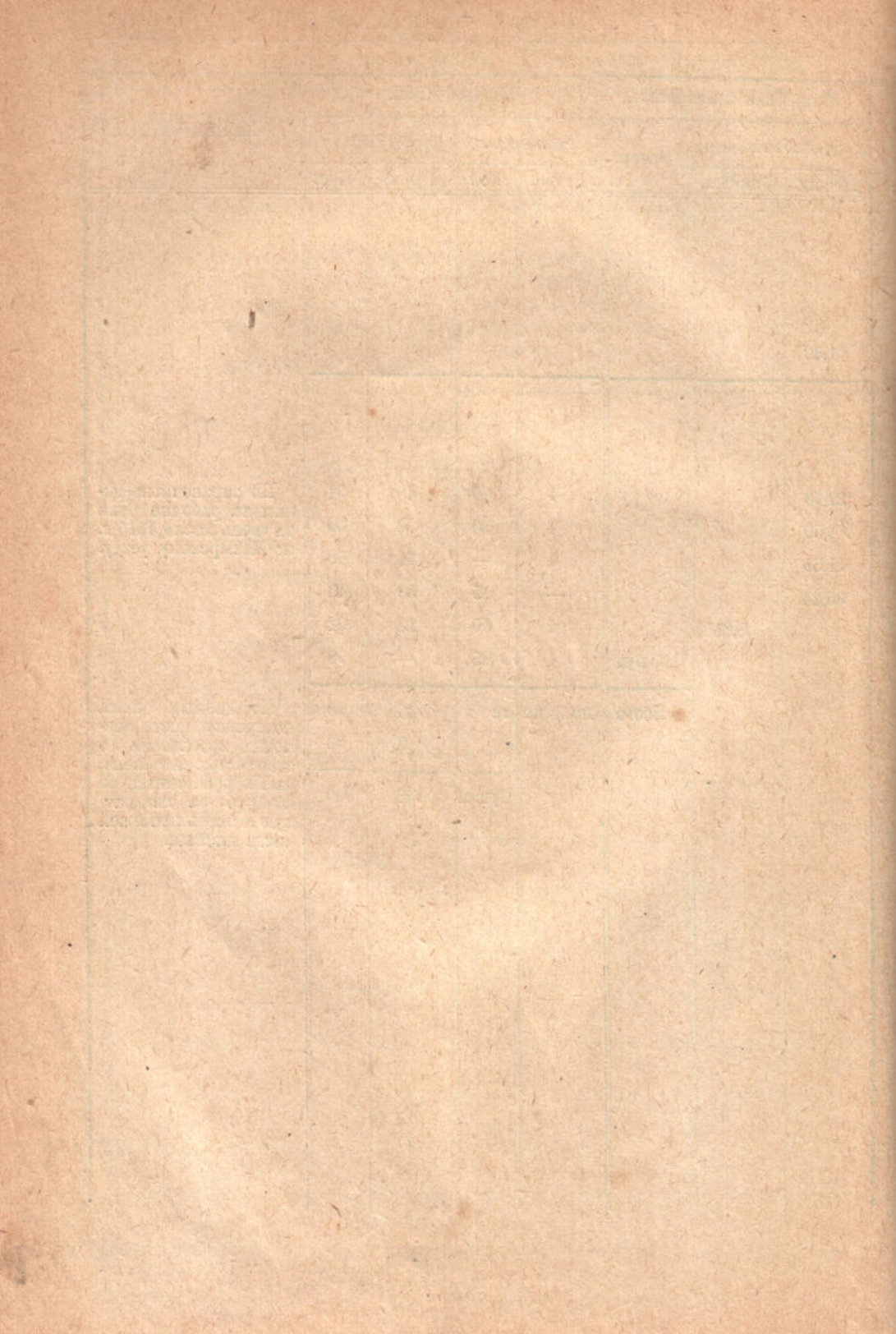
Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Матер	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
0,96							
3,96							
0,90							
3,30							
3,50							
1,02							
8,25							
1,25							
3,33							
		0,20 пуд.					

№ по порядку.	О П И С А Н И Е Р А Б О Т .	Основание расчета количества рабочих и материалов.
14.	Для вырытия в обыкновенном грунте ям диаметром 1 аршин, глубиной 0,35 саж. для 4 тумб с постановлением их в ямы, обделкою верха конусом, с нарубанием шипа в прижимных брусках и выдалбливанием гнезд в тумбах, засыпкою их и плотной утрамбовкой потребно:	
	плотников $0,25 \times 4 = 1,00$	§ 152.
15.	Для устройства с обеих сторон моста въездов из фашин и земли высотой у моста 0,35 саж., шириной 2,50 саж. и длиной 5 саж., потребно земли $2,50 \times 5 \times \frac{0,35}{2} \times 2 = 4,25$ куб. саж., для копания 4,25 куб. саж. растительной земли из резервов потребно:	
	землекопов $1,75 \times 4,25 = 7,43$	§ 30-б.
16.	Для перевозки 4,25 куб. саж. земли на расстояние в среднем до 50 саж., весом $4,25 \times 675 = 2867,75$ пуда потребно:	
	одноконных подвод $\frac{2867,75}{1000} \times 0,83 \times 1,25 = 2,98$.	§ 676 и 689.
17.	Для заготовления 70 двукомельных фашин длиной 2,50 саж., толщиной 1 фут, с перевязкой их через $3\frac{1}{2}$ фута, потребно:	
	рабочих $0,168 \times 70 = 11,76$	§ 84-в.
18.	Для положения 70 фашин на место с забивкой 20 столбиков по бокам потребно:	
	рабочих $0,05 \times 70 = 0,35$	§ 94.
19.	Для разравнивания 4,25 куб. саж. земли на месте свалки с тщательной утрамбовкой потребно:	
	землекопов $1 \times 4,25 = 4,25$	§ 43-в.

Потребное количество.		Матер.	СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.			Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
1,00							
7,43							
	2,98						
11,76							
0,35							
4,25							

№ по порядку.	О П И С А Н И Е Р А Б О Т .	Основание расчета количества рабочих и материалов.
20.	<p>На сделание без подсыпки земли по бокам въездов плетневых заборов длиной 5 саж. по каждой стороне каждого въезда, всего длиною 20 саж., высотой у моста 0,45 саж. и у начала въезда 0,10 саж., потребно:</p> <p>рабочих $0,07 \times 20 = 1,40$</p> <hr/> <p style="text-align: center;">ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ:</p> <p>плотников</p> <p>пильщиков</p> <p>землекопов</p> <p>рабочих</p> <p>одноконных подвод</p> <p>железных поволоков</p> <p>лесного материала согласно вышеисчисленному .</p>	§ 95-а.
21.	<p>На вспомогательные расходы 2%</p> <p style="text-align: center;"><i>Составил</i></p>	§ 7.

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЪЧАНІЯ.	
Рабочих.		Матер.	Единицы.		ВСЕГО.			
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.		
1,40								
22,73			1	80	40	91	По справочным ценам на рабочие руки за июнь месяц 1915 г. по Мозырскому уезду.	
8,50			1	80	6	30		
11,68			1	—	11	68		
35,24			—	95	33	48		
	8,01		1	50	12	02		
		0,53 пуд.	1	85	—	98		
		Всего	по	сме	те	145	98	По данным опыта постройки моста возможно произвести со стоимостью материала, за 120 руб., считая по 20 руб. за квадратную сажень проезжей части настила.
						2	92	
			Сумма			148	90	



С М Е Т А

на постройку моста с пролетом длиною в 2 саж., шир. 2 саж.
с заготовкою лесного материала, в Каролинской волости, Мозыр-
ского уезда, Белорусской ССР

№ по порядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТ.	Основание расчета количества рабочих и материалов.
1.	<p>Для постройки моста с пролетом длиною 2 саж., шириною 2 саж. на 6 дубовых сваях, с двумя сосновыми насадками, 3 прогонами, настилом из пластин и въездами потребно лесного материала:</p> <p>На сваи бревен дуб. дл. 2 саж., толщ. 5 верш. 6 шт. .</p> <p>„ бабу „ „ „ 0,66 „ „ 6 „ 1 „ .</p> <p>„ насадки „ сосн. „ 2,33 „ „ 5 „ 2 „ .</p> <p>„ прогоны „ „ „ 2,33 „ „ 6 „ 3 „ .</p> <p>„ настил „ „ „ 2,50 „ „ 5 „ 14 „ .</p> <p>„ прижимы „ „ „ 2,33 „ „ 5 „ 2 „ .</p> <p>„ стены „ „ „ 2,33 „ „ 3 „ 6 „ .</p> <p>„ тумбы „ „ „ 1,50 „ „ 5 „ 4 „ .</p> <p>„ столбики „ „ „ 1,00 „ „ 3 „ 20 „ .</p> <p>„ въезды { кольев „ 0,66 „ „ 1 1/2 „ 50 „ . { хвороста куб. саж. 4 . . .</p>	
2.	<p>Для срубки вышеозначенного количества бревен и хвороста в хвойном лесу средней густоты, очистки от сучьев с уборкою их, оскoblения коры и укладки в кучи потребно рабочих:</p> <p>На сваи и бабу $0,105 \times 6 \times 2 = 1,26$</p> <p>„ насадки, прижимы, настил $0,2 \times 9 = 1,80$</p> <p>„ прогоны $0,15 \times 3 = 0,45$</p> <p>„ стены $(6,66 \times 6) : 100 = 0,40$</p> <p>„ тумбы $0,105 \times 2 = 0,21$</p> <p>„ столбики $(6,66 \times 10) : 100 = 0,67$</p> <p>„ колья $(1,7 \times 25) : 100 = 0,43$</p> <p>„ хворост $2 \times 4 = 8,00$</p> <p style="text-align: right;">Всего рабочих . . 13,22</p>	<p>§ 105 и 135, прим. 2.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 102-в.</p> <p>§ 105.</p> <p>§ 102-в.</p> <p>§ 102-а.</p> <p>§ 82.</p>

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Материалов.	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
		Шт. 6	—	90	5	40	На корню по таксе, установленной Лесным Управлением предпри- санием от за №
		1	—	53	—	53	
		2	—	54	1	08	
		3	—	76	2	23	
		14	—	63	8	82	
		2	—	54	1	08	
		6	—	06	—	36	
		4	—	37	1	48	
		20	—	02	—	40	
		50	—	01	—	50	
		К. с. 4	—	34	1	36	

№ по порядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТ.	Основание расчета количества рабочих и материалов.
3.	<p>Для перевозки этих бревен и хвороста из леса на место постройки, в среднем на расстояние 1 версты, при весе их равном:</p>	
	<p>свай и бабы $(7,59 \times 61 + 3,21 \times 1) \frac{1,64}{1,12} = 71,38$ пуд. насадок $9,17 \times 2 = 18,34$ „ . прижимов $9,17 \times 2 = 18,34$ „ . прогонов $12,68 \times 3 = 38,04$ „ . настила $9,86 \times 14 = 138,04$ „ . стен $1,20 \times 2,33 \times 6 = 16,78$ „ . тумб $5,45 \times 4 = 21,80$ „ . столбиков $1,20 \times 20 = 24,00$ „ . кольев $0,3 \times 0,66 \times 50 = 9,90$ „ . хвороста $125 \times 4 = 500,00$ „ .</p>	
	<p style="text-align: right;">Все о 856,62 пуд.</p>	§ 673 и 674.
	<p>потребно одноконных подвод:</p>	
	$\frac{856,62}{1000} \times 2,10 \times 1,60 \times 1,25 = 3,60 . . .$	§ 676, 687 и 689.
4.	<p>Для сделания ручной дубовой бабы с укреплением обручей и ручек потребно:</p>	
	<p>плотников $1 \times 2 = 2$ {</p>	§ 122-6 и
	<p>обручей железных 2, каждый от 6 до 7 фут. — пуд. 0,33</p>	§ 135, прим. 2.
5.	<p>Для заострения 6 круглых дубовых свай толщ. 5 верш. с обравниванием верха и насаживанием бугеля потребно:</p>	
	<p>плотников $0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$</p>	§ 140, 135, прим. 2.
6.	<p>Для забивки 6 свай ручной бабой в обыкновенный грунт в глубину до 2 саж. потребно:</p>	
	<p>плотников $0,08 \times 6 \times 2 = 0,96$</p>	§ 144-а.
	<p>рабочих $0,33 \times 6 \times 2 = 3,96$</p>	§ 144-а.

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Материалов:	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
	3,60						
2,00							
		0,33 пуд.					
0,72							
0,96							
3,96							

№ по порядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТ.	Основание расчета количества рабочих и материалов.
7.	Для зарубания на 6 дубовых сваях шипов и выдалбливания в свайных насадках соответствующих гнезд необходимо: плотников $0,1 \times 6 \times 1,5 = 0,9$	§ 138-д, 135, прим 2.
8.	Для положения на место насадок и прогонов с врубкой их вполдерева при пересечениях, всего $2,5 \times 2,3 = 5,75$ кв. саж., необходимо: плотников: $0,4 \times 5,75 = 2,3$	§ 654-б.
9.	Для распиливания на пластины 14 сосновых бревен дл. 2,33 саж., толщ. 5 верш. для настила, всего 32,62 саж., с накачиванием их на козлы и устройством последних необходимо: пильщиков: $0,07 \times 32,62 = 2,28$	§ 137-а
10.	На обтеску и остружку 2 бревен дл. 2,33 саж., толщ. 5 верш. с трех сторон на прижимные брусья необходимо плотников: $(0,03 + 0,021) \times 3 \times 2 \times 2,33 = 0,72$	§ 135-г.
11.	Для настилки сверх прогонов пластинами моста с притеской, врубанием и прикреплением их прижимными брусьями на площади $2,5 \times 2,3 = 5,75$ кв. саж. необходимо плотников: $1 \times 5,75 = 5,75$	§ 654-в.
12.	Для положения на место стенок с присыпкою их землей, всего $2,33 \times 0,2 \times 2 = 0,93$ кв. саж., необходимо: плотников $1 \times 0,93 = 0,93$	примен. к § 654-в.
13.	Для вырытия в обыкновенном грунте ям диаметром 1 арш., глубиной 0,35 саж. для 4 тумб с постановлением их в ямы, с обделкою верха конусом, с нарубанием шипа в прижимных брусьях и выдалбливания гнезд в тумбах, засыпкою их и плотной утрамбовкой необходимо: плотников $0,25 \times 4 = 1,00$	примен. к § 152.
14.	Для устройства с обеих сторон моста въездов из фашин и земли высотой у моста 0,35 саж., шириною 2,33 саж. и длиной 5 саж.: необходимо земли $2,33 \times 5 \frac{0,35}{2} \times 2 = 4,07$	

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих		Материалов.	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
0,90							
2,30							
2,28							
0,72							
5,75							
0,93							
1,00							

№ по порядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТ.	Основание расчета количества рабочих и материалов.
	Для копания 4,07 куб. саж., растительной земли из резервов потребно: землекопов: $1,75 \times 4,07 = 7,12$	§ 30-б.
15.	Для перевозки 4,07 куб. саж. земли на расстоянии в среднем до 50 саж., весом $4,07 \times 675 = 2747,25$ пуд. потребно: одноконных подводов $\frac{2747,25}{1000} \times 0,83 \times 1,25 = 2,85$.	§ 676 и 689.
16.	Для заготовления 70 двухкомельных фашин длиной 2,33 саж., толщиной 1 фут с перевязкой через $3\frac{1}{2}$ фута потребно: рабочих $0,168 \times 70 = 11,76$	§ 84.
17.	Для положения 70 двухкомельных фашин на место с укреплением их кольями и с забивкою 20 столбиков потребно: рабочих $0,05 \times 70 = 0,35$	применит. к § 94.
18.	Для разравнивания 4,07 куб. саж. земли на месте свалки с тщательной утрамбовкой потребно: землекопов $1 \times 4,07 = 4,07$	§ 43-в.
	ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ:	
	плотников	
	пильщиков	
	землекопов	
	рабочих	
	одноконных подвод	
	железных поковок	
	лесного материала согласно исчислению выше	
19.	На вспомогательные расходы	§ 7.

Составил

Потребное количество.			СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.		Материалов.	Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
7,12							
	2,85						
11,76							
0,35							
4,07							
15,28			1	80	27	54	По справочным ценам на рабочие руки за июнь месяц 1915 г. по Мозырскому уезду.
2,28			1	80	4	10	
11,19			1	—	11	19	
29,29			—	95	27	83	
	6,45		1	50	9	68	
		0,33 пуд	1	85	—	61	Согласно данным опыта работу эту можно исполнить за 100 р., считая по 25 рублей за квадратную саж. настила проезжей части.
		Итого			103	75	
					2	07	
				Всего	105	82	

Шлюзы и сметы на них.

Для задержания воды в канавах, в целях поддержания уровня ее на благоприятной для роста растений высоте, для затопления сенокосов весенними водами из канав, для направления движения воды из реки в каналы и распределения ее по осушительно-оросительной сети и, наконец, для улучшения условий сплава леса по каналам устраиваются шлюзы или, иначе, водоспуски.

На рис. 128 изображен шлюз, устраиваемый на осушительно-сплавных канавах, на рис. 129 шлюз, проектируемый на осушительно-оросительных канавах.

Главными частями шлюза являются: 1) забитый поперек канала в твердый грунт шпунтовый ряд из пластин или бревен, 2) порог (иначе красный брус, бортница, король) — брус, плотно насаживаемый на шпунтовый ряд, к которому прикрепляются затем щитовые стойки, 3) щитовые стойки и щиты, 4) ростверк из свай с насадками на них, к которым прикрепляется пол, 5) пол, 6) стены, 7) крылья водоспуска, 8) укрепление дна канала на верхней и нижней сторонах водоспуска.

Описание шлюза.

Показанный на рис. 128 водоспуск на осушительно-сплавном канале состоит из одного шпунтового ряда брусчатых свай, забитых между направляющими (рамными) брусками, положенными на круглых сваях. В середине забитого ряда вырезается отверстие водоспуска требуемых размеров, в котором укладывается 7-вершковый брус — порог водоспуска (красный брус, король); порог плотно насаживается своим пазом на обделанные гребнем вершины шпунтовых свай и притягивается к сваям скобами; в предупреждение протекания воды порог насаживается с прокладкою просмоленной пакли. На пороге устанавливаются вертикальные стойки (так наз. щитовые) для затворов водоспуска; две крайние из стоек пригоняются к бокам отверстия водоспуска и притягиваются к сваям болтами; к ним пригоняется вплотную и обшивка стен водоспуска, сделанная из пластин, соединенных между собою в четверть и прибитых железными костылями с внутренней стороны к круглым сваям по бокам водоспуска; верх этих свай и край обшивки покрывается сверху

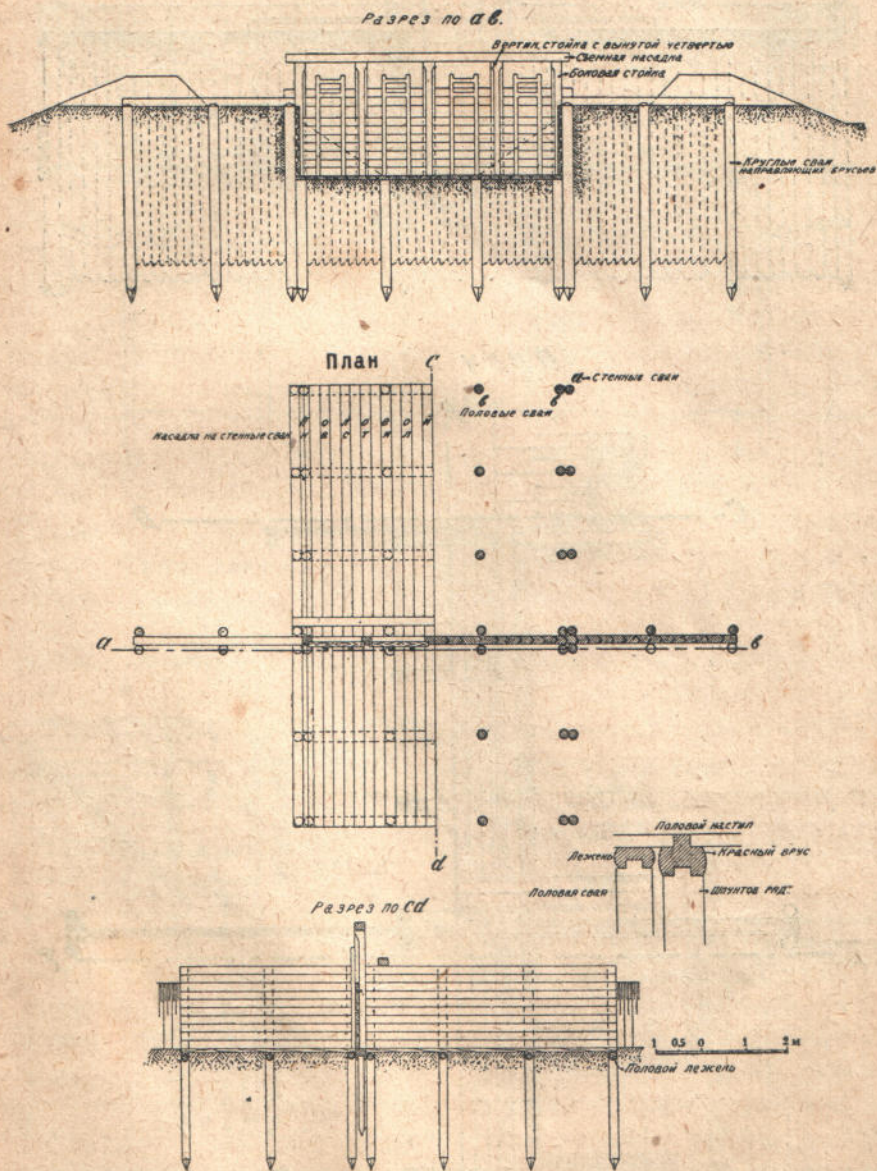
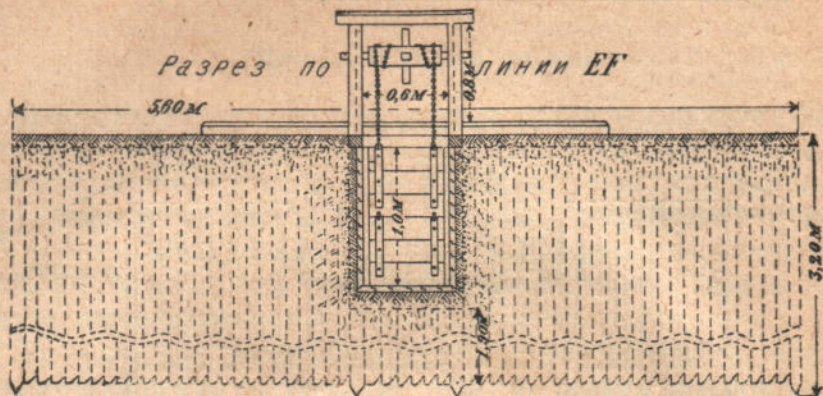
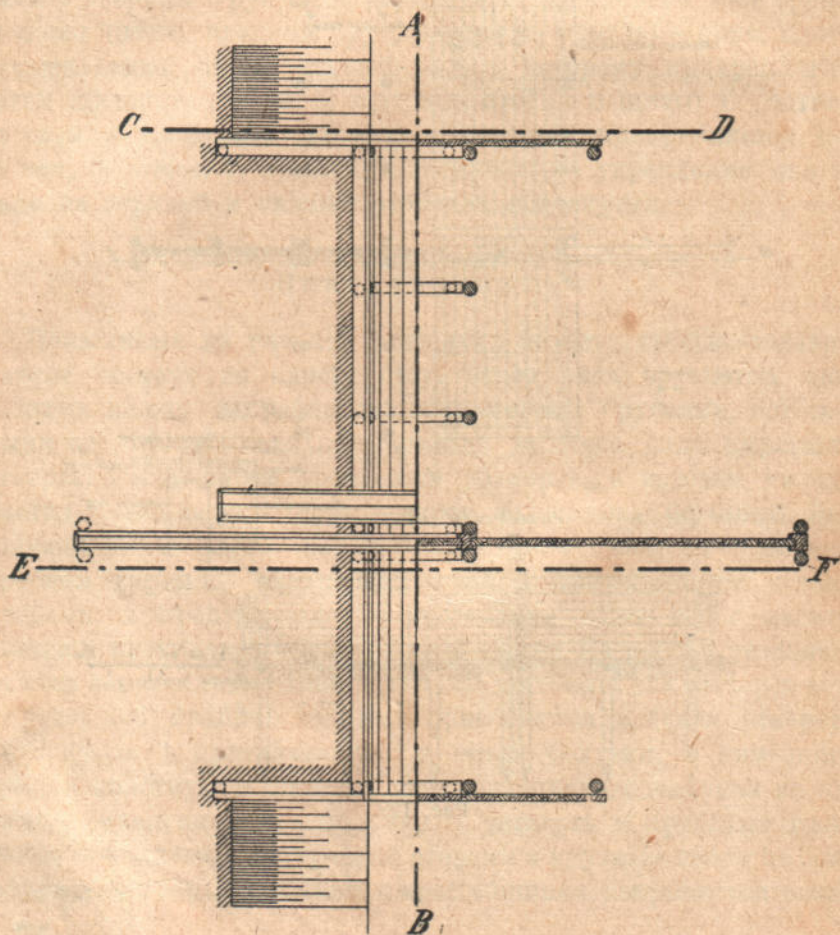


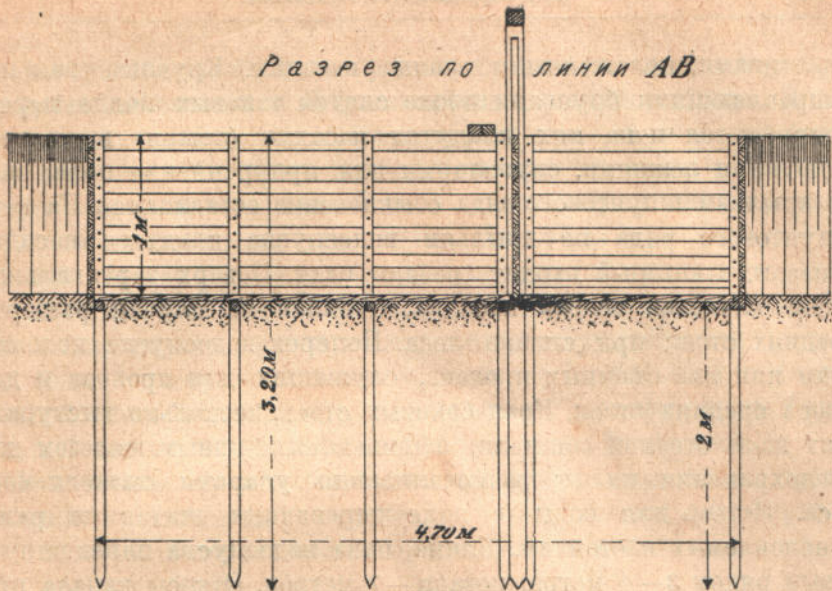
Рис. 128.



План



Разрез по линии АВ



Типы шлюзов

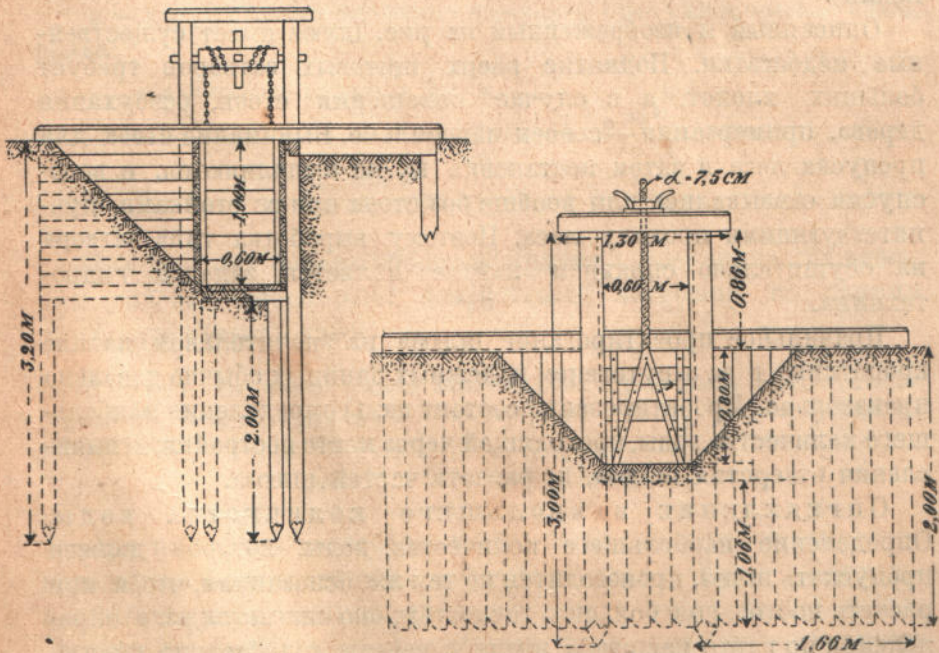


Рис. 129.

пластинами, положенными в виде насадки. Круглые сваи под направляющими брусьями после снятия таковых подле порога подрубаются и на них кладутся насадки (лежни) в уровень с другими лежнями, служащими для прикрепления пола; сваи по крыльям шпунтового ряда обыкновенно оставляются. На верх шпунтового ряда по крыльям водоспуска кладутся насадки с пазом, в который входит гребень свай. Поверх вертикальных стоек кладется особая насадка, съемная на случай разборки средних стоек при сплаве леса. Поперек водоспуска положен один или два съемных прогона, служащих для прохода и для упора средних стоек. Края боковых стоек, несколько выступающих из-за стеной обшивки, обшиваются шинным железом для предохранения их от размочаливания ударами сплаваемого леса. Затвор для воды—в виде деревянных щитов на раме, прислоняемых к стойкам. Длина пола водоспуска перед шпунтовым рядом 3—4 метра, позади—7 метров. Откосы канала при соединении с водоспуском закругляются, вымащиваются камнем, или выкладываются дерном, или укрепляются плетнем на кольях (изложено по статье Е. Опшкова в Технической энциклопедии).

Описанный и изображенный на рис. шлюз имеет существенные недостатки. Поднятие вверх щитовых затворов требует больших хлопот, а в случае покошения стоек, разбухания дерева, примерзания—совсем непосильно. Вынимание стоек для пропуска леса и затем постановка их не выполняются, и водоспуски оказывались или вообще без стоек или со стойками, препятствующими проходу леса. Поэтому выработка типа затвора на осушительно-сплавном канале является задачей гидротехника.

Правильное проектирование шлюза на значительном канале кропотливо и за отсутствием надежных данных обычно довольно произвольно. Проектирование состоит из: 1) определения наибольшего количества воды, проходящей через место постройки, 2) вычисления отверстия шлюза, 3) расчета частей шлюза.

Определение наибольшего количества воды. Определение наибольшего количества воды, которое должен пропускать шлюз, производится по тем же основаниям, что и при расчете мостов, но с большею точностью; оно складывается из: а) определения по карте масштаба 2 или 3 версты в дюйме, по планам и местным осмотрам площади водосбора реки или канала, на ко-

тором строится шлюз, по соображениям, указанным в главе о производстве изысканий, и б) установления величины стока. В дорожном деле считается, что с площади менее 50 кв. км наибольшая вода получается от ливней, при площади же водосбора свыше 50 кв. км — от таяния снегов; поэтому и эмпирические формулы для определения количества воды при расчете отверстий мостов различны в зависимости от площади водосбора. Есть основание полагать, что с канализованного болота, вследствие малого уклона поверхности, затрудненности движения воды по дернине и моховому покрову и большой поглотительной способности торфа, сток воды от таяния снега будет больше, чем от ливней, и с площадей менее 50 кв. км.

В мостовом строительстве наибольший расход воды, притекающей к мостовому сооружению, определяется по формуле Кестлина, которую можно представить в виде:

$$Q = 16 \times F \times \alpha,$$

где F — площадь водосбора в квадратных километрах,

Q — расход воды в кубических метрах,

α — коэффициент, величина которого, при уклоне менее 0,005, равна:

для бассейнов длиной до 3,5 км	$\frac{1}{4}$
от $3\frac{1}{2}$ " 7 "	от $\frac{3}{16}$ до $\frac{1}{6}$
" 7 " $10\frac{1}{2}$ "	" $\frac{1}{8}$
" $10\frac{1}{2}$ " 14 "	" $\frac{1}{16}$
" 14 " $17\frac{1}{2}$ "	" $\frac{1}{32}$

При уклонах более 0,005 коэффициент α увеличивается вдвое, при уклонах менее 0,001 коэффициент возможно, по данным опыта, уменьшить вдвое.

Пример. На какой расход воды надлежит рассчитать отверстие водоупуска при площади водосбора в 25 кв. км, длине в 6 км, среднем продольном уклоне 0,0005?

$$Q = 16 \times 25 \times \frac{1}{16} = 33 \text{ куб. м.}$$

При площадях водосбора свыше 50 кв. км рабочее отверстие водоупуска определяется, как указано уже в главе об определении отверстий мостов; именно, сначала определяется живое сечение весенней воды, проходящей через водоупуск, согласно таблице:

Площадь бассейна в кв. км	Коэффициент, на который надо умножить площадь для получения живого сечения весен. воды в кв. м
50 до 100	0,28
100 „ 300	0,24
300 „ 500	0,20
500 „ 1000	0,18

Затем вычисленное живое сечение делится на предполагаемую глубину воды в водоспуске; частное и дает величину отверстия водоспуска.

Пример. Площадь водосбора на месте постройки водоспуска 50 кв. м предполагаемая глубина воды в водоспуске 1 м; какая должна быть ширина отверстия водоспуска?

Живое сечение весенних вод:

$$50 \times 0,28 = 14 \text{ кв. м.}$$

Отверстие водоспуска:

$$14 : 1 = 14 \text{ метр.}$$

Вычисление ширины отверстия шлюза. Вычисление ширины отверстия шлюза по определенному расходу воды может производиться по формуле:

$$b = \frac{Q}{m \left(a + \frac{2}{3} h \right) v}$$

b — ширина отверстия в метрах.

Q — расход воды в секунду в куб. метрах.

m — коэффициент трения — 0,90.

a — глубина воды в потоке до устройства шлюза, устанавливаемая преимущественно опросом местных людей и наблюдениями,

v — допускаемая скорость воды в водоспуске в метрах в секунду; в предупреждение размывов грунта за водоспуском скорость желательно принимать не превышающей 2 метров.

h — допускаемая величина подпора воды в метрах перед водоспуском; при наибольшей скорости воды в водоспуске в 2 метра, h вычислится из равенства:

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4}{2 \times 9,81} = 0,204 \text{ метра.}$$

Подставив в вышеприведенную формулу указанные цифровые значения, получаем ее в виде:

$$b = \frac{Q}{0,9 \left(a + \frac{2}{3} \cdot 0,204 \right) 2} = \frac{Q}{1,8 a + 0,288}$$

Пример. Какой ширины должно быть отверстие шлюза для пропуска 30 куб. метров воды в сек. при глубине ее до постройки шлюза 1,2 метра?

$$b = \frac{30}{1,8 \cdot 1,2 + 0,288} = 12,3 \text{ метра.}$$

Величину a , расчетную глубину воды в потоке, если известны наибольший расход воды Q , уклон ложбины и профиль поперечного сечения ее, возможно вычислять подбором по основным формулам

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} \text{ и } Q = v \cdot F.$$

Именно, предполагаем какую-либо глубину потока; определяем по поперечному профилю живое сечение и смоченный периметр при этой глубине, вычисляем гидравлический радиус R , вставляем эту величину в формулу $v = c \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, вычисляем скорость v и, наконец, расход воды $Q_1 = F_1 \times v_1$. Если вычисленный таким образом расход окажется больше, чем вычисленный ранее наибольший расход Q по площади водосбора, то глубину a уменьшают, или, наоборот, до тех пор, пока при принятой глубине расходы воды, вычисленные по площади водосбора и по скорости воды, совпадут; эта глубина и принимается затем для расчета отверстия шлюза.

РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ ШЛЮЗА.

Установленные практикою обычные размеры всех частей шлюза на осушительно-сплавном канале уже указаны выше. Однако в обоснованном проекте необходимо приводить основные расчеты частей шлюза: толщины щитов, стоек и удерживающих стойки поперечных брусев. Для этой цели необходимо вычислять давление воды на каждую из указанных частей водоспуска и затем по формуле строительной механики подбирать поперечное сечение части.

Давление воды на стенку равно весу столба воды, основание которого равно площади стенки, а высота — расстояние центра тяжести стенки от поверхности воды.

При прямоугольной стенке

$$D = B \cdot H \cdot \frac{H}{2} \cdot \gamma = \gamma \frac{BH^2}{2}, \text{ где } B, H \text{ и } \gamma \text{ суть}$$

соответственно ширина, высота и вес единицы объема воды. Для метрических мер $\gamma = 1000 \text{ кг}$ (вес 1 куб. м воды).

Например, если глубина воды 1,8 м, ширина стенки (затвора) 1,2 м, то давление на весь затвор равно $1,2 \times 1,8 \times 0,9 \times 1000 = 19,44$ кг.

Поэтому давление воды на щит (затвор) длиной в 1 метр равно:

$$\text{на рис. 130 } P = 1000 \cdot \frac{H^2}{2} \text{ килограмм}$$

$$\text{на рис. 131 } P = 1000 \cdot \frac{H^2 - h_0^2}{2} \text{ килограмм.}$$

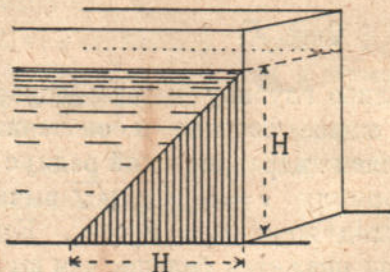


Рис. 130.

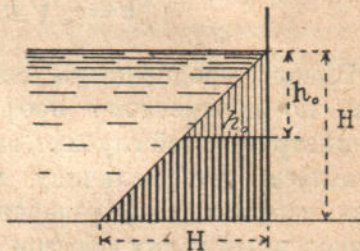


Рис. 131.

Давление воды на доски щита (затвора) по длине их распределяется равномерно: поэтому толщина досок вычисляется по формуле для равномерно нагруженной балки:

$$M = KW \text{ или } \frac{Pl}{8} = k \cdot \frac{ba^3}{6},$$

откуда

$$a = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{P \cdot l}{k \cdot b}}, \text{ где}$$

a — толщина доски в сантиметрах,

P — давление воды на доску в килограммах,

l — длина доски, т.-е. расстояние между точками опоры ее в сантиметрах,

M — момент изгибающий в килограмм-сантиметрах,

W — момент сопротивления в кубических сантиметрах,

k — допускаемое напряжение материала:

для сосны 60 кг/см²

для дуба 80 "

для ели 50 "

Пример. Какова должна быть толщина сосновой доски щита при среднем напоре воды в 1,2 метра и расстоянии между стойками (длина доски) в 2 метра ¹⁾?

¹⁾ 1 куб. метр воды = 0,103 куб. саж. весит 1000 килогр. = 61 пуд.,
1 куб. сажень воды = 9,712 куб. метра весит 592,9 пуда = 9712 килограмм.

Для вычисления принимаем ширину (высоту) доски в 1 см. Давление воды на такую доску равно:

$$1,2 \cdot 0,01 \cdot 2 \cdot 1000 = 24 \text{ кг.}$$

Толщина доски определяется по вышеприведенной формуле:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{24 \cdot 200}{60,1}} = 7,8 \text{ сантиметра.}$$

Понятно, что при ширине доски в 2 или сколько угодно сантиметров толщина ее остается 7,8 сантиметров, так как такую доску можно рассматривать составленной из двух и более досок шириною в 1 сантиметр.

Расчет сечения вертикальных стоек, к которым прижимаются щиты затвора, производится по формулам:

$$x = 10 \cdot h \cdot \sqrt[3]{2,33b \cdot \left(1 - \frac{h}{l} + 0,4 \frac{h}{l} \cdot \sqrt{\frac{h}{l}}\right)} \text{ и } y = \frac{5}{7} \cdot x,$$

где x — толщина стойки в сантиметрах (сторона ее по течению воды),

h — напор воды в метрах,

b — расстояние между стойками в метрах,

l — длина стойки в метрах,

y — ширина стойки в сантиметрах (сторона ее поперек течения воды).

ПРИМЕР. $h = 1,6$ метра, $b = 2$ метра, $l = 2$ метра.

Какая должна быть толщина и ширина стоек?

$$\begin{aligned} \text{Толщина } x &= 10 \times 1,6 \times \sqrt[3]{2,33 \times 2 \cdot \left(1 - \frac{1,6}{2} + 0,4 \times \frac{1,6}{2} \cdot \sqrt{\frac{1,6}{2}}\right)} = \\ &= 16 \cdot \sqrt[3]{4,66 \cdot (0,2 + 0,28)} = 16 \cdot \sqrt[3]{2,24} = \\ &= 16 \times 1,31 = 21 \text{ сантиметров.} \end{aligned}$$

Ширина $y = \frac{5}{7} \cdot 21 = 15$ сантиметров.

Расчет верхнего горизонтального упорного бруса, к которому прикрепляются стойки, производится по следующим формулам.

При одной срединной стойке:

Горизонтальная сторона сечения бруса (толщина) $x = 1,80 \times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}}$ и $y = \frac{5}{7}x$,

где x — горизонтальная сторона сечения бруса (толщина) в сантиметрах,

h — высота напора в метрах,
 b — расстояние между стойками в метрах,
 L — длина верхнего упорного бруса в метрах,
 l — высота стойки в метрах (расстояние от нижнего кра-
ного бруса до верхнего упорного бруса),
 y — вертикальная сторона сечения бруса (высота).

При двух вертикальных стойках (не считая краевых), при чем расстояния между стойками и краевыми упорами горизон-
тального бруса равны:

$$x = 1,98 \times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}}.$$

При трех вертикальных стойках (не считая краевых), при чем расстояния между стойками и краевыми упорами горизон-
тального бруса равны:

$$x = 2,6 \times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}}.$$

Пример. Высота напора $h = 1,6$ метра, длина горизонталь-
ного упорного бруса $L = 8$ метров, расстояние между стойками
 $b = 2$ метра, высота стоек (расстояние от нижнего до верхнего
упорного бруса) $l = 2$ метра.

Толщина сечения верхнего упорного бруса (не принимая во
внимание тяжести человека, поднимающего щиты, для чего
устраивается отдельный мостик) в этом случае должна быть:

$$x = 2,6 \times 1,6 \times \sqrt[3]{\frac{2 \times 8}{2}} = 2,6 \times 1,6 \times 2 = 8,32 \text{ сантиметра.}$$

С М Е Т А ¹⁾

*на постройку водоступка простейшего типа в осушительном канале
с отверстием в 3 сажени*

¹⁾ Настоящая смета на исполненную работу приводится в подлинном виде без перевода на метрические меры.

ОПИСАНИЕ РАБОТ.

Основания к определению количества рабочих и материал. (Урочн. пол. для стр. раб.).

Для постройки водоспуска с отверстием в 3 саж., шпунтовыми рядами в 7 саж., полом в 5×3 кв. саж. и щитовыми затворами, потребно лесного материала: а) на шпунтовой ряд для свай бревен сосновых, длин. 3 саж., толщ. 7 вершков штук $7 \times 9,5 = 67$

§ 145-е.

б) для направляющих (рамных) брусьев, бревен, толщ. 6 вер., дл. 4 саж., — штук 4; с) для 16 направляющих круглых свай и 20 свай под раствернь в основании водоспуска, бревен с перерубкой пополам, дл. 4 саж., толщ. 6 в. — штук 18; д) для 14 свай, служащих для прикрепления обшивки (боковых стен водоспуска) бревен сосновых, дл. 3 саж., толщ. 6 вер., штук 14; е) для лежней растверки бревен дл. 3 саж., толщ. 6 вер., штук 5; ф) для короля бревно дл. 3 саж., толщ. 9 вер. — 1; г) для щитовых стоек бревен толщ. 6 верш., дл. 3 саж., штук 3; h) для насадки на стойках и шпунтовом ряду 2 бревна, толщ. 6 вер., длиной 4 саж., и) для щитов бревен дл. 3 саж., толщ. 8 вер., штук 3; k) для обшивки пластинами боков стен водоспуска на высоту 0,85 саж., бревен толщ. 6 вер., дл. 3 саж., штук 8 и толщиной 6 вер., дл. 4 саж., штук 4; l) бревно для половых $1\frac{1}{2}$ в. досок толщ. 8 вер., дл. 3 саж., штук 9 и дл. 4 саж. штук 5; m) для сделания двух стульев для складывания вынутых щитов бревен дл. 3 саж., толщ. 6 вер., штук 2 и длин. 4 саж. — 1 штука; n) для сделания копра потребно:

бревен дл. 4 саж., толщ. 7 в., шт. 2

” ” 4 ” ” 6 ” ” 2

” ” 3 ” ” 7 ” ” 1

” ” 3 ” ” 6 ” ” 5

§ 120-а.

А всего потребно бревен сосновых:

дл. 4 саж., толщ. 8 вер., шт. 5, весом 201,35 пуда

§ 674.

” 4 ” ” 7 ” ” 2 ” 62,72 ”

” 4 ” ” 6 ” ” 31 ” 740,90 ”

” 3 ” ” 8 ” ” 12 ” 344,40 ”

” 3 ” ” 7 ” ” 68 ” 1489,89 ”

” 3 ” ” 6 ” ” 37 ” 629,0 ”

155 штук, вес. 3467,25 пуда.

Для срубки вышеозначенного количества бревен потребно рабочих

$0,384 \times 5 + 0,294 \times 2 + 0,208 \times 31 + 0,268 \times 12 + 0,205 \times 68 + 0,15 \times 37 = 31,67$

§ 105.

О П И С А Н И Е Р А Б О Т .

Основания к определению количества рабочих и материал. (Урочн. пол. для стр. раб.)

Для вывозки по неустроенным лесным дорогам вышеозначенного количества леса, весом 3467,25 пуза, из среднего расстояния 6 верст, потребно подвод одноконных: $\frac{3467,25}{1000} \times 9,52 \times 1,6 = 33,03$

§ 679 и 687.

Для опилования с 3 сторон 67 бревен, дл. 3 саж., толщ. 7 вер., для шпунтовых свай потребно пильщиков: $67 \times 3 \times 0,17 \times 1,15 = 39,296$

§ 137-а и прим. 3.

Для опилования с 4 сторон короля, дл. 3 саж., толщ. 8 вер., потребно пильщиков: $3 \times 0,22 \times 1,33 = 0,88$

§ 137-а, прим. 3.

Для опилования для 5 щитовых стоек 5 бревен, дл. 3 саж., толщ. 6 вер. и для насадки на них и на шпунтовой ряд 2 бревен дл. 4 саж., толщ. 6 вер., потребно пильщиков: $0,22 (3 \times 3 + 2 \times 4) = 3,74$

§ 137-а.

Для распиливания на пластины 8 бревен, дл. 3 саж., толщ. 6 вер. и 4 бревен, дл. 4 саж., толщ. 6 вер., потребно пильщиков: $0,07 (8 \times 3 + 4 \times 4) = 2,8$

§ 137-а.

Для распиливания 9 бревен, дл. 3 саж., толщ. 8 вер. и 5 бревен, дл. 4 саж., толщ. 8 в. на $1\frac{1}{2}$ -верш. доски для пола потребно пильщиков: $0,32 \times 1,33 \times (9 \times 3 + 5 \times 4) = 20,05$

§ 137-а, прим. 3.

Для распиливания 2 бревен, дл. 3 саж., толщ. 8 вер. на 1-вер. доски для щитов потребно пильщиков: $0,37 \times 1,33 \times 2 \times 3 = 2,96$

§ 137-а, прим. 3.

Для распиливания 1 бревна, дл. 3 саж., толщ. 8 вер., на 4 бруска для сделания щитовых рам, потребно пильщиков: $0,32 \times 1,33 \times 3 = 1,28$

§ 137-а, прим. 3.

Для опилования с двух сторон лежней в числе 7 штук бревен (считая и 2 рамных брусков), дл. 3 саж., толщ. 6 вер., потребно пильщиков: $0,12 \times 7 \times 3 = 2,52$

§ 137-а.

А всего потребно пильщиков: 73,526

На притеску боков 36 круглых свай, дл. 2 саж. с перерубкой пополам 18 бревен, дл. 4 саж., толщ. 6 вер., с их заострением и для притески боков и для заострения 14 круглых свай, дл. 3 саж., толщ. 6 вер., потребно плотников: $0,15 \times 18 + 36 \times 2 \times 0,036 + 36 \times 0,06 + 14 \times 3 + 0,036 + 0,06 \times 14 = 7,374$

§ 140, § 135.

На вынутые шпунта и гребня в 67 брусках для шпунтовых свай, дл. 3 саж., потребно плотников: $(0,055 \times 0,066) \times 3 \times 67 = 23,958$

§ 138-6 и в.

Для заострения 67 свай потребно плотников: $0,07 \times 67 = 4,69$

§ 140.

Для сделания копра потребно плотников — 14

§ 120.

Потребное количество.		Материалов.	СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.			Единицы.		ВСЕГО.		
Пеших.	Конных.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
	52,80		1	40	73	92	
73,526			1	40	102	94	

О П И С А Н И Е Р А Б О Т .	Основания к определению количества рабочих и материал. (Урочн. пол. для стр. раб.).
<p>Для забивки в грунт на 2 с 50 круглых свай для направляющих брусьев, лежней и прикрепления обшивки в иловатом грунте потребно рабочих дней: $\frac{51 \times 2}{14} = 7$</p>	§ 141-6.
<p>Для сего необходимо закоперщиков - плотников: $7 \times 2 = 14$, рабочих $7 \times 25 = 175$</p>	
<p>Для забивки на 2 саж. 67 шпунтовых свай, потребно рабочих дней: $\frac{67 \times 2}{14 \times 0,75} = 12,76$</p>	§ 145-ж и 141-6.
<p>или плотников - закоперщиков $12,76 \times 2 = 25,52$ и рабочих $12,76 \times 25 = 319$</p>	
<p>Для положення ряжевых брусьев $7 \times 2 = 14$ пог. саж. потребно плотников: $14 \times 0,25 = 3,5$</p>	§ 145-е.
<p>Для уравниения верха свай под ватерпас с нарубанием гребня и шипов и положением насадки потребно плотников: $14 \times 0,4 = 2,8$</p>	§ 145-д.
<p>На укрепление короля, дл. 3 саж., потребно плотников: $3 \times 0,5 = 1,5$ и рабочих $3 \times 0,33 = 0,99$</p>	§ 253.
<p>Для сделания растверка 5×3 пог. саж. потребно плотников: $0,2 \times 15 = 3$</p>	§ 149.
<p>Для настилки 5×3 саж. пола шлюза и $5 \times 3 \times 0,85 = 8,5$ кв. саж. стен водоспуска, а всего $23,5$ кв. саж., потребно плотников: $1,3 \times 23,5 = 30,55$</p>	§ 256.
<p>Гвоздей 7-дюймовых полукозачьих $23,5 \times 72 = 1692$ штук, весом $\frac{1692}{120} = 14,1$ пуд., а с прибавлением 5%</p>	§ 257, § 24.
<p>Для перепиливания 3 бревен, толщ. 6 вер., дл. 3 саж., для 5 щитовых стоек и 7 досок, дл. 3 саж., толщ. 2 дюйм. на 4 щита, потребно плотников: $0,012 \times 3 + 7 \times 3 \times 0,007 = 0,183$</p>	§ 135-д и 139-в.
<p>Для вынута четвертей в 5 стойках для 4 щитов при длине стоек 1,25 саж. и для сделания на них шипов и гнезд в насадке и в пороге, потребно плотников: $1,25 \times 4 \times 0,044 + 5 \times 2 \times 0,1 = 1,22$</p>	§ 138-а и д.
<p>Для обшивки досками 4 щитов общей площадью $0,8 \times 0,6 \times 4 = 1,92$ кв. саж., потребно плотников: $1,92 \times 1,25 = 2,40$</p>	§ 249.
<p>Гвоздей брусковых 7-дюймов. $1,92 \times 72 = 138$ штук, весом $\frac{138}{400} = 0,345$ пуда, а с прибавл. 5%</p>	по расчету

Потребное количество.		Материалов.	СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих.			Единицы.		ВСЕГО.		
Конных.	Пеших.		Рубли.	Коп.	Рубли.	Коп.	
			—	60	105	—	
			—	60	191	40	
			—	60	—	59	
		14,8 пуд.	2	75	40	70	
		0,36 пуд.	3	10	1	12	

О П И С А Н И Е Р А Б О Т .	Основания к определению количества рабочих и материал. (Урочн. пол. для стр. раб.).
<p>Для сделания рам для 4 щитов с общей площадью $0,8 \times 0,4 \times 4 = 1,28$ кв. саж. потребно плотников: $1,48 \times \frac{1,28}{2} = 0,95$</p>	Прим. § 204-в.
<p>Для сделания 8 стульев с 4 насадками для щитов, потребно плотников: $8 \times 0,25 = 2$</p>	§ 152.
<p>А всего потребно плотников: 140,445</p>	
<p>Для вынутаия, под площадь пола со дна канала, из средней глубины $0,7 + 0,15 = 0,85$ саж. объема земли $5,6 \times 0,3 \times 3,2 = 5,376$ куб. саж. и для положения рамных брусьев вдоль шпунтового ряда или средней глубины $\frac{0,85}{2} = 0,42$ саж. объема земли $(7,2 - 3,2) \times 0,4 \times 0,85 = 1,36$ куб. саж. земли с устройством перемычек и водоотлива, потребно землекопов: $5,376 \times 11 + 1,36 \times 2 = 61,856$</p>	§ 29-в и 30-б.
<p>Для обратной засыпки примерно $4 \times 0,3 \times 0,75 + 4,5 \times 2,5 \times 0,1 = 2,025$ куб. саж. земли с плотной утрамбовкой, потребно землекопов: $2 \times 2 = 4$</p>	§ 44-а.
<p>На вспомогательные расходы прибавляется 3%</p>	§ 7.
<p><i>Смета составлена</i></p>	

Потребное количество.		СТОИМОСТЬ.				ПРИМЕЧАНИЯ.
Рабочих		Единицы.		ВСЕГО.		
Конных.	Пеших.	Рубл.	Коп.	Рубл.	Коп.	
140,445		1	50	210	67	По справочным ценам за месяц г. по уезду.
61,856		1	20	74	23	
4		1	20	4	80	
	Итого .			824	37	
				24	73	
	Всего .			849	10	

ПЕРЕПАДЫ.

Перепады на осушительных каналах устраиваются на участках, продольный уклон которых превышает допускаемую для данного грунта и водосбора величину (см. главу — Уклон дна канав). В этом случае создание падения воды с высоты 0,5 — 0,7 метра на укрепленное ложе в одном пункте канала дает возможность придать на остальном протяжении дну канала безопасный для размыва уклон.

Типы перепадов на осушительных каналах в СССР являются практически недостаточно разработанными вследствие редкого применения их. Слабость надзора и ремонта в условиях экстенсивного лесного и лугового хозяйства заставляла стремиться обойтись без перепадов, допуская, в случае необходимости, больший продольный уклон канав. Обычно указываемые типы укреплений дна камнем, фашинами и досками изображены на рис. 132, 133 и 134.

УСТРОЙСТВО ДОРОГ НА БОЛОТЕ.

Лишь плотный сухой торфяной грунт выдерживает тяжесть лошади и воза и потому допускает вывоз сена с болота в летнее сухое время; обычно же даже на осушенных редкою сетью канав болотах, скошенное сено складывается на месте в копны, стога, которые вывозятся с болота в зимнее время.

Поэтому в случае необходимости регулярного проезда по канализованному болоту является необходимым устройство искусственной дороги по торфяному грунту и постройка мостов через прорытые канавы. Искусственная дорога через болото называется в центральных губерниях „гатью“, а в западных губерниях — „греблю“.

Так как осушение болота связано с более интенсивным, чем до осушения, использованием угодия, то необходимость в одновременном устройстве дорог для регулярного проезда по болоту всегда является.

Линию дороги надлежит по возможности намечать: 1) по местам наименьшей глубины торфа, так как в таких местах меньше осадка болота, и, кроме того, возможно извлечение из-под торфа песка на устройство полотна дороги, 2) по зарослям леса и кустар-

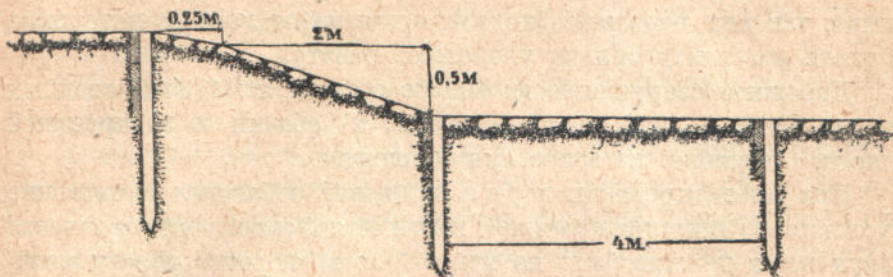


Рис. 132.

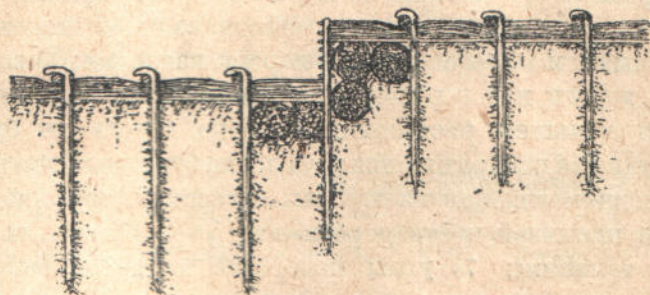


Рис. 133.

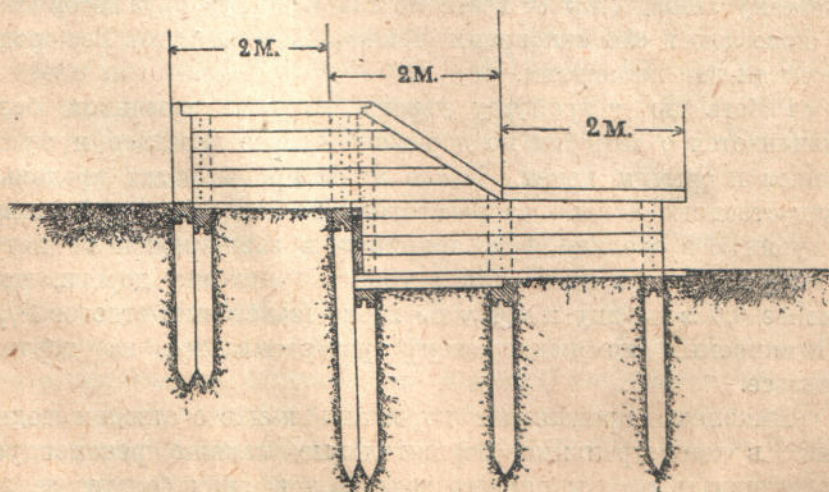


Рис. 134.

ника, так как подвоз необходимого для работ лесного материала издали по болоту сильно удорожает работу.

Дорожное сооружение на болоте состоит из: 1) водоотводных канав вдоль дороги по обе стороны, 2) обочин и 3) проезжей части, состоящей из основания и одежды.

При проектировании дороги надлежит соблюдать следующие условия: 1) ширина проезжей части для возможности разъезда двух возов должна быть не менее 5 м; 2) полотно дороги желательно устраивать с продольными уклонами не менее 0,005; 3) для стока воды в поперечном направлении надлежит полотну давать выпуклость не менее $\frac{1}{50}$, т.-е. при ширине полотна в 5 м середина его должна возвышаться над краями не менее как на 0,1 м; 4) обеспеченность отвода воды от полотна дороги продольными и пересекающими дорогу канавами; 5) возвышение полотна дороги над горизонтом вод в канавах не менее как на 1 м; при меньшем расстоянии полотно дороги не будет просыхать, так как испаряющаяся вода легко будет замещаться капиллярно поднимающейся из канавы; 6) осадку торфяного грунта болота и насыпной части дороги на $\frac{1}{5}$ от общей их первоначальной толщины; 7) углы поворотов в 120° и более не требуют закруглений пути; при более крутых поворотах полотно дороги делать с закруглением радиуса 10—20 м; 8) сила тяги средней лошади равна 64 килограммам, коэффициент сопротивления экипажа движению на дурной грунтовой дороге—0,10; поэтому лошадь может везти по такой дороге груз весом вместе с повозкою в 640 килограмм (так как $640 = 64 \times 10$). Вес средней лошади 320 килограмм.

Работа по устройству дороги на канализованном болоте начинается с вырубki по дорожной полосе деревьев и кустарников и срытия кочек. После этого прорываются продольные водоотводные канавы на расстоянии не менее 12 м край от края, глубиною в среднем 1 м, шириною в зависимости от потребности в торфе и песке для устройства полотна дороги, но не менее 0,6 м по дну и 3,6 м по верху (заложение откосов $1\frac{1}{2}:1$). Вынимаемый из канав торф разбрасывается на дорожной полосе.

Выкопкою продольных дорожных канав с отводом воды из них в магистральные осушительные канавы рекомендуется заканчивать работы первого года на торфяном болоте; за зиму и весну осушенная толща торфа значительно уплотнится осадкою,

чем предохранится расстройство искусственного полотна дороги в будущем.

Проезжая часть дороги, шириною 5 — 6 метров, устраивается трех основных типов:

1) Легкий тип сеновозных дорог. На разровненную вынутую из канав землю укладывается лучше всего ивовый, березовый или ольховый и, в крайнем случае, хвойный хворост, слоем при уплотнении в 20 сантиметров (рис. 135); на хворост набрасывается слой торфа возможно смешанного с песком, вынимаемого из продольных канав, для чего увеличивают ширину этих канав насколько окажется необходимым для извлечения нужного объема земли; этот слой земли старательно разравнивают и усиленно трамбуют, чтобы он заполнил промежутки между хворостом. На этот слой затем насыпается и трамбуется одежда проезжей



Рис. 135.

части дороги толщиной до 18 см по возможности из песка, привозимого со стороны. В предупреждение расползания насыпи в сторону, проезжая часть дороги перед насыпкой ее с обеих сторон ограничивается продольными бревнами, закрепляемыми в своем положении кольями, или ограждается плетнем на кольях. На устройство одного километра такой гати требуется около 1100 рабочих дней землекопов, 400 чернорабочих, 200 подвод с проводниками; при этом на рубку куб. м хвороста с укладкою в штабеля полагается рабочих от 0,1 до 0,24.

2) Средний тип дороги местного значения. Основание дороги делается из фашин длиною не менее 6 метров, среднего диаметра 30 сантиметров, укладываемых плотно друг к другу, поперечно к направлению дороги (рис. 136). Для придания середине полотна дороги выпуклой формы под среднюю часть слоя фашин подкладывают хворост. Тонкий слой хвороста кладется и на фашины для выравнивания поверхности их. На фашины набрасывается и трамбуется слой земли — торфа толщиной около 13 сантиметров, на который высыпается песчаная верхняя

одежда дороги толщиной до 18 сантиметров, также с утрамбовкою.

Вдоль краев насыпи желательно укладывать продольные фашины или бревна, удерживаемые на месте забиваемыми в грунт кольями. Изготовление фашин у нас еще не привилось среди населения, и потому такие дороги устраиваются лишь при участии техников и рабочих-специалистов. Для связки



Рис. 135.

применяемых в дорожном деле двухкомельных фашин употребляется ивовый, ольховый и березовый хворост; прочнее всего фашины из ивового хвороста.

3) Тяжелый тип проезжей дороги общего пользования на глубоком болоте. Основание делается из продольных лежней, укладываемых вдоль дороги на расстоянии 1 метра друг от друга и вдавливаемых в грунт (рис. 137); на лежни, поперек дороги, кладется сплошной настил из жердей диам. 6 сантиметров по-

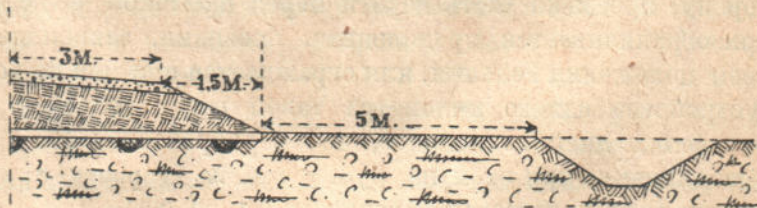


Рис. 137.

переменно комлями в одну и в другую стороны. Жерди для прочности схватываются ивовым канатом и частью прибиваются к лежням. На такой жердяной ростверк кладется тонкий слой хвороста, и затем насыпается и утрамбовывается слой земли толщиной 40 см, на который насыпают песчаную одежду. Вдоль полотна, с краев его, кладутся продольные бревна для предохранения одежды от расплзания и смыва. Тип этот смотря

по надобности можно усиливать еще слоем фашин или хвороста на первой насыпке над жердями.

При выборе типа дороги через болото следует иметь в виду, что пропускная способность всей дороги определяется худшим ее участком, поэтому, если болото пересекается дорогой плохого качества и за пределами болота, то бесцельно производить большие затраты на устройство через болото гати наиболее прочного типа.

Смета на устройство гати длиной 1 километр среднего типа, шириною проезжей части в 5 м составляется по Урочному Положению в следующем порядке:

1) — Для выкопки в два приема 2000 пог. м осушительных продольных канав средней глубиной 0,70 м, шириною по дну 4,27 м, ширин. по верху 6,40 м, с выкидкой грунта на полотно дороги и разравниванием его, всего 7448 куб. м, потребно землекопов:

$$(2 + 0,5) \times 745 = 1865 \text{ (по § 30-б и 43-б Урочн. Пол.)}$$

2) — Для заготовки хвороста и вязки из него 3500 штук двукомельных фашин длиной 6,4 м, толщиной 30 см, с перевязкою через каждый метр, потребно рабочих:

$$0,12 \times 1,5 \times 3500 = 630 \text{ (по § 84-б)}$$

Потребно хвороста:

$$0,15 \times 3500 = 1750 \text{ куб. м (по § 84)}$$

3) — Для заготовки хвороста для кладки тонким слоем под фашины и на фашины, всего 500 куб. м, и для расстилки его по полотну дороги потребно рабочих:

$$(1 \times 50) + (0,2 \times 50) = 60 \text{ (по § 82 и 645)}$$

4) — Для подвозки 3500 фашин вышеуказанного размера и хвороста к месту устройства гати, всего $1750 + 500 = 2250$ куб. м на расстояние 1-го километра потребно подвод одноконных:

$$\frac{125 \times 225}{10,0} \times 2,1 = 59,07 \text{ (по § 673-д и 676)}$$

5) — Для укладки фашин с присыпкою и утрамбовкою земли потребно рабочих: $0,05 \times 3500 = 175$ (по § 89-а).

6) — Для отрытия и подвозки из расстояния в один километр песчаного грунта на устройство верхней одежды дороги толщиной 18 сантиметр. потребуется:

земли:

$$0,18 \times 5 \times 1000 = 900 \text{ куб. м.}$$

землекопов на вырытие земли:

$$1 \times 90,0 = 90 \text{ (по § 30-а),}$$

подвод одноконных на подвозку:

$$\frac{1000 \times 90}{1000} \times 2,1 = 189 \text{ (по § 673-б и 676).}$$

7) — Для разравнивания и утрамбовки по полотну дороги подвезенных 90 куб. м песчаного грунта потребно землекопов:

$$90 \times 0,5 = 45 \text{ (по § 43-б).}$$

Всего на устройство одного км гати, среднего типа по Урочному Положению потребно: землекопов — 2000, рабочих — 865, подвод одноконных — 248, хвороста 4000 куб. м, земли песчаной — 900 куб. м.

Подпор.

Осушение болота обычными средствами возможно только в том случае, когда обеспечен свободный сток воды с него; между тем очень часто самое заболачивание речных долин и прилегающих к ним площадей вызывается искусственным повышением горизонта воды в реке мельничною плотиною, высоким заложением дна труб под дорожными насыпями, узким отверстием моста и пр. Все эти сооружения, препятствуя свободному движению воды в русле, вызывают искусственное поднятие ее горизонта, каковое явление называют подпором; разность горизонтов при свободном движении воды и при подпоре в данной точке называется высотой подпора, расстояние же от места стеснения русла реки до той точки, где высота подпора равна нулю, называется длиной подпора. Как бы мал ни был расход воды через плотину, трубу и т. д., все же поверхность воды перед сооружением, вызывающим подпор, не может быть горизонтальна, ибо при горизонтальной поверхности движения воды нет, как, напр., в непроточном пруде. Если же поверхность воды перед плотиною не может быть горизонтальна, то и высота

подпора в какой-либо точке на некотором расстоянии от плотины будет больше, чем разность горизонта воды у плотины и бывшего горизонта воды в данной точке при свободном движении воды, и самый подпор распространится на расстояние большее, чем то было бы при горизонтальной поверхности воды. Поэтому выводя, напр., осушительный канал в реку, русло коей переполнено водою, нельзя принимать, что ущерб от этого для цели осушения распространится по каналу на длину только $\frac{h}{J} = l$, где h — расстояние нормального горизонта воды в канале от поверхности подпруженного горизонта, а J — уклон дна канала; подпор рекою распространится на расстояние значительно большее. Теоретически поверхность подпруженной воды сливается с поверхностью воды свободно текущей в расстоянии



Рис. 138.

бесконечно далеко; для практических же целей длина подпора и прочие вопросы о подпоре решаются с конечными результатами по двум наиболее распространенным формулам¹⁾.

$$\text{Рюльмана: } l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right] \text{ и}$$

$$\text{Толкмита: } l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{a+h}{a}\right) - f\left(\frac{a+z}{a}\right) \right],$$

где l — расстояние от запруды,

a — глубина воды в реке (канале) до устройства запруды или глубина воды в русле ниже существующей запруды,

J — уклон поверхности воды до устройства запруды,

h — подпор воды у запруды (разность горизонтов воды перед и за плотину),

z — подпор воды на расстоянии l от запруды (рис. 138).

¹⁾ Подробно, с указанием других формул, вопрос о кривых подпора изложен в книге „О неравномерном движении жидкости в открытом русле“. В. А. Бахметев, 1912.

Буква f — сокращенное слово: „функция“, и выражения $f\left(\frac{h}{a}\right)$ и $f\left(\frac{z}{a}\right)$ надо читать: „функция от $\frac{h}{a}$ (или от $\frac{z}{a}$)“, т. е. величина, зависящая от отношения h к a , от отношения z к a .

Эта зависимость выясняется при выведении формул Рюльмана и Толкмита, и для облегчения вычислений оба автора дают таблицы, по которым непосредственно по величинам $\left(\frac{h}{a}\right)$ и $\left(\frac{a+h}{a}\right)$ находятся значения функций этих величин $f\left(\frac{h}{a}\right)$ или $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$.

Помощью приведенных выше формул решаются три основные задачи о подпоре.

1) Высота подпора у плотины $= h = 0,8$ метра, глубина воды в реке (канале) до устройства плотины $= a = 2$ метра, уклон не запруженной воды $J = 0,0005$.

Какова длина подпора? Или иначе, на каком расстоянии l от плотины подпор z равен 0?

По Рюльману:

при $z = 0$, $\frac{z}{a} = 0$, $f\left(\frac{z}{a}\right) = 0$, и формула принимает вид:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - 0 \right]; \quad \frac{a}{J} = \frac{2,0}{0,0005} = 4000,$$

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = f\left(\frac{0,8}{2}\right) = f(0,4)$$

по таблице Рюльмана, при $\frac{h}{a} = 0,4$,

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = 1,512,$$

а потому:

$$l = 4000 \times 1,512 = 6048;$$

аналогично по Толкмиу:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{a+h}{a}\right) \right] = 4000 \cdot f\left(\frac{2,0+0,8}{2,0}\right) = 4000f(1,40),$$

$$f(1,40) = 1,262,$$

$$l = 4000 \times 1,262 = 5048 \text{ метров.}$$

2) Те же данные. На каком расстоянии l от плотины высота подпора z равна 0,1 метра?

ТАБЛИЦА РЮЛЬМАНА.

$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$
0,01	0,0067	0,31	1,3610	0,61	1,8112	0,91	2,1800
0,02	0,2444	0,32	1,3789	0,62	1,8243	0,92	2,1916
0,03	0,3863	0,33	1,3964	0,63	1,8373	0,93	2,2032
0,04	0,4889	0,34	1,4136	0,64	1,8503	0,94	2,2148
0,05	0,5701	0,35	1,4306	0,65	1,8631	0,95	2,2264
0,06	0,6376	0,36	1,4473	0,66	1,8759	0,96	2,2380
0,07	0,6958	0,37	1,4638	0,67	1,8887	0,97	2,2496
0,08	0,7482	0,38	1,4801	0,68	1,9014	0,98	2,2611
0,09	0,7933	0,39	1,4962	0,69	1,9140	0,99	2,2725
0,10	0,8353	0,40	1,5119	0,70	1,9266	1,00	2,2839
0,11	0,8739	0,41	1,5275	0,71	1,9392	1,10	2,3971
0,12	0,9098	0,42	1,5430	0,72	1,9517	1,20	2,5000
0,13	0,9434	0,43	1,5583	0,73	1,9641	1,30	2,6171
0,14	0,9751	0,44	1,5734	0,74	1,9765	1,40	2,7264
0,15	1,0051	0,45	1,5884	0,75	1,9888	1,50	2,8337
0,16	1,0335	0,46	1,6032	0,76	2,0010	1,60	2,9409
0,17	1,0608	0,47	1,6179	0,77	2,0132	1,70	3,0458
0,18	1,0869	0,48	1,6324	0,78	2,0254	1,80	3,1508
0,19	1,1119	0,49	1,6468	0,79	2,0375	1,90	3,2553
0,20	1,1361	0,50	1,6611	0,80	2,0495	2,0	3,3594
0,21	1,1595	0,51	1,6753	0,81	2,0615	2,1	3,4631
0,22	1,1821	0,52	1,6893	0,82	2,0735	2,2	3,5564
0,23	1,2040	0,53	1,7032	0,83	2,0855	2,3	3,6694
0,24	1,2254	0,54	1,7170	0,84	2,0975	2,4	3,7720
0,25	1,2461	0,55	1,7308	0,85	2,1095	2,6	3,9768
0,26	1,2664	0,56	1,7444	0,86	2,1213	2,8	4,1808
0,27	1,2861	0,57	1,7589	0,87	2,1331	3,0	4,3843
0,28	1,3054	0,58	1,7714	0,88	2,1449	3,5	4,8891
0,29	1,3243	0,59	1,7848	0,89	2,1567	4,0	5,3958
0,30	1,3420	0,60	1,7980	0,90	2,1683	4,5	5,8993
$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$

ТАБЛИЦА ТОЛКМИТА.

$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$
1,00	- 00	1,16	0,865	1,37	1,221	1,90	1,850
1,005	- 0,102	1,17	0,887	1,38	1,235	1,95	1,904
1,01	+ 0,074	1,18	0,908	1,39	1,249	2,00	1,957
1,015	0,179	1,19	0,928	1,40	1,262	2,1	2,063
1,02	0,254	1,20	0,948	1,41	1,276	2,2	2,168
1,025	0,313	1,21	0,967	1,42	1,289	2,3	2,272
1,03	0,362	1,22	0,985	1,43	1,302	2,4	2,376
1,035	0,403	1,23	1,003	1,44	1,315	2,5	2,478
1,04	0,440	1,24	1,021	1,45	1,328	2,6	2,581
1,045	0,473	1,25	1,038	1,46	1,341	2,7	2,683
1,05	0,502	1,26	1,055	1,47	1,354	2,8	2,785
1,06	0,554	1,27	1,071	1,48	1,367	2,9	2,886
1,07	0,599	1,28	1,087	1,49	1,379	3,0	2,988
1,08	0,639	1,29	1,103	1,50	1,392	3,5	3,492
1,09	0,675	1,30	1,119	1,55	1,453	4,0	3,995
1,10	0,708	1,31	1,134	1,60	1,513	4,5	4,496
1,11	0,738	1,32	1,149	1,65	1,571	5,0	4,997
1,12	0,766	1,33	1,164	1,70	1,628	6,0	5,998
1,13	0,793	1,34	1,178	1,75	1,685	8,0	7,999
1,14	0,818	1,35	1,194	1,80	1,740	10,0	10,000
1,15	0,842	1,36	1,207	1,85	1,795	S	S
$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$

По Рюльману:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right],$$

$$l = \frac{2}{0,0005} \left[f\left(\frac{0,8}{2,0}\right) - f\left(\frac{0,1}{2,0}\right) \right],$$

функция от $\frac{0,1}{2,0}$ равна по таблице 0,570,

$$l = 4000 (1,512 - 0,570) = 3768 \text{ метров};$$

аналогично по Толкмиту:

$$l = 4000 \left[1,262 - f\left(\frac{2,0 + 0,1}{2,0}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{2,0 + 0,1}{2,0}\right) = f(1,05) = 0,502,$$

$$l = 4000(1,262 - 0,502) = 3040 \text{ метров}.$$

3) Те же данные. Какова высота подпора на расстоянии 3601 метра от плотины?

По Рюльману:

$$3600 = 4000 \left[1,512 - f\left(\frac{z}{a}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{z}{a}\right) = 1,512 - \frac{3600}{4000} = 0,612,$$

$$\frac{z}{a} = 0,055 \text{ (по таблице)},$$

$$z = 0,055 \cdot 2,0 = 0,11 \text{ метра}.$$

По Толкмиту:

$$3600 = 4000 \left[1,262 - f\left(\frac{a+z}{a}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{a+z}{a}\right) = 1,262 - \frac{3600}{4000} = 0,362,$$

$$\frac{a+z}{a} = 1,03 \text{ (по таблице)},$$

$$a = 1,03 \cdot 2,0 - 2,0 = 0,06 \text{ метра}.$$

Из рассмотрения примеров видно, что формула Толкмита дает величины подпора меньшие, чем формула Рюльмана; это

вытекает из вывода формул: Рюльман в основание вывода принял прямоугольную форму сечения русла, Толкмит же — параболическую, т.-е. расширяющуюся кверху форму русла.

Частный случай.

При $\frac{h}{a} =$ от 0,60 до 1,00, $f\left(\frac{h}{a}\right)$ равна, по Рюльману, от 1,80 до 2,28, т.-е. близка к 2, тогда по формуле Рюльмана:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right] = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - 0 \right] = \frac{a}{J} \cdot 2,$$

т.-е. длина подпора при этих условиях вдвое более, чем она была бы при стоячей воде.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВЕДЕННЫХ ОСУШИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.

Экономические результаты осушительных работ в Минской губернии ¹⁾.

Площадь Минской губернии по податным материалам 1897 г. с добавлением земель монастырских, церковных и казенных (по обследованию Центр. Стат. Ком. в 1887 году) составляла 8 435 980 десятин = 81 115 квадратных верст = 92 309 кв. километров, из коих неудобных земель 15 472 кв. версты, или 19% от всей площади. Неудобные земли представляют собою преимущественно луговые болота в широких долинах рек и речек и частично моховые болота.

Находясь в центре обширного района, называемого Полесьем Минская губерния естественно сосредоточила на себе преимущественное внимание бывшей Западной Экспедиции по осушению болот.

Осушительные работы в Полесье начаты были Западной Экспедицией с 1873 года и велись интенсивно, кончая 1897 годом, за каковой период устроено было 4 672 килом. каналов и расчищено 136 килом. речек. Затрачено было на канализацию собственно 3 083 746 рублей, что составляет 660 рублей на 1 километр сооруженных каналов; все же расходы Экспедиции за этот период составили 4 780 609 рублей, считая в том числе содержание личного состава, накладные и канцелярские расходы, метеорологические наблюдения, нивелировку и бурение, канализацию, мосты, водоспуски и культуру болот. Деля общий расход на протяжении устроенной канализации, получаем, что

¹⁾ Бывшая Минская губерния ныне распределилась между Белорусской ССР, Польшей и Гомельской губ.

1 километр каналов обошелся со всеми накладными расходами в 994 рубля.

В пределах Минской губернии по 1-е января 1911 года устроено каналов 3 681 километр, из коих по казенным землям проходило 1 482 километра, что, принимая во внимание вычисленную выше среднюю стоимость проведения 1 километра канала вместе с накладными расходами в 994 рубля, должно составить общий расход в 1 473 000, или, округляя, 1 500 000 рублей; расход же собственно на канализацию казенных дач Минской губернии, считая по 660 рублей за километр канала, составил только 978 120 рублей, или приблизительно 1 000 000 рублей.

Развитие осушительных работ Западной Экспедиции видно из нижеследующей таблицы произведенных за отдельные периоды расходов на канализацию собственно:

	В среднем в год:	
1874 — 1880 г. г.	673 517 руб. 60 коп.	96 217 руб.
1881 — 1890 „ „	1 363 252 „ — „	136 325 „
1891 — 1897 „ „	1 046 976 „ 50 „	149 568 „
	<hr/> 3 083 746 руб. 10 коп.	

За время с 1897 года затраты были незначительны, и работы состояли преимущественно в углублении и уширении ранее устроенных каналов. Так, по Минской губернии Экспедицией за 1898—1902 годы затрачено, не считая личного состава, 132 488 руб., или в год 26 498 рублей, а Минским Управлением земледелия и государственных имуществ за 1903—1909 годы затрачено на устройство новых каналов и на коренной и беглый ремонт существующих каналов — 155 938 руб. 11 коп., или в год, в среднем, 22 277 рублей.

Вопрос о рациональности произведенных Экспедицией затрат на осушительные работы разбирался не раз, но веледствие трудности собирания и обработки конкретного цифрового материала оставался до последнего времени предположительным, т.-е. не выраженным в цифрах, и потому, хотя благоприятный результат работ и признавался почти всеми неоспоримым, могли быть и действительно были сомнения в том, настолько ли велики эти благоприятные результаты, чтобы окупить все произведенные на осушение затраты.

Суждение о результатах осушительных работ на землях крестьян и б. частных лиц может быть приведено и в настоя-

щее время за отсутствием специальных исследований только в весьма общем виде, — именно, к тому, что указано в Очерке работ Западной Экспедиции, следует добавить еще ряд цифр из записки бывшего минского губернатора Я. Эрдели (1910 г.), иллюстрирующих весьма благоприятные результаты, достигнутые осушением. Так, при сравнении площади неудобных земель по данным Центрального статистического комитета за 1881 год и по данным податных инспекторов за 1897 год оказывается:

неудобных земель в районе осушения:

	1881 г.	1897 г.
Речицкий уезд	33,4 ⁰ / ₀	21,3 ⁰ / ₀
Мозырский „	33,8 ⁰ / ₀	30,0 ⁰ / ₀
Бобруйский „	22,4 ⁰ / ₀	16,0 ⁰ / ₀

неудобных земель вне района осушения:

	1881 г.	1897 г.
Новогрудский уезд	7,5 ⁰ / ₀	6,9 ⁰ / ₀
Минский уезд	7,3 ⁰ / ₀	7,4 ⁰ / ₀
Пинский „	26,5 ⁰ / ₀	28,8 ⁰ / ₀
Слуцкий „	10,4 ⁰ / ₀	9,6 ⁰ / ₀

т.-е. по официальным данным процент неудобных земель в районе осушения заметно уменьшился, тогда как вне района осушения остался без изменения; площадь же сенокосов по тем же официальным сведениям изменилась следующим образом:

В районе осушения значилось сенокосов:

	1881 г.	1897 г.
Речицкий уезд	12,9 ⁰ / ₀	21,5 ⁰ / ₀
Мозырский „	8,7 ⁰ / ₀	14,3 ⁰ / ₀
Бобруйский „	11,8 ⁰ / ₀	19,0 ⁰ / ₀

Вне района осушения значилось сенокосов:

	1881 г.	1897 г.
Новогрудский уезд	20,8 ⁰ / ₀	19,2 ⁰ / ₀
Минский уезд	15,2 ⁰ / ₀	13,0 ⁰ / ₀
Пинский „	18,5 ⁰ / ₀	19,4 ⁰ / ₀
Слуцкий „	25,9 ⁰ / ₀	22,2 ⁰ / ₀

т.-е. в то время как вне района осушения площадь сенокосов несколько уменьшилась, в районе осушения она увеличилась и притом настолько приблизительно, насколько уменьшилась

площадь неудобных земель в том же районе; это последнее обстоятельство указывает на то, что болота в губернии после канализации обращаются в сенокосы.

В связи с увеличением площади культурных земель осушительные работы в губернии содействовали и общему подъему экономического благосостояния населения, в частности развитию скотоводства. Согласно упомянутой записке Я. Эрдели, до осушения Полесья в Минской губернии имелось лошадей 130 000 шт. и крупного рогатого скота 463 000 штук, а в 1910 году по сведениям Статистического комитета было лошадей 379 655 штук и крупного рогатого скота 1 064 924 штуки. В частности у крестьян до осушения считалось лошадей 89 338 штук и крупного рогатого скота 396 009 штук, в настоящее же время имеется лошадей 265 139 штук и крупного рогатого скота 759 569 штук. При этом весьма характерно, что увеличение количества рогатого скота от 2 до 4 раз наблюдается исключительно в тех южных уездах, где производились осушительные работы, а в северных уездах количество рогатого скота, приходящееся на двор не только не увеличилось, но даже уменьшилось; количество лошадей увеличилось также гораздо более значительно в южных уездах, чем в северных; в первых оно увеличилось в 2 — 3 раза, а во вторых почти не изменилось.

Увеличение количества скота отразилось, в свою очередь, на повышении урожайности земель, что обнаруживается очень заметно в тех уездах, где производились осушительные работы. Так, урожай ржи составил¹⁾:

	Наделные земли:	
	1883 — 87 гг.	1895 — 99 гг.
	сам	сам
Речицкий уезд	3,8	4,4
Мозырский уезд	4,1	4,3
Бобруйский уезд	3,5	3,9
среднее же по губернии	3,9	4,1

т.е. урожай возрос по счету на „сам“ в районе канализации в среднем на 0,4, а во всей губернии на 0,2. Осушительные работы, создав совершенно новые ценности из непроизводительных до того земель, увеличили общее благосостояние государства на несколько миллионов рублей.

¹⁾ Ястремский. Съезд податных инспекторов. 1903 г., стр. 108.

О результатах осушительных работ в казенных дачах Минской губернии после произведенного в 1910 году специального исследования этого вопроса гидротехнической частью при Минском управлении земледелия и государственных имуществ имеются теперь достаточно точные цифровые данные, представленные в центральные учреждения 6. Главного управления землеустройства и земледелия ¹⁾. Для этой цели были обработаны годовые отчеты лесничих за последние 39 лет, начиная с 1871 года. За этот период как форма отчетов, так и состав лесничеств и дач неоднократно менялись. В 1871 году общая площадь казенных земель в Минской губернии, состоявших в единственном владении казны, составляла 700.133 гектара, а вместе со спорными—1036 720 гект., и была распределена по 13 лесничествам; в 1881 году—726830 гект., а со спорными—918900 гект., при 15 лесничествах; в 1891 году вместе со спорными состояло 874145 гект. при 18 лесничествах; в 1901 году в единственном владении казны состояло 603515 гект. при 28 лесничествах, и в 1909 году в единственном владении казны было 604140 гект. при 32 лесничествах. В 1898 году четыре Борисовских лесничества, площадью около 153 000 гект., были перечислены в великокняжеские имения.

Состав дач оставался за то же время более постоянным, и потому в вычислениях положена в основу доходность не лесничеств, а дач. Все дачи, доходность и состав которых можно было проследить с 1871 года, вошли за единичными, обнаружившимися впоследствии, случайными пропусками в нижепомещаемые вычисления и разбиты на две группы.

В первую группу помещены 24 дачи, затронутые канализацией, именно: Лунинец-Дятловичская, Автютевичская, Зеленочская, Шийчская, Слаунская, Тонезская, Фастовичская, Колковская, Грабе-Нестановичская, Брицаловичская, Домбровская, Залужская, Яминская, Чабусская, Лапичская, Цельская, Любешовская, Туровская 1-я, Загальско-Настольская, Василевичская, Мохоедовская, Городецкая, Брожская 1-я и Брожская 2-я. Общая площадь их в 1909 году составляла 293 101 гектар, из коих 193 674 дес., или 66 $\%$, удобной лесной земли.

¹⁾ А также отпечатанные отдельной брошюрой на правах рукописи „Экономические результаты осушительных работ в казенных дачах Минской губернии“, составленной А. Дубахом.

Во вторую группу помещены 23 неканализованных дачи: Эсьмонская, Пышачская, Велятичская, Богдановская, Весницкая, Гаинская, Вилейская, Славовичская, Железницкая, Стаховская, Новодворско-Купятичская, Даниловичская, Любоничская, Панюшковичская, Гребенская, Вольманская, Тартакская, Велико-Колпеницкая, Погоненская, Озерщизнянская, Туровская 2-я, Багримовичская и Каленковичская. Иные из перечисленных дач затронуты канализацией, но не настолько, чтобы считаться канализованными (Каленковичская, Озерщизнянская, Туровская 2-я).

Общая площадь дач второй группы в 1909 году составляла 163 138 гектар., из коих удобной лесной земли—118 075 гект., или 73 проц.

В обе группы равномерно попадают дачи как с самыми благоприятными условиями сбыта, так и с неблагоприятными.

Влияние канализации казенных дач в Минской губернии на их доходность выражается помимо сопутствующего увеличения ценности земли в 4 видах:

- 1) увеличивается куб. объем ежегодного отпуска древесной массы;
- 2) увеличивается цена единицы объема отпускаемой древесной массы;
- 3) повышается доходность от сенокосения;
- 4) поступает сбор за сплав леса по каналам.

Проведенные по казенным лесным дачам осушительные каналы вызвали увеличение отпуска древесной массы из дач, так как:

- 1) открылся сбыт леса по сплавным каналам с громадных площадей там, где ранее за отсутствием или дальностью путей сообщения сбыта вовсе не было;
- 2) увеличивался прирост существовавших лесных насаждений, поставленных с устройством каналов в более благоприятные в водном отношении условия роста;
- 3) увеличилась лесная площадь за счет голых, затопленных водою пространств, так как такие пространства с проведением каналов покрылись лесными насаждениями.
- 4) приостановился процесс заболачивания смежных с болотами суходолов, и тем предохранилась некоторая площадь ценных лесов от заболачивания и гибели.

Большой рост отпуска древесной массы из канализованных дач по сравнению с дачами неканализованными выражается следующей таблицей.

ПЕРИОДЫ.	Средний годовой отпуск древесной массы с 1 гектара лесной площади.	
	Из канализов. дач.	Из неканализов. дач.
1871—1880	0,338 куб. м	0,356 куб. м
1881—1890	0,781 " "	0,676 " "
1891—1900	2,207 " "	1,825 " "
1901—1910	6,631 " "	6,515 " "

Из таблички видно, что отпуск леса за период 1871—1880 г.г. был меньше в дачах первой группы на 0,018 куб м с гектара, чем в дачах второй группы, а затем после устройства канализации стал в дачах первой группы больше, чем во второй, не затронутой канализацией.

Приняв рост отпуска древесной массы с 1 гектара в дачах неканализованных за нормальный, мы имели бы следующие вероятные отпуска древесины в дачах, ныне канализованных, если бы они не были канализованы, т.-е. если бы рост отпуска древесины из них был нормальный:

ПЕРИОДЫ.	Действительный годовой отпуск древесины из канализов. дач с 1 гектара.	Вероятный годовой отпуск древесины из тех же дач при отсутств. канализ. с 1 гектара.	Разность.
1871—1880	0,338 куб. м	0,338 куб. м	0,000 куб. м
1881—1890	0,781 " "	0,659 " "	0,122 " "
1891—1900	2,207 " "	1,807 " "	0,400 " "
1901—1910	6,631 " "	6,515 " "	0,116 " "

Вычисленные разности между действительным и вероятным отпуском древесной массы с 1 гектара, или разность роста отпуска в дачах канализованных и неканализованных, следует, при прочих равных условиях, приписать влиянию канализации (увеличение лесной площади, прироста и эксплуатация ранее недоступных участков).

Умножая разность роста отпусков с 1 гектара на среднюю годовую за период площадь канализованных дач, получаем годовые излишки отпуска леса, получившиеся благодаря устройству канализации.

ПЕРИОДЫ.	Площадь канали- зован. дач (средн. за период).	Излишек годового отпуска <i>куб. м.</i>	Излишек отпуска за период.
1871—1880	217 772 гект.	—	—
1881—1890	214 170 „	26 653	266 530 <i>куб. м.</i>
1891—1900	224 113 „	89 672	896 720 „ „
1901—1910	190 868 „	25 459	254 590 „ „

Умножая за каждый период излишек роста отпуска леса из дач канализованных на соответствующие каждому периоду средние цены 1 *куб. м.* древесной массы в канализованных дачах, получим суммы, перевырученные от увеличенной сравнительно с нормальным ростом продажи леса в канализованных дачах благодаря устройству каналов:

ПЕРИОДЫ.	Излишек от- пуска.	Средн. стоим. 1 <i>куб. м.</i>	Перевырученные суммы ¹⁾ .
1871—1880	—	—	—
1881—1890	266 530 <i>куб. м.</i>	0,588 руб.	156 740 руб.
1891—1900	896 720 „ „	0,740 „	663 073 „
1901—1910	254 590 „ „	0,815 „	207 400 „

Всего 1 027 213 руб.

перевыручено вследствие большего роста отпуска древесной массы из канализованных, чем из дач неканализованных.

Проведенные каналы послужили сплавными путями для отпускаемого из дач леса, а также, осушив дачи, облегчили и обычную конную вывозку материала, открыв таким образом доступ на такие участки, которые до устройства канализации эксплуатироваться не могли. Бесплатный сплав леса, купленного из казенных дач, и облегчение конной вывозки его учитываются покупателями и должны выражаться в увеличении цены 1 *куб. м.* отпускаемой древесной массы. Поэтому стоимость 1 *куб. м.* древесной массы в дачах канализованных должна расти, вообще говоря, быстрее, чем в дачах неканализованных; эта разница в росте цены 1 *куб. м.* древесины, если она обнаруживается, должна быть приписана влиянию канализации. В нижеследующих вычислениях обнаружено, что эта разница действительно существует, и благодаря ей перевыручено на продаже леса из канализованных дач 166 455 рублей.

¹⁾ Некоторая неточность произведений получается от накопления ошибок при переходе от саженой на метрические меры.

Рост цены 1 куб м отпускавшейся древесной массы выражается в следующих цифрах:

ПЕРИОДЫ.	Стоимость 1 куб. м древесины.	
	В дачах канализованных.	В дачах неканализованных.
1871—1880	0,539 руб.	0,632 руб.
1881—1890	0,588 „	0,587 „
1891—1900	0,740 „	0,726 „
1901—1910	0,815 „	0,793 „

За период до устройства канализации (1871—1880 г.г.) цена 1 куб. м отпускавшейся древесной массы из дач первой группы была меньше, чем из дач второй группы; в следующее десятилетие, когда начался сплав леса по каналам, цена сравнялась, а затем даже превысила, т.-е. условия сбыта в дачах канализованных с течением времени оказались более благоприятными, чем в группе дач неканализованных, тогда как раньше было наоборот. (Среди неканализованных дач имеются и ныне такие, из которых вывозка материала возможна только зимою и на дальнее расстояние за отсутствием сплавных каналов.)

Приняв рост цены 1 куб. м древесной массы в дачах неканализованных за нормальный, мы имели бы следующие вероятные цены в дачах, ныне канализованных, если бы они не были канализованы, т.-е. если бы и в них рост был нормальный:

ПЕРИОДЫ.	Действительная цена 1 куб. м древесины в канализованных дачах.	Вероятная цена 1 куб. м. др. в тех же дачах при отсутствии канал.	Разность ¹⁾ .
1871—1880	0,539 руб.	0,539 руб.	0,0 руб.
1881—1890	0,588 „	0,500 „	0,086 „
1891—1900	0,740 „	0,620 „	0,120 „
1901—1910	0,815 „	0,675 „	0,136 „

Вычисленные разности между действительной и вероятной ценой 1 куб. м древесной массы, или разности повышения цен 1 куб. м древесной массы в дачах канализованных и неканализованных, следует, при прочих равных условиях, приписать влиянию канализации (облегчение вывозки материала и возможность сплава его по каналам).

¹⁾ Некоторая неточность в вычислениях происходит от накопления ошибок при переходе на метрические меры.

Умножая разность повышения цены 1 куб. м на средний вероятный за период годовой отпуск древесины из ныне канализованных дач, если бы они канализованы не были, получим сумму, перевырученную из канализованных дач, благодаря большему росту цен 1 куб. м древесной массы в них:

ПЕРИОДЫ.	Вероятный средний годовой отпуск древесины за период из канализованных дач, если бы они не были канализ.	Годовая перевыручка в канализованных дачах.	Перевыручка за период.
1871—1880	74 433 куб. м	—	—
1881—1890	140 950 „ „	12 481 руб.	124 810 руб.
1891—1900	401 621 „ „	49 994 „	499 940 „
1901—1910	1 181 154 „ „	168 120 „	1 681 200 „
			Всего 2 305 950 „

перевыручено вследствие большего роста цен на древесную массу в дачах канализованных, чем в дачах неканализованных.

Трудно или вовсе недоступные ранее вследствие затопления водою болота, не дававшие никакого дохода или крайне малый, обратились с проведением каналов в сенокосные угодия с ежегодным доходом 1—5 рублей с гектара, благодаря чему рост доходности от сенокосения в районе канализации (уезды Мозырский, Речицкий, Бобруйский) значительно опережает рост ее в неканализованных районах (уезды Пинский, Новогрудский, Минский, Борисовский, Слуцкий, Игуменский), что резко обнаруживается из следующей таблицы.

Получено за сдачу сенокосов в казенных дачах
в среднем в год.

ПЕРИОД.	Сравнительный рост дохода.			
	В 3 канализованных уездах.	В 6 неканализованных уездах.	Канализованные уезды.	Неканализованные уезды.
1871—1875	1 966 руб.	1 435 руб.	1	1
1876—1880	5 956 „	2 818 „	3,03	1,96
1881—1885	15 901 „	3 100 „	8,09	2,25
1886—1890	30 661 „	2 519 „	15,60	1,81
1891—1895	35 820 „	2 593 „	18,22	1,86
1896—1900	31 246 „	3 856 „	15,89	2,69
1901—1905	46 297 „	4 794 „	23,55	3,35
1906—1910	44 482 „	3 831 „	26,63	3,75

Рост дохода от сенокосения в уездах, не затронутых канализацией, вызван нормальным вздорожанием сена, и правильно допустить, что и в четырех ныне канализованных уездах рост дохода от сенокосения в казенных дачах был бы таков же, если бы канализации устроено не было, т.-е.

1871—1875 г.	1 966 × 1	= 1 966 руб. в год
1876—1880 „	1 966 × 1,96	= 3 853 „ „
1881—1885 „	1 966 × 2,25	= 4 424 „ „
1886—1890 „	1 966 × 1,81	= 3 558 „ „
1891—1895 „	1 966 × 1,86	= 3 657 „ „
1896—1900 „	1 966 × 2,69	= 5 289 „ „
1901—1905 „	1 966 × 3,35	= 6 588 „ „
1906—1910 „	1 966 × 3,75	= 7 373 „ „

Вычитая вычисленный вероятный годовой доход из действительно полученного дохода от сенокосения в канализованных уездах, определим тот излишек дохода, который выручен благодаря произведенному осушению.

ПЕРИОД.	Действительно по-лучился в сред-нем в год.	Вероятное посту-пление дохода без устройства канал. в средн. в год.	Разность	
			за 1 год.	за период.
1871—1875	1 966 руб.	1 966 руб.	0	0
1876—1880	5 956 „	3 853 „	2 103	10 515
1881—1885	15 901 „	4 424 „	11 477	57 385
1886—1890	30 661 „	3 558 „	27 103	135 515
1891—1895	35 820 „	3 657 „	32 163	160 815
1896—1900	31 246 „	5 289 „	25 957	129 785
1901—1905	46 297 „	6 586 „	39 711	198 555
1906—1910	44 482 „	7 873 „	37 106	185 545

Всего 878 115 руб.

перевыручено за сдачу в аренду сенокосов, благодаря канализации их, не принимая во внимание доходности служебных земель, в состав которых входят лучшие сенокосные участки; так, в 1909 году площадь служебных земель в губернии занимала 15435 гектаров, в том числе в 4 уездах, затронутых канализацией, 1000 гект., которые при сдаче в аренду давали бы не менее 4—5 рублей дохода в год. Помимо того, осушенные сенокосы в казенных дачах не дают еще того дохода, который они могли бы дать, если бы эксплуатировались отдачей в аренду не в однолетнюю, при которой съемщик не заинтересован даже

в вырубке появляющегося кустарника, а в аренду многолетнюю, и притом делянками площадью не в 50—70 гектаров, а в 5—10 гектаров; при настоящем же порядке эксплуатации сенокосов площадь их вследствие зарастания кустарником не сданных почему-либо на год-два участков не увеличивается, а уменьшается, вследствие чего начинает падать, и общая доходность от сенокосения в казенных дачах губернии.

Устройство крупных магистральных каналов дало возможность казне взыскивать ежегодно особую плату за сплав лесных материалов из частных лесов с тех владельцев, которые не принимали участия в расходах казны по проведению каналов; плата эта за время с 1878 по 1910 в год составила 233 470 рублей. Сплав леса из казенных дач производится бесплатно.

Существенное значение сплава леса по осушительным каналам б. Минской губернии видно из того, что за десятилетие с 1903 по 1912 годы включительно сплавлено по каналам леса в среднем на один миллион рублей в год (922 859 руб.)

Полагая, что около 25% лесного материала прошло не зарегистрированным, исчисляем, что всего в 1914 году по казенным каналам Минской губернии сплавлено леса на полтора миллиона рублей по средним ценам на пристанях в г.г. Бобруйске и Мозыре.

Суммируя полученные от эксплуатации канализованных дач губернии переверулки доходов благодаря канализации по сравнению с доходами, которых следовало бы ожидать при ее отсутствии, по всем четырем перечисленным выше категориям (увеличение отпуска и цены кубического объема древесины, повышение арендной платы за сенокосы и поступления за сплав леса), обнаруживаем, что общая переверулка доходов составила за 1871—1910 г.г. уже около 4 444 748 рублей; за последнее же десятилетие (1901—1910) эта переверулка составляла в среднем в год 236 000 рублей, что дает при исчисленной выше затрате на устройство 1482 километра каналов, проходящих в пределах канализованных дач, в 949 310 рублей, не считая накладных расходов, около 24% на затраченный капитал и 15,8% на затраченный капитал вместе со всеми накладными расходами.

При поддержании каналов в исправном состоянии указанный % доходности должен в следующие десятилетия возрасти

Обработка актов по перечету лесных материалов, сплавленных весной 1914 года по казенным осушительно-сплавным каналам Минской губернии дает нижеследующие цифры:

НАИМЕНОВАНИЕ КАНАЛА И УЕЗДА.	Качалок и брусьев.	Свай.	Брусков Шлипер.	Болванок и бревен.	Кряжей и телеграф- ных столб.	Лат и дручьев.	Широко- лесн. шпал.	Узкоко- лесн. шпал.	Дров и ма- ломер. куск.	Стоимость леса.
	Ш т у к					Пар.	ком. из 6 ш	к. с	Руб.	
Найдо - Велевский, Мо- зырского уезда . . .	19515	—	3390	—	—	—	2167	—	40	171637
Брожский, Бобруйск у.	13165	6390	—	6700	12750	3400	800	—	—	162792
Тремля, Мозырк. уезда.	5680	—	1327	6726	13026	9363	2804	—	1065	119109
Разн. канал в р. Стви- гу, Мозырского уезда.	1253	319	9679	11978	9634	—	7000	—	—	118435
Свиноводы, Мозырк. у.	4514	—	2055	6365	23551	1310	3519	1012	70	105578
Ведрич, Речицкого у.	7841	4590	108	1358	53	—	102	—	297	93543
Мохоедовский, Речиц. у.	3917	—	4098	2486	7986	14775	531	—	1248	91641
Кухоцковольск, Пинск. у.	321	—	6295	3440	3700	370	4567	737	34	64939
Иппа, Речицкого уезда.	1820	421	1167	2392	6279	965	1885	214	315	52704
Славковичский, Бобр. у.	2276	1528	1064	1225	5588	443	1519	—	156	52193
Лисса, Бобруйск. уезда.	5066	600	—	1955	—	—	—	—	78	40990
Закованка, Речицкого у.	2275	2500	20	700	1050	200	175	—	—	36429
Ратмировичский, Бо- бруйского уезда . . .	3750	850	—	—	800	—	—	—	—	29875
Крушинный, Мозыр- ского у. Разн. кан. в р. Уборт, Мозырского у.	3108	—	1217	306	—	—	792	—	—	27767
Вить, Речицкого уезда.	812	—	3283	599	—	127	649	—	—	18793
Куридичский, Мозыр. у.	350	—	1012	—	450	322	—	—	445	17749
Синий, Игуменского у.	—	—	990	185	—	—	—	—	467	15941
Брагинка, Речицкого у.	1023	—	—	—	2604	—	—	—	—	9393
Болочанка, Игуменск. у.	315	—	120	—	1144	3912	222	—	27	7082
Жердь, Речицкого у.	178	—	25	85	785	—	100	—	80	5374
Сведь, Речицкого уезда	581	22	—	—	—	—	—	—	56	3419
	76	34	—	—	—	—	—	—	7	907
1 246 290 руб.										

так как при 80-летнем обороте рубки влияние увеличения прироста древесины ныне не могло еще сказаться в полной мере. Кроме того, при исчислении увеличения доходности не принят во внимание еще доход от служебных земель, образованных из осушенных болот, который хотя и не поступает непосредственно в казну, но служит добавочным содержанием казенной лесной стражи и администрации; затем не принято также во внимание весьма существенное увеличение благодаря устройству канализации ценности казенных лесных и луговых земель, каковое увеличение реализуется при отчуждении казенных земель в земельный фонд для продажи сельскому населению.

Рассматривая же произведенные затраты на осушительные работы и экономические результаты их с точки зрения не частного, а государственного хозяйства, нельзя не признать, что экономическое значение их для государства еще значительно более исчисленной выше непосредственной выгоды, так как, во-первых, произведенные работы по характеру своему не требовали никакой затраты на материал, и потому почти весь произведенный расход на работы пошел в руки землекопов-крестьян, а во-вторых, увеличившийся отпуск леса дал местному населению ежегодный увеличенный заработок на рубке, вывозке и сплаве леса, а увеличившаяся площадь сенокосов дала тому же населению возможность как самому арендовать их с выгодой для себя, так и иметь заработок при уборке части этих сенокосов, снимаемых лицами со стороны.

Выяснение влияния осушительных работ в Полесье специально на доходность казенных лесов было предметом обсуждения в „Комиссии 1897—1898 года по исследованию экономического значения осушительных работ в Полесье“, состоявшей под председательством управляющего Минской контрольной палатой Коваленко.

В журнале заседания комиссии 3 и 4 октября 1898 года председателем доложены были сведения о доходности казенных лесов Минской губернии за 17-летний период времени 1881—1897 г.г. отдельно в дачах, получивших канализацию, с одной стороны, и во всех вообще лесных дачах, с другой стороны. Приводим таблицу целиком:

ДОХОД ОТ ЛЕСА В ТЫСЯЧАХ РУБЛЕЙ.

	Дачи с канализацией.	Все вообще дачи.
1881 год.	52 тыс. руб.	115 тыс. руб.
1882 „	42 „	84 „
1883 „	70 „	136 „
1884 „	90 „	217 „
1885 „	77 „	188 „
1886 „	157 „	277 „
1887 „	213 „	254 „
1-88 „	195 „	313 „
1889 „	152 „	305 „
1890 „	132 „	270 „
1891 „	223 „	302 „
1892 „	272 „	358 „
1893 „	156 „	265 „
1894 „	158 „	381 „
1895 „	220 „	404 „
1896 „	352 „	699 „
1897 „	629 „	1 175 „
	<u>3 190</u> „	<u>5 743</u>

Как видно из протокола комиссии, председатель высказал при этом следующее: „Так как по приведенным сведениям доходность по отдельным годам от лесов тех и других дач почти одинакова, то из нее трудно что-либо заключить о влиянии осушки на лесное хозяйство в канализованных дачах“. На это член комиссии Ф. Н. Ястремский заметил, что по его соображениям выходит напротив: если доходность идет параллельно в той и другой группе дач, то это доказывает, что осушенные дачи поставлены уже в такие условия, как и остальные дачи, между которыми почти нет уже заболоченных. Остальные члены совещания присоединились к мнению Ястремского.

Между тем анализ приведенной таблицы дает положительные результаты. Подсчитывая доходность по периодам, находим:

Периоды.	1.	2.	Дачи неканализован. (Вычислено, как разность между 2 и 1.)
	Дачи канализ.	Все вообще дачи.	
Выручено за лес в тысячах рублей.			
1881—1885	331 тыс. руб.	740 тыс. руб.	409 тыс. руб.
1886—1890	849 „	1 419 „	670 „
1891—1897	2 010 „	3 584 „	1 574 „

Приняв доходность за первое пятилетие в дачах канализованных за единицу, получаем следующую таблицу роста доходности дач:

Периоды.	В Д А Ч А Х.	
	Канализован.	Неканализован.
1881—1885	1	1
1886—1890	2,6	1,6
1891—1897	6,1	3,85

Из приведенной существенно важной таблицы ясно обнаруживается, что рост доходности от леса в канализованных дачах был значительно выше, чем в неканализованных. Так как без устройства канализации в дачах первой группы, ныне канализованных, рост доходности был бы одинаков с таковым же в дачах и ныне неканализованных, то вероятная доходность дач первой группы при отсутствии канализации была бы:

1881—1885 г.г.	$331 \times 1 = 331$ тыс. рублей.
1886—1890 „	$331 \times 1,6 = 530$ „
1891—1897 „	$331 \times 3,85 = 1274$ „

Вычитая вычисленную вероятную доходность канализованных дач, если бы они не были канализованы, из действительно полученного дохода, получаем тот излишек дохода, который получен казною до 1897 г. благодаря устройству канализации:

1881—1885 г.г.	$331 - 331 = 0$ тыс. рублей
1886—1890 „	$849 - 530 = 319$ „
1891—1897 „	$2010 - 1274 = 736$ „

Всего перевыручено 1055 тысяч рублей

Таким образом еще в 1898 году влияние канализации на повышение доходности казенных лесов Минской губернии за период 1881—1897 г.г. можно было бы определить достаточно точно.

Результаты осушительных работ в Раменской казенной даче, Московской губернии ¹⁾.

Раменская дача, общей площадью 13 143 десятины, расположена в Дмитровском уезде вблизи реки Волги. Она заключена

¹⁾ Вследствие желательности сохранения подлинности выдержек из отчета лесничего и актов о свидетельствовании в статье оставлены прежние меры.

в пространство между тремя реками; на севере ее протекает р. Дубна, впадающая в Волгу, на западе приток р. Дубны р. Сестра и на юге приток этой последней р. Яхрома. Из дачи вытекает несколько речек, из которых более значительная река Куйменка, текущая на север и впадающая в р. Дубну. Все речки были совершенно заболочены; осушительными работами они канализованы.

Дача имеет кольцеобразную форму и включает в себе значительное количество довольно крупных селений, как, например, с. Раменье, Борцово, Карамышево и др. Местность вокруг дачи также густо заселена, а в 45 верстах от нее на берегу Волги расположено большое торговое село Кимры.

Таким образом условия сбыта лесного материала очень хороши; окружающие дачу речки все сплавные, а р. Дубна даже судоходна. Между тем до восьмидесятых годов сбыта лесного материала почти не было. Вследствие заболоченности дачи и отсутствия лесовозных дорог в дачу трудно было проникнуть, и, кроме того, лесонасаждения, страдая от избытка влаги, в большей своей части были крайне истощены.

По лесоустроительному отчету 1876 года в даче числилось 5 204 дес. болот; на остальной же площади значительная часть леса произрастала на мокрой и местами заболоченной площади. Большая часть леса состоит из сосны и ели. Имеющиеся же местами лиственные насаждения состоят из смеси осины и березы. Во многих случаях хорошие насаждения, годные для эксплуатации, находятся в виде островов среди болот и таким образом были до осушения болот недоступны.

В том же лесоустроительном отчете 1876 года указывалась необходимость для создания сбыта леса „осушить болота и проложить дороги“.

В 1883 году бывшая Западная Экспедиция по осушению болот приступила к осушке этой дачи, и уже в 1889 году, когда главные магистральные каналы были проложены, явилась возможность эксплуатировать лесонасаждения с болот, и поэтому при новом лесоустройстве в 1889 году болота целиком были перечислены в площадь удобную.

С 1883 года по 1897 г. Западной Экспедицией по осушению болот в даче было в общем проложено 148 верст осушительных канав, из них 76 верст магистральных и 72 версты боковых канав, кроме того, устроено 27 верст гатей и построено 50 мо-

стов. С 1900 года по настоящее время ежегодно производится беглый ремонт канав, состоящий в их прочистке, и переустройство тех мостов, которые пришли в ветхость. В настоящее время все 50 мостов уже переустроены.

На работы до 1897 года затрачено 148 949 руб. 93 коп., при чем эта сумма разбивается следующим образом: 40 500 рублей израсходовано на устройство мостов и гатей и 103 449 р. 93 к. на канализацию. Затем с 1900 года по 1 января 1907 года затрачено на ремонтные работы 4 549 р. 60 к.

Осушительные работы эти повлияли не только на понижение почвенных вод на болотах; благодаря установлению правильного стока атмосферных вод улучшились условия роста леса почти на всей площади дачи. Эксплоатации и сбыту леса с осушенных площадей способствовали устроенные по болотам гати, создавшие, между прочим, сообщения между отдельными населенными пунктами.

В акте освидетельствования осушительных работ в 1889 году, составленном управляющим государственными имуществами Московской и Тверской губерний, значится:

„Осушительные работы оказали видимое полезное действие как на просыхание почвы, так и на улучшение роста всех имеющихся в казенных дачах древесных пород. Для того, чтобы наглядно убедиться во влиянии канализации на прирост леса, в текущем году взяты были в шестидесяти двух пунктах дачи правильные отрубки дерев, при чем места, в которых брались пробы, выбраны были предварительно таким образом, что исследованию подвергались все канализованные части дачи. Упомянутые пробы указали, что ширина годичных слоев и длина вершинных побегов постоянно и сильно усиливаются не только вблизи каналов, но и на значительном от последних расстоянии, так что состояние насаждений на канализованной площади несомненно и много изменилось к лучшему, обещая хороший прирост и в будущем“.

„Указанное выгодное изменение в росте насаждений повлекло за собой и изменение порядка хозяйства в названных дачах: прежде эксплуатация должна была быть ограничена отпуском леса, преждевременно отмиравшего на заболоченных площадях в очень большом количестве, ныне же согласно данным, полученным при ревизии устройства дачи, открыт сообразно площади дачи отпуск сыро-растущего леса, до сих пор не имев-

ший места за большим количеством болотного сухостоя. В зависимости от такого изменения хозяйства — изменения, явившегося следствием осушительных работ — находится и сильное повышение дохода с дачи: до начала названных работ доход этот составлял около двух тысяч рублей и затем, постепенно повышаясь, достиг в 1889 году двадцати тысяч рублей*.

Из сличения годовых отчетов по Раменской даче мы замечаем, что после перечисления болот в даче в 1889 году в земли удобные и начала эксплуатации их доходность дачи сразу увеличилась в пять раз, а именно в 1888 году валовой доход с дачи равнялся 4 682 руб. 56 коп., а в 1889 году 22 467 руб. 27 коп., при чем до 1888 года сумма эта колебалась в пределах 2 700—3 200 рублей; после же 1889 года в пределах 21 000—48 000 рублей. В доходностях других соседних дач, находящихся в тех же условиях сбыта, таких резких скачков в сторону увеличения не замечено, как, например, в Дмитровском лесничестве, где не было произведено осушительных работ, с 1888 по 1889 год было лишь небольшое увеличение дохода, а именно в 1888 году доход лесничества равнялся 21 188 руб. 3 коп. и в 1889 году 26 433 руб. 48 коп., и в частности в ближайшей к Раменской даче Вельско-Чугуловской даче в 1888 году доход был 8 865 р. 52 к. и в 1889 году 10 299 р. 91 к. Сопоставление этих сумм выясняет, что значительное повышение дохода в Раменской даче было вызвано произведенными осушительными работами и в связи с этим устройством лесовозных дорог-гатей.

Чтобы выяснить до некоторой степени ту цифру дохода дачи, которая получилась исключительно благодаря произведенным в даче осушительным работам, здесь произведены следующие вычисления. Площадь удобной земли в даче увеличилась на $\frac{5\,204 \times 100}{13\,143} = 39,59\%$. Этот процент от общего дохода, начиная с 1889 года, отнесен в следующей таблице как доход, получившийся благодаря канализации дачи. (См. таблицу на стр. 358.)

Таблица представляет собой выборку сумм доходов из годовых отчетов по лесничеству за 1883 по 1906 гг. включительно и начиная с 1889 года, когда бывшие болота были перечислены в земли удобные, отчисление от этих сумм 39,59% в доход, вызванный осушительными работами.

Т А Б Л И Ц А

доходов от продажи леса в Раменской даче с общей ее площади в 13.143 десят. и с бывшей неудобной площади в 5.204 дес., на которой произведены осушительные работы. Эта последняя площадь составляет 39,59% общей площади.

Год поступлений доходов.	Сумма дохода от продажи леса. В рублях.	35,59% от предыдущей суммы.	ПРИМЕЧАНИЯ.
1884	3224.77		5.204 дес. болот состояли в неудобной площади.
1885	3040.13		
1886	2743.41		
1887	3224.77		
1888	4632.56		
1889	22467.27	8894.79	Осушенные болота площадью 5.204 десятины перечислены в удобную лесную площадь.
1890	20969.58	8301.86	
1891	23365.94	9250.58	
1892	27576.07	10917.37	
1893	29647.85	11737.59	
1894	23622.94	9352.32	
1895	25938.13	10268.91	
1896	31742.02	12566.67	
1897	30501.90	12075.70	
1898	29398.06	11638.69	
1899	36880.25	14500.89	
1900	48169.45	19070.28	
1901	47994.42	19000.99	
1902	40507.40	16036.88	
1903	26920.01	11845.33	
1904	43423.76	13232.47	
1905	45790.58	18128.49	
1906	28226.61	11174.91	

ТАБЛИЦА

постепенного погашения сумм, расходованных на осушительные работы в Раменской даче.

Года расходован- ия и поступле- ния сумм.	Суммы, расходу- ванные на осуш. работы.	Непогашенные суммы расходов. на осушит. раб. с начислен. про- цент. к 1 января следующ. года.	Доход вследствие произведен. осу- шительных работ. См. пред. таблицу.	Остаток непога- шенных доход- ностью сумм.	4% предыдущей суммы.
		графы 5 + 6		графы (2 + 3) — 4	
1883	2283.90	—	—	2283.90	91.36
1884	5110.81	2375.26	—	7486.07	299.44
1885	12811.35	7785.51	—	21596.86	863.87
1886	11231.94	22460.73	—	33692.67	1347.71
1887	—	35040.38	—	35040.38	1401.62
1888	11302.33	36442.00	—	4744.33	1909.77
1889	12642.50	49654.10	8894.79	53401.81	2136.07
1890	7809.10	55537.88	8301.86	55045.12	2201.80
1891	22015.95	57246.92	9250.58	70012.29	2800.49
1892	8149.95	7212.78	10917.37	70045.36	2801.81
1893	9672.85	72847.17	11737.59	70782.34	2831.29
1894	11343.41	7613.72	9352.32	75604.81	3024.19
1895	12128.97	78629.00	10268.91	80489.06	3219.56
1896	9442.51	83708.62	12566.67	80584.46	3223.38
1897	12004.36	83807.84	12075.70	83736.50	3349.46
1898	—	8705.96	11638.69	75447.27	3017.89
1899	—	78465.16	14600.89	63864.27	2554.57
1900	100	66418.84	19070.28	47348.56	1893.94
1901	600	49242.50	19000.99	30241.51	1209.66
1902	—	31451.17	16036.88	15414.29	616.57
1903	450	16030.86	11845.33	4185.53	167.42
1904	1799.60	4352.95	13232.47	7079.92	283.20
		суммы погашены.		графы (3 + 4) — 2	
1905	375	863.12 ¹⁾	18128.49	25116.61	1004.66
1906	1225	26121.27	11174.91	36071.18	1442.85
				37514 р. 03 к.	

¹⁾ Доход после погашения всех затраченных на работы сумм вместе с процентами.

№ квартала, литеры линий, № пробных площадей.	Перечет.		Измерения модельных деревьев.				Масса древесины.				Запас древесной На пробной площ.			массы. На одной десятине.		Примечания.
	Дес.	В.прш.	Шт.	№ деревьев.	Возраст их.	Диаметр на высоте груш.	Высота их.	До осушки богот.	Возрастная в момент исслед. при отсут. ствия осушки.	Общая наделенная при исследовании.	До осушки богот.	Возрастной в мо- мент исслед. при отсутствии осушки.	Общий наделенный при исследовании	Общий.	Выванный исклю- чительно осуше- нием.	
	Дес.	В.прш.	Шт.	№ деревьев.	Возраст их.	Диаметр на высоте груш.	Высота их.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. с.	Куб. с.	Куб. с.	
Кв. 108 Лит. А. Пробная площадь. I.	Сосна			3	53	1	9,5	0,159	0,238	0,562	13,038	25,616	46,084			Близ канавы.
	1	82	3	53	1	9,5	0,159	0,238	0,562	13,038	25,616	46,084				
	2	60	1	48	2	12,0	0,412	0,652	1,335	24,720	39,120	80,100				
	3	48	4	68	3	11,5	0,577	0,859	1,602	27,696	41,232	76,896				
	4	9	2	54	4	13,5	0,867	1,653	3,055	9,537	18,183	33,065				
Кв. 103 Лит. В. Пробная площадь. II.	Ель			6	108	2	12,0	0,669	1,021	1,747	74,991	122,151	236,685	10,76	5,25	Рассто- ние от канавы 120 с.
	1	12	—	62	1	9,0	0,105	0,175	0,352	8,610	14,350	28,864			242%	
	2	80	9	78	2	12,0	0,436	0,924	1,393	44,240	77,760	125,200				
	3	46	5	94	3	15,5	0,972	1,929	2,773	52,210	91,034	124,228				
			7	134	3	15,0	1,308	2,029	3,063							

Кв. 75. Ляг. С.	Пробная площадь III.	Сосна	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	
-----------------------	----------------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

Здесь следует оговорить, что на основании вышеизложенного можно предполагать, что суммы эти несомненно менее действительных. Эти минимальные суммы приняты здесь потому, что на остальной площади, и ранее 1889 г. считавшейся удобной, доход мог бы быть также несколько увеличен только проведением дорог без устройства канализации. На площади же

в 5 204 дес. болот эксплуатация улучшенного в росте леса стала возможной благодаря лишь осушительным работам. Насколько же лес улучшился в своем росте, будет сказано ниже.

Во второй таблице вычислено постепенное погашение с начисленными 4% сумм, затраченных на осушительные работы. (См. таблицу на стр. 359.)

Таким образом мы видим, что к 1904 году, т.-е. через 21 год после начала осушительных работ в даче, расходы эти в сумме 153 499 р. 53 к. вклю-



Рис. 139.

чая также и расходы на ремонт сооружений, произведенные с 1900 года, были вместе с начисленными ежегодно на эти суммы 4% полностью погашены, и в результате получилась как капитал осушенная площадь, давшая к 1 января 1907 г. в общем доход в 37 514 р. 03 к.

Насколько же, кроме того, при понижении грунтовых вод лес улучшается в росте, показывает третья таблица, где произ-

ведены вычисления массы отдельных деревьев, срубленных на различных расстояниях от осушительного канала. В таблице вычислена масса древесины до осушения, затем масса древесины, которая выросла бы до дня исследования, если бы не было осушения, и, наконец, действительная выросшая масса древесины при влиянии осушки; при этом увеличение прироста изображено в ‰.

Исследования эти производились в 1899 году комиссией по исследованию экономического значения работ, произведенных Западной Экспедицией по осушению болот в казенных дачах Тверской и Московской губерний. (См. таблицу стр. 360 и 361.)

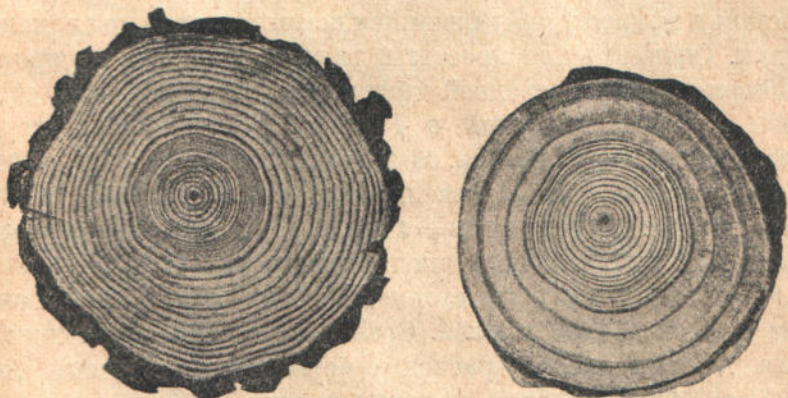


Рис. 140.

Из этой таблицы мы усматриваем, что под влиянием осушения прирост древесной массы увеличивается вдвое и втрое. Влияние осушения видно на рис. 139 и 140.

В докладе, доложенном той же комиссии Раменским лесничим Брилинским, сделан подсчет общего прироста древесной массы на осушительных болотах площадью в 4964,5 десятин, и при этом вычислена стоимость этой древесной массы по существовавшим тогда таксам.

В докладе значится:

„Для того, чтобы осязательнее и нагляднее показать, как отразилась осушка болот на росте леса, а также выразить численно прирост древесины до и после осушки, взяты были в кварталах №№ 44, 69, 71, 75, 106, 108, 113, 116, и 123 пробные площади, на основании которых вычислены запас и прирост

леса до канализации, вероятные, которые должны были бы получиться при отсутствии последней, и образовавшиеся под влиянием канализации. Согласно этим пробным площадям (ведомость коим при сем прилагается) на 4964,5 десятин ныне осушенных болот у насажденных до канализации их, 10 лет тому назад, тонкомерным и корявым лесом хвойных и лиственных пород было запаса древесной массы — 30 689 кубов. Если бы канализация не повлияла на улучшение роста леса, то по бывшему текущему приросту за последние 10 лет получился бы запас 58 536 куб. саж. Между тем, как видно из среднего вывода пробных площадей, запас этот равен в действительности 106 714 куб. саж. Разница двух последних чисел 48 178 куб. саж. и составит прирост, получившийся исключительно под влиянием осушки. Оценивая для простоты расчета полученный прирост по арифметической средней дровяной таксы для ели, сосны, березы и ольхи, принятой в Раменском лесничестве, то-есть дрова первого сорта по 4 р. 38 к., а второго сорта по 1 р. 31 к., найдем, полагая, что дрова первого сорта составляют 75% общей массы: $34\,237 \times 4,38 = 149\,958$ р., и при массе второго сорта 11 412 куб. саж. получим стоимость их 14 950 р. ($11\,412 \times 1,31 = 14\,950$); всего же стоимость обоих сортов дров выразится суммой 164 908 рублей. Сравнивая с этим последним валовым доходом общий расход собственно на осушку болот в размере 108 449 рублей, получим чистую прибыль в приросте древесины на сумму 56 459 р. Такую оценку прироста древесины, явившегося результатом осушки, не только нельзя считать преувеличенной, но, напротив, минимальной, ибо не была принята во внимание средняя торговая наддача на таксовую оценку, переходящая за 50% (весной текущего года она перешла за 100%), а равно игнорировался % строевого поделочного леса, несомненно составляющий часть общей массы прироста.

Из изложенного видно, что производство осушительных работ в данном случае может рассматриваться как выгодное коммерческое предприятие.

Осушительные работы в Раменской даче, кроме того, вызвали также и улучшение прилегающих земель, осушив значительное количество смежных крестьянских владений. Кроме того, в некоторых местах крестьяне примкнули свои осушительные каналы к канавам казенным, направив в них воды. В 1906 году после произведенных гидротехническим составом

при Московско-Тверском управлении земледелия и государственных имуществ изысканий на крестьянских болотах с. Куликова были прорыты намеченные этим составом осушительные каналы на 600 десятинах крестьянских болот, при чем вода из магистральной канавы была направлена в восточный магистральный канал Раменской дачи.

На этих своих болотах, ранее с незапамятных времен залитых водой, крестьяне уже через год приступили к покосу.

Увлеченные такими результатами осушки в Раменской даче, с 1905 и 1906 г. около 50 крестьянских обществ Дмитровского уезда подали при посредстве земской управы прошения в Московско-Тверское управление земледелия и государственных имуществ о производстве у них изысканий с целью осушения их болот, и вслед за тем в настоящее время произведены техническим составом изыскания на 7 000 десятинах и работы примерно на 3 000 десятин.

ЛИТЕРАТУРА.

- Виноградов, Орлов, Смиренкин и Шеляпин. Практика низшей геодезии. 1912 г.
- Сырейщиков, Д. Иллюстрированная флора Московской губернии. 1914 г.
- Монтеверде, Н. Ботанический атлас. 1906 г.
- Аржанов, С. Среди вод и болот. 1920 г.
- Максименко, Ф. Курс гидравлики. 1921 г.
- Самгин. Руководство к определению отверстий мостов и труб. 1906 г.
- Тиме, И. Курс гидравлики. 1894 г.
- Отоцкий, П. Грунтовые воды. 1905 г.
- Сибирцев. Почвоведение.
- Шеляпин. Временное понижение грунтовых вод при заложении оснований. 1909 г.
- Лебедев, А. Передвижение воды в почвах и грунтах. 1919. Программы исследования водоемов. Изд. Рус. Геогр. Общества. 1918 г.
- Оппоков, Е. К вопросу о нормах стока для осушительных каналов по данным 20-летних наблюдений над 3 осушительными каналами Полесья. 1923 г.
- Оппоков, Е. О наблюдениях над испарением воды из почвы. Геофизический сборник. 1919 г.
- Оппоков, Е. Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра. 1913 г.
- Оппоков, Е. О величине коэффициента стока на больших речных бассейнах. 1909 г.
- Оппоков, Е. О гидрологической роли болот. Сельск.-Хоз. и Лес. 1909 г.
- Гейнц. Об осадках, количестве снега и об испарении на речных бассейнах Европ. России. 1898 г.
- Берг, Э. Наибольшие суточные максимумы осадков в Европ. России, 1914 г.
- Власов, В. Материалы по климатологии Московской губ. 1914 г.
- Лоске, Э. Обзор работ по сельскохозяйственной метеорологии. 1912 г.
- Эссен, А. Гидрографический очерк реки Квирилы. 1915 г. Ежемесячные метеорологические бюллетени Главной Физической обсерватории.
- Годовые сводки Главн. Физ. Обсерватории.
- Палицын, Е. Озеро Ильмень и река Волхов. 1912 г.
- Стойкович. Систематическое изложение способов обезводнения. 1827 г.
- Введенский, П. Руководство к осушению и возделыванию болот. 1858 г.
- Жилинский, У. Очерк работ Западной Экспедиции по осушению болот. 1899 г.
- Остафьев, В. Осушение болот. 1902 г.

Иванович и др. Материалы по исследованию торфяников Вилни-ской губ. 1915 г.

Краткое наставление к осушению и возделыванию болот. Изд. мин. гос им. 1864 г.

Жерве, Б. О землечерпательных снарядах малого типа. 1911 г.

Дингельштедт. Сельскохозяйственная гидравлика. 1904 г.

Ридигер В. Об осушке болот испарением. 1915 г.

Усов, В. Культура болот. 1911 г.

Лекутэ. Основы, улучшающие землю хозяйства. 1889 г.

Колесов, А. Поемные луга в долине р. Лопани. 1899 г.

Танфильев, У. Геоботанический очерк Полесья. 1899 г.

Воейков, А. Климат Полесья. 1899 г.

Эрдели, Я. Об осушительных работах в Минской губ. 1910 г.

Пиотровский, П. Практика осушения болот. 1913 г.

Петров, И. Болота долины р. Яхромы. 1912 г.

Кирсанов, А. К вопросам опытного изучения болот Полесья в целях культуры. 1914 г.

Вихляев, И. Торфяные болота. 1914 г.

Костяков, А. Основные элементы расчета осушительных систем. 1916 г.

Кобранов, К. К вопросу о происхождении болотной сосны. Изв. Лесн. Инст. 1912 г.

Материалы по исследованию рек и речных долин Полесья Полесск. Изыск. Парти. 1916 г.

Флейшер, Н. Устройство лугов и пастбищ на болоте и уход за ними. 1922 г.

Чугунов, Л. Отчет о деятельности Баглачевского болотного опытного участка. 1922 г.

Доктуровский, В. Болота и торфяники, развитие и строение их. 1922 г.

Аболин, Р. Опыт энтомологической классификации болот. „Болотоведе-ние“. 1914 г.

Титов, И. Ход роста сосны в зависимости от гидротермических условий местообитания. Изв. М. О. И. и И. Б. 1916 г.

Спарро, Р. Заметка о росте сфагновых болот. Лесопром. Вестн. 1907.

Брудастов, А. К вопросу о приросте торфяных болот Подмосковного района. Вестн. торф. дела. 1915 г.

Оппоков, Е. Статьи в технической энциклопедии.

Акулов, К. Судходные каналы. 1912 г.

Ганжа, Б. Анализы болотных почв. Журн. Болотоведение. 1913 г.

Некрасов, К. Обыкновенные дороги. 1915 г.

Водарский, Е. Хворостяные работы. 1913 г.

Ермолаев, М. Современное орошение и хлопководство.

Розен, Г. Руководство к устройству и содержанию земских дорог. 1912 г.

Шовгенов, И. Землечерпание Египта при мелиоративных работах. 1913 г.

Труды 2-го съезда инженер-гидротехников. 1913 г.

Статистический Ежегодник. 1921 г.

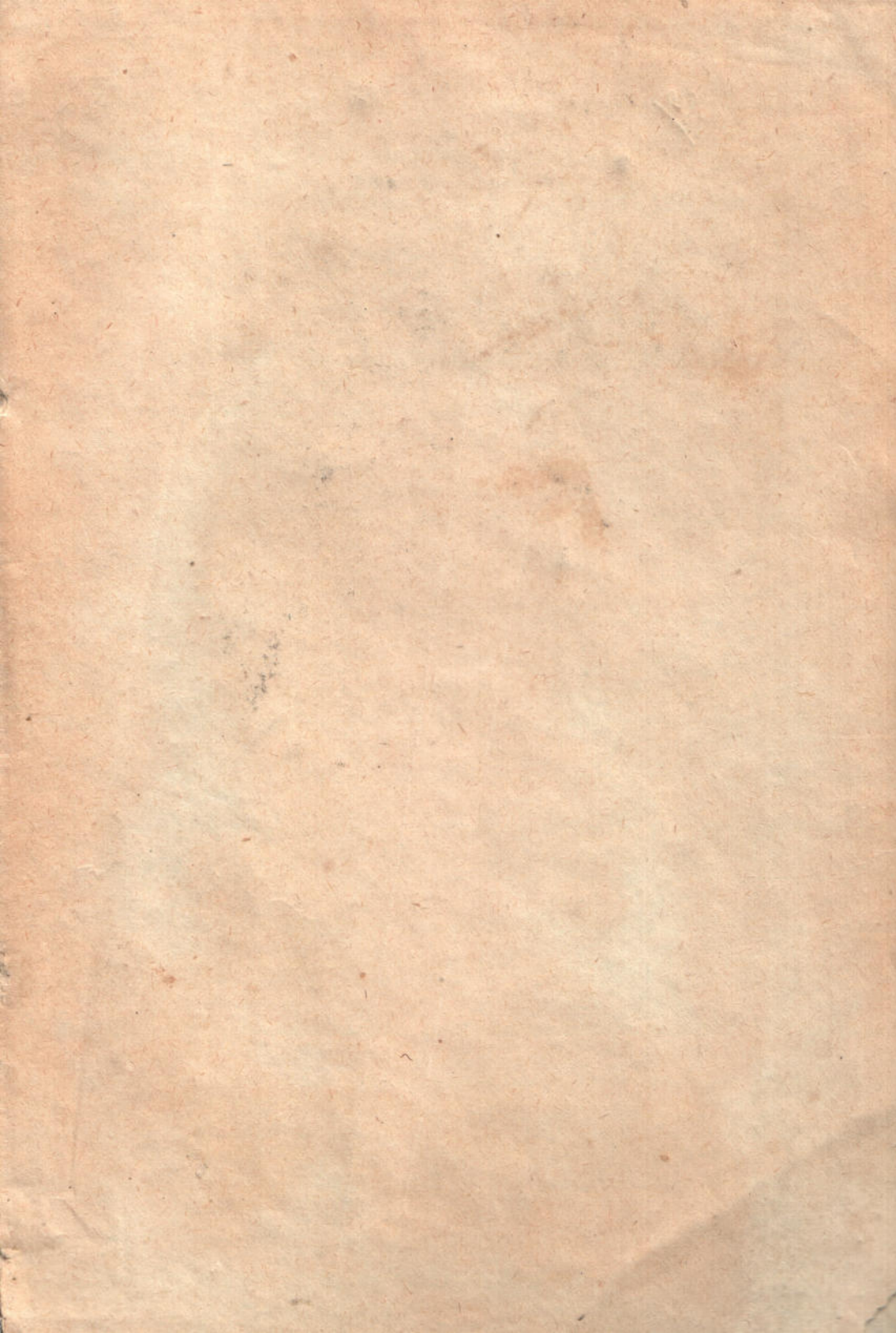
Урочное положение на строительные работы.

Периодические издания:

Болотоведение за 1912—1917 годы.

Известия Московск. Об-ва изучения и использования болот. 1915—1917 г. г.

- Мелиорационный журнал. 1913—1915 г.г.
Вестник торфяного дела.
Известия научно-экспериментального торфяного института.
Ежегодник отдела земельных улучшений.
Материалы Западной Опытно-мелиоративной организации.
Иностранная литература:
Handbuch der Moorkultur. Bersch. 1912 г.
Die Bodenmelioration. G. Jchewior 1909 и 1912 г. г.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften. T. III. Landwirtschaftliche Bodenverrtessungen. J. Spöttle. 1911 г.
Grundlehren der Kulturtechnik. Ch. Vogler. 1899 г.
Kulturtechnischer Wasserbau. A. Friedrich. 1907 г.
Die Entwässerung der Moore. A. Kornella. 1905 г.



150

5-85

Amesbury

Ch

