

КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

**НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ
В КАРЕЛЬСКОЙ АССР**

ПЕТРОЗАВОДСК

1959

УТВЕРЖДЕНО К ПЕЧАТИ
РЕДАКЦИОННО - ИЗДАТЕЛЬСКИМ СОВЕТОМ
КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АН СССР

Ответственный редактор
Л. Я. Лепин

И. М. Нестеренко

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИИ НА ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ

Систематическое повышение культуры сельскохозяйственного производства на основе широкого использования достижений агрономической науки и передового опыта, повышение урожайности и дальнейший рост площадей сельскохозяйственного использования в Карельской АССР неразрывно связаны с мелиорацией как вновь осваиваемых, так и старопахотных земель.

Олонецкая равнина занимает площадь около 18 тыс. га и является одним из основных сельскохозяйственных районов Карельской АССР.

Для разработки наиболее прогрессивных методов и способов осушения в условиях заболоченных озерно-ледниковых равнин республики в конце 1953 г. был организован опытный мелиоративный стационар в колхозе им. Калинина Олонецкого района.

ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Озерно-ледниковые отложения, как показали исследования отдела геологии Карельского филиала АН СССР, имеют значительные площади распространения в различных районах республики. Наибольшую площадь занимают отложения приледниковых озер в районе восточного побережья Ладожского озера (Олонецкая равнина), к западу от г. Петрозаводска (Шуйская депрессия) и в низовьях р. Волды (Онежско-Водлинская равнина).

Отложения приледниковых озер по своему литологическому составу довольно постоянны и представлены в первую очередь ленточными глинами, затем суглинками, супесями и реже песками.

В пределах Олонецкой озерно-ледниковой равнины коренные породы представлены архейскими кристаллическими образованиями и песчано-глинистыми кембрийскими и верхнедевонскими отложениями, глубина залегания их 80—120 м. Четвертичные отложения представлены широко развитыми озерно-ледниковыми ленточными глинами и суглинками, подстилаемыми валунными суглинками ледниковой эпохи, а также широко распространенными песчано-глинистыми отложениями, залегающими с поверхности. Образования Ладожского периода представлены сапропелитами и покровными суглинками. На значительной площади равнины на глубине 0,2—1,0 м залегает погребенная оторфованная прослойка мощностью 0,1—0,8 м.

Наиболее распространены дерново-подзолисто-глеевые, дерново-подзолисто-глееватые и дерново-болотные глеевые почвы. Тяжело- и среднесуглинистые почвы, покровные суглинки и ленточные

глины имеют чрезвычайно низкие коэффициенты фильтрации (0,0001—0,000005 см/сек).

Олонецкая равнина представляет собой плоскую низменность со средними уклонами поверхности от 0,0001 до 0,0007, что сильно усложняет отвод избыточных поверхностных вод. У берегов рек Олонки, Мегреги, Инемы и Туксы наблюдаются несколько возвышающиеся над равниной прирусловые валы. Равнину окружает кольцо болот: на севере — «Луйко-Суо», на востоке — «Задки», на юге — «Большое» и «Сармягское», которые возвышаются над минеральной частью равнины на 1,5—2,0 м.

Проведенные Ленгипроводхозом наблюдения за режимом грунтовых вод показывают, что постоянный горизонт в торфяниках поддерживается в основном за счет атмосферных осадков. Для того чтобы оградить прилегающую к болотам территорию Олонецкой равнины от подтопления, необходима система нагорных каналов. Наблюдения показывают, что существующий ловчий канал в северной части равнины значительно понижает уровень грунтовых вод.

Гидрографическая сеть представлена р. Олонкой и ее притоками — Туксой, Мегрегой с притоком Инемой. Все реки имеют хорошо разработанные русла, проходящие в высоких и крутых берегах, возвышающихся над горизонтом воды на 3—4 м. Паводковые расходы проходят в бровках реки. Территория Олонецкой равнины изрезана густой сетью магистральных каналов, уровень воды в которых подтопляется реками лишь в ранневесенний период.

Расположенная на юге республики Олонецкая равнина находится в более благоприятных климатических условиях по сравнению с северными районами.

Если на севере республики среднегодовые температуры отрицательны ($-0,5^{\circ}$), то в районе г. Олонца среднегодовая температура равна $+2,5^{\circ}$. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 156 дней. Среднее годовое количество осадков за многолетний период (63 года) составляет 584 мм с колебаниями в отдельные годы от 430 мм (1951 г.) до 780 мм (1952 г.).

Для выявления распределения осадков в течение года нами были просмотрены декадные и месячные суммы осадков за период с 1928 по 1956 гг. в связи со сроками проведения сельскохозяйственных работ.

В среднем за этот период сход снега с полей приходится на середину апреля, а весенние полевые работы начинаются только через месяц, в середине мая, из-за переувлажненности почвы талыми водами. В период весеннего сева обычно испарение с поверхности сильно увлажненной почвы составляет значительную величину — около 40 мм за II и III декады. В то же время за рассматриваемый период 6 раз (в среднем один раз за 4 года) сумма атмосферных осадков за II и III декады мая значительно превышала 40 мм. В эти годы вследствие переувлажнения почвы период проведения весенних полевых работ еще более растягивался (до 10—15 июня).

Основной период роста и развития сельскохозяйственных культур в условиях Карельской АССР — июнь, июль и август. В среднем величина испарения и транспирация в течение этого периода составляет 2 мм в сутки. Месячные суммы осадков в июне—сентябре за весь период с 1928 по 1956 гг. представлены на рис. 1. На рис. 1 месячные суммы осадков в июне—августе менее средней месячной суммы испарения (60 мм) зачернены (месяцы с недостатком осадков для нормального развития сельскохозяйственных культур). Как видно из рис. 1, в течение вегетационного периода довольно часто наблюдается недостаток

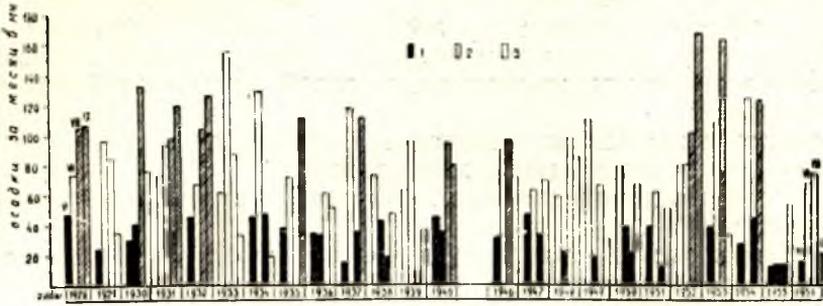


Рис. 1. Распределение осадков в июне—сентябре за многолетний период.
1 — недостаток осадков в июле—августе; 2 — избыток осадков в период уборки урожая; 3 — нормальные осадки.

осадков. Если сильно засушливые годы, когда в период вегетации наблюдается 3 засушливых месяца подряд, довольно редки (1955 г.), то двухмесячный период засухи наблюдается уже 5 раз в 24 года (21%). Наличие хотя бы одного месяца за период июнь—август с количеством осадков менее 60 мм наблюдается 21 раз в 24 года. Особенно часто засушливый период наблюдается в июне (16 раз из 24 лет наблюдений).

В августе на Олонецкой равнине начинается уборка зерновых и сев озимых, сентябрь — основной период уборки сельскохозяйственных культур. Наблюдения показывают, что в этот период выпадение осадков более 90 мм в месяц сильно затрудняет проведение озимого сева и уборочных работ. Как видно из рис. 1 (заштрихованные столбики), переувлажнение в августе—сентябре наблюдалось 11 раз в 24 года; из них 5 раз переувлажнение наблюдалось в оба месяца.

Анализ распределения осадков в течение вегетационного периода позволяет сделать следующие выводы:

1. В весенний и осенний периоды года часто выпадает значительное количество осадков, переувлажняющих почву. Поэтому мелиорации весной и осенью должны быть направлены на отвод избыточных вод с полей.

2. Часто наблюдаемый засушливый период в начале лета (июнь) ставит вопрос о необходимости регулирования влажности почвы с тем, чтобы весной создавать запас влаги, а отводить только избыточные воды.

Существующая в настоящее время густая сеть осушительных канав с расстояниями между ними 20—40 м не обеспечивает полный и своевременный отвод избыточных поверхностных вод, не создает оптимальный водно-воздушный режим, необходимый для нормального развития сельскохозяйственных культур, препятствует применению таких передовых методов агротехники, как квадратно-гнездовая посадка картофеля и овощных культур, перекрестный сев зерновых культур, способствует засорению полей сорняками, сильно снижает производительность современных сельскохозяйственных машин и механизмов.

Вот почему изучение эффективных, передовых методов осушения Олонецкой и других озерно-ледниковых равнин, характерных для КАССР, стало одной из первоочередных задач. При выборе оптимальных схем осушения для исследования в условиях нашей республики исполь-

зовался опыт наиболее близких нам в почвенно-климатическом отношении Ленинградской области, Латвийской, Литовской и Эстонской ССР.

На опытных участках Олонцкого мелиоративного стационара изучается возможность реконструкции старой осушительной сети канав с применением:

- а) агромелиоративных мероприятий для ускорения поверхностного стока (узкозагонная вспашка, гребневание);
- б) мелиорации подпахотного горизонта (рыхление, глубокая безотвальная вспашка);
- в) разреженного гончарного дренажа в сочетании с агромелиоративными мероприятиями;
- г) систематического гончарного дренажа.

УЗКОЗАГОННАЯ ВСПАШКА

Для изучения агромелиоративных мероприятий в конце 1953 г. был выбран участок площадью 8 га на окультуренных старопахотных подзолисто-глеевых среднесуглинистых почвах. Данная почвенная разность, расположенная вдоль берегов рек Олонки и Мегреги, занимает 13,2% площади Олонцкой равнины.

Работы в течение 1954—1955 гг. проводились в основном в направлении изучения влияния узкозагонной вспашки на сток, водно-воздушный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Наряду с изучением агромелиоративных мероприятий при существующей густой сети канав необходимо было разрешить вопрос о возможности реконструкции старой сети канав. С этой целью была запахана одна старая канава, и расстояние между канавами доведено до 80 м.

Узкозагонная вспашка проводилась на полосах шириной 80 и 40 м по схеме, при которой пашется одновременно три загона (рис. 2). Ширина загонов при узкозагонной вспашке 12—13 м. Оставшееся понижение на месте старой запаханной канавы послужило разъемной бороздой.

Контрольные полосы шириной 40 м были вспаханы всвал, как в основном пахутся все посевные площади колхоза.

В июле 1954 г. был произведен широкорядный посев озимой ржи по методу С. И. Радченко: высевалось два рядка ржи и три рядка горохо-овсяной смеси на силос; после сева на полосах с узкозагонной вспашкой были нарезаны одноконным плугом поперечные водоотводные борозды через 50—70 м. Устья поперечных водоотводных борозд и места пересечения их с разъемными бороздами очищались вручную. Осенью 1955 г. на этом участке проведена яблевая узкозагонная вспашка, весной 1956 г. — посев горохо-овсяной смеси на силос и на зеленый корм.

Кроме того, узкозагонная вспашка была проведена на ряде других площадей колхоза им. Калинина: в 1954 г. на площади 10 га под яровую пшеницу, в 1955 г. на такой же площади, а в 1956 г. на площади 17 га под посев озимой ржи.

На опытном участке проводились как одновременные наблюдения и определения основных водно-физических свойств почв и грунтов, так и стационарные круглогодичные наблюдения за атмосферными осадками, влажностью почвы, уровнем грунтовых вод, испарением с поверхности почвы и транспирацией, температурой почвы и стоком.

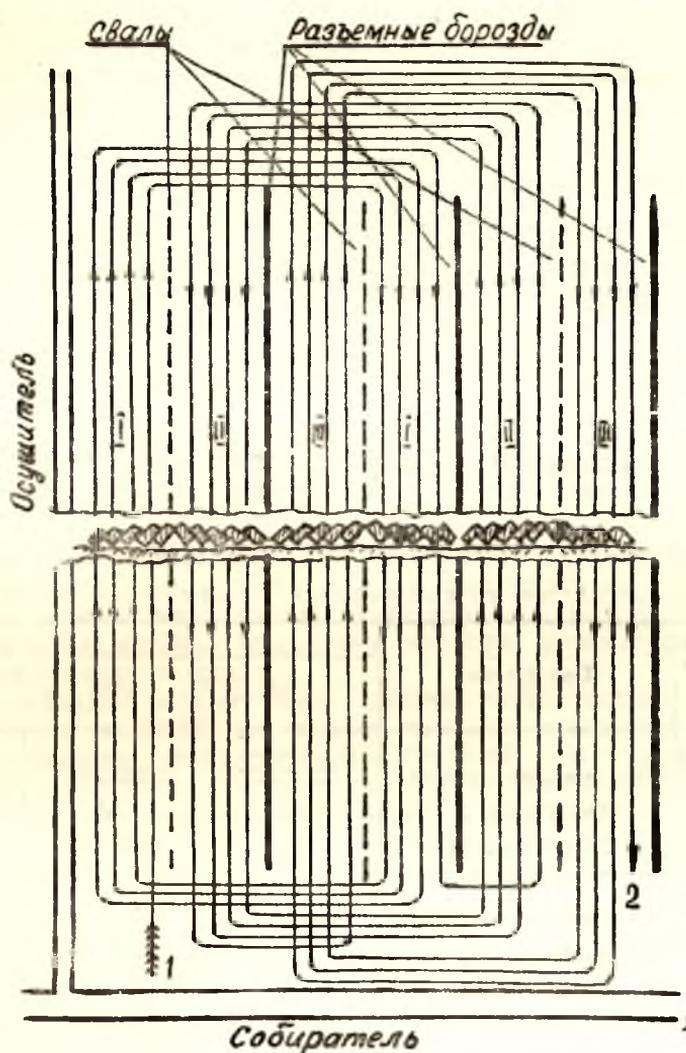


Рис. 2. Схема вспашки узкими загонами.
 1 — начало работы; 2 — конец работы; I—I — полосы, вспахиваемые при первом круге; II—II — полосы, вспахиваемые при втором круге; III—III — полосы, вспахиваемые при третьем круге.

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

За рассматриваемый трехлетний период наблюдений (1954—1956 гг.) климатические условия были различными (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что 1954 г. как по общему количеству осадков, так и по распределению их относится к чрезвычайно неблагоприятным годам избыточного увлажнения. 1955 г. был, напротив, чрезвычайно засушливым, в течение вегетационного периода ощущался острый недостаток влаги. По общему количеству осадков 1956 г. близок к 1955 г., но распределение осадков в течение вегетационного периода было более благоприятным.

Таблица 1

Год	Осадки (в мм)												Всего за год
	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1954	50,3	14,5	28,5	21,8	14,1	26,4	122,6	43,7	121,4	80,2	79,9	65,2	668,6
1955	57,3	37,2	34,2	27,3	58,7	12,1	13,5	13,8	53,8	88,9	61,6	19,3	477,7
1956	37,1	5,8	17,7	16,8	30,6	15,9	66,8	73,4	20,9	100,4	53,8	53,2	495,4
Средние многолетние	33	29	29	29	41	43	64	81	75	67	56	37	584

По распределению осадков в течение года можно выделить несколько периодов (табл. 2). За начало зимнего периода принята

Таблица 2

Распределение атмосферных осадков по периодам

Период	Показатели	Годы		
		1954	1955	1956
Зима	Начало и конец периода	1 XII-15/IV	1/XII-30/IV	21/XI-30/IV
	Число дней	136	151	162
	Осадки (в мм)	144,5	221,2	109,7
Весна	Начало и конец периода	16/IV-31/V	1/V-10/VI	1/V-31/V
	Число дней	46	41	31
	Осадки (в мм)	22,5	67,8	30,6
Лето	Период	1/VI-11/VII	10/VI-10/IX	1/VI-20/VII
	Число дней	41	92	50
	Осадки (в мм)	34,6	33,5	34
дождь	Период	12/VII-18/VIII	—	21/VII-21/X
	Число дней	37	—	43
	Осадки (в мм)	150,8	—	131,4
Осень	Период	18/VIII-11/IX	—	3/IX-27/IX
	Число дней	25	—	25
	Осадки (в мм)	23,0	—	3,0
дождь	Период	11/IX-30/XI	10/IX-30/XI	28/IX-31/X
	Число дней	81	82	34
	Осадки (в мм)	265,8	201,1	109,0

дата установления устойчивого снегового покрова (в среднем — 1/XII), за конец — начало интенсивного таяния снега и стока талых вод, приходящееся на середину — конец апреля. Количество выпавших за весь этот период осадков должно быть отведено с полей после снеготаяния за 6—8 дней, чтобы не вызвать гибели или резкого снижения урожая озимых хлебов и многолетних трав, а также чтобы обеспечить более раннее начало проведения весенних полевых работ. Необходимо при этом учитывать, что на площадях, прилегающих к селениям или покрытых кустарником, запас воды в снеге может быть выше общего количества твердых осадков, выпавших за зиму. Так, в 1956 г. запас воды в снеге на опытном участке, расположенном вблизи селения, равнялся 153 мм, а количество осадков за зиму — 109,7 мм.

Весенний период — от начала интенсивного таяния снега до перехода среднесуточной температуры через 10° — непродолжителен. Затяжная холодная весна наблюдалась в 1955 г.; в мае 1956 г. шли дожди. Из-за низких температур и длительной переувлажненности почвы весенние полевые работы в эти годы проводились в основном в июне.

Во все три года в начале лета (рис. 1) наблюдались засушливые периоды (так, например, в 1956 г. за период 50 дней выпало около 30 мм осадков). Период летних дождей приходился на июль—август.

В начале осени наблюдались сухие периоды продолжительностью до 25 дней, после которых со середины сентября начинались затяжные и обильные осенние дожди.

Таким образом, и в эти годы распределение осадков в течение вегетационного периода показывает, что если в весенний и осенний периоды необходим своевременный и быстрый отвод значительного количества избыточных вод, то на период засухи в начале лета, а в отдельные годы и на все лето, необходимо создавать запас влаги в почве для обеспечения нормальных условий роста сельскохозяйственных растений.

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВО-ГРУНТОВ

Почвы опытного участка характеризуются следующим типичным профилем:

- | | |
|---|----------------|
| А — темно-серый горизонт, среднесуглинистый, с непрочной комковатой структурой и включениями корней растений (пахотный горизонт) | 0—23 см. |
| В ₁ — зеленовато-желтоватый, среднесуглинистый горизонт, местами с большим количеством корневых трубок и охристо-ржавых пятен, плотный (подпахотный) | 23—40 см. |
| В ₂ — хорошо минерализованная погребенная оторфованная прослойка темно-серого цвета | 40—50 см. |
| С — легкий суглинок, тонкослоистый, с чередующимися слоями глины и супесей, с многочисленными корневыми трубками светло-желтого цвета (материнская порода) | 50—120 см. |
| С _г — ленточная глина, оглееная, тонкослоистая, сизовато-серая | 120 см и ниже. |

Данные анализов водно-физических свойств по всем вышеуказанным горизонтам приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Водно-физические свойства грунтов

Горизонт	Объемный вес (в г/см ³)	Удельный вес (в г см ³)	Порозность (в %)	Полная влагоемкость (в % по объему)	Максимальная молекулярная влагоемкость (в % по объему)
Пахотный	1,00	2,45	60,0	55,0	21,2
Подпахотный . .	1,20	2,60	53,8	47,5	19,4
Оторфованная прослойка . . .	1,07	2,50	57,5	53,0	21,0
Материнская порода	1,67	2,67	37,5	34,6	22,6

Фильтрационные свойства грунтов изучались методом Болдырева и методом восстановления воды в скважинах. Результаты определений коэффициента фильтрации по прибору Болдырева приводятся в табл. 4.

Таблица 4

Коэффициенты фильтрации, определенные по Болдыреву (в см/сек)

Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Оторфованная прослойка	Материнская порода	
			супесь	глина
0,00200	0,00010	0,00360	0,00010	0,00006
0,01400	0,00200 ¹	0,00130	0,00010	0,00004
0,00200	0,00006	—	—	—
0,00370	0,00140 ¹	—	—	—
0,00200	0,00020	0,00170	—	0,000005

Данные водно-физических исследований почво-грунтов показывают, что пахотный горизонт почвы и погребенная оторфованная прослойка имеют небольшой объемный вес, высокую влагоемкость и достаточно высокие коэффициенты фильтрации. Но эти два слоя разобщены суглинком, имеющим низкую влагоемкость и малые коэффициенты фильтрации (0,00006—0,0001 см/сек).

На отдельных участках подпахотный горизонт пронизан большим количеством ожелезненных корневых трубок, оставленных отмершими корнями хвоща. Число трубок диаметром 1—3 мм достигает 600—700 штук на квадратный метр. На этих участках коэффициент фильтрации возрастает в десятки раз и достигает величины 0,002 см/сек.

Суглинки и глины имеют чрезвычайно низкие коэффициенты фильтрации (0,00005—0,000005 см/сек) и практически являются водонепроницаемыми.

¹ В подпахотном слое много корневых трубок.

Было поставлено большое число опытов по определению коэффициента фильтрации методом восстановления воды в скважинах. Результаты определения близки в пределах одного метода вычисления, но сильно отличаются при использовании различных формул. В табл. 5 приводятся значения коэффициентов фильтрации, вычисленных по разным формулам. Для сравнения приводятся также значения коэффициента фильтрации, полученного по методу Болдырева.

Таблица 5

Коэффициенты фильтрации (в см/сек) для суглинков и глин

Место определения	По формуле Х. А. Писарькова	По формуле Доната	По формуле Г. Д. Эркина	По Болдыреву	$K = \frac{5r^2}{H} \operatorname{tg} \alpha$
Полоса 2	0,000340	0,000170	0,000030	0,000065	0,000045
Полоса 2	0,000200	0,000100	0,000020	0,000065	0,000040
Полоса 3	0,000160	0,000080	0,000010	—	—
Полоса 2	0,000360	0,000180	0,000040	0,000045	0,000080
СМК 8	0,000020	0,000010	0,000001	0,000005	0,000004
СКВ 7а	0,000020	0,000010	0,000002	0,000005	0,000004
СКВ 2 (оторфованная)	0,020000	0,010000	0,001000	0,004000	0,003000

Формула Доната: $K = 16,3 \frac{r^2}{H} \operatorname{tg} \alpha$ (1)

Х. А. Писарьков уменьшил величину $a = \frac{\pi}{\ln \frac{R}{r}}$, соответственно увеличив числовой множитель в формуле (1) в два раза (1937).

Х. А. Писарьков уменьшил величину a , исходя из данных по фильтрации грунтов, по-видимому, завышенных. Так, например, коэффициент фильтрации для почво-грунта Олонекской равнины определен величиной 0,016 см/сек (по Роте), безусловно завышенной, о чем говорят многочисленные определения коэффициентов фильтрации, проведенные как нами, так и Ленгипроводхозом (рис. 3). При принятой Х. А. Писарьковым величине $a=0,16$ радиус влияния скважины должен быть равным $20 \cdot 10^6$ м, что не может иметь места.

По нашим наблюдениям, в суглинистых и глинистых грунтах Олонекской равнины влияние скважины при откачке воды не успевает распространяться на расстояние свыше 1—1,5 м. В этом случае $a=1,1$, и формула Доната приобретает вид:

$$K = 5 \frac{r^2}{H} \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

При откачке в оторфованной прослойке радиус влияния достигает 10—15 м, и множитель в формуле Доната должен быть уменьшен в два раза, т. е.

$$K = 8,2 \frac{r^2}{H} \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

Известна формула Г. Д. Эркина (1940) для определения коэффициента фильтрации методом откачки в торфах:

$$K = 3,5 \frac{r^2}{H + D} \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

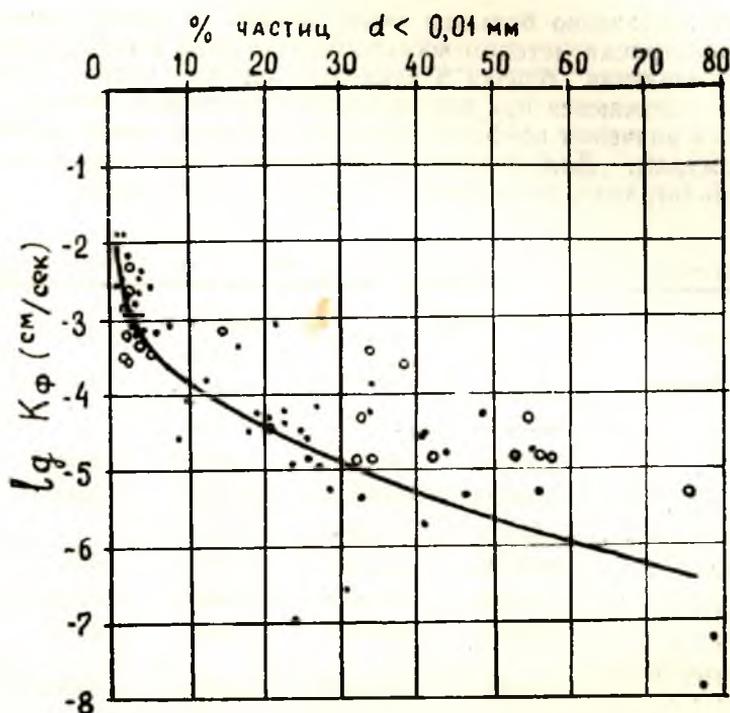


Рис. 3. Зависимость коэффициента фильтрации от механического состава грунтов.

Как следует из табл. 5, по формулам (2), (3), (4) и по методу Болдырева получены наиболее близкие значения коэффициентов фильтрации.

Из этого следует, что при определении коэффициентов фильтрации методом восстановления воды в скважинах после откачки можно пользоваться уравнением Доката с учетом величины радиуса влияния скважины в различных грунтах.

По коэффициентам фильтрации грунтов на Олонецкой равнине, определенным Ленгипроводхозом (1953, 1955) методом откачки воды из скважины в песчаных и супесчаных грунтах, по методу Болдырева, наливом воды в шурфы для суглинистых и глинистых грунтов и по механическому составу их нами был построен график зависимости логарифма коэффициента фильтрации от процента содержания частиц диаметром менее 0,01 мм, выраженного в процентах (рис. 3). Несмотря на некоторую разбросанность точек, можно установить зависимость этих величин по кривой параболической формы. На основании графика можно получить средние значения коэффициентов фильтрации для грунтов различного механического состава (табл. 6).

Безусловно, в культурном почвенном слое коэффициенты фильтрации определяются в большей степени не механическим составом, а рядом других факторов, таких, как агрегатность, способ обработки почвы и др.

Таблица 6

Зависимость коэффициентов фильтрации от механического состава грунтов

Название грунта	% содержания физической глины (0,01 мм)	Коэффициент фильтрации (в см/сек)
Глина легкая	50—70	0,0000005—0,000003
Суглинок тяжелый	40—50	0,000003 —0,000003
средний	30—40	0,000006 —0,00002
легкий	20—30	0,00002 —0,00004
Супесь	10—20	0,00004 —0,0002
Песок связный	5—10	0,0002 —0,0006

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ

В настоящее время при определении запаса продуктивной влаги, т. е. влаги, легко доступной растениям, из общего количества воды в определенном слое почво-грунта вычитают объем воды, соответствующий влажности устойчивого завядания.

Исследованиями А. Ф. Лебедева (1930), подтвержденными впоследствии рядом других работ (Волобуев, 1953; Карасев, 1940), установлено, что величина максимальной молекулярной влагоемкости близка к значению влажности завядания. Однако большинство исследователей при определении влажности завядания исходили из величины максимальной гигроскопичности.

С. Богданов, Н. А. Качинский и др. принимали величину влажности завядания, равную двойной максимальной гигроскопичности; Н. В. Лобанов применял множитель от 2 до 3 в естественных условиях и 1,5—2,0 при ослабленной транспирации (Роде, 1952); в системе гидрометслужбы (Процеров, Карасев, 1939) был принят множитель 1,34. В многочисленных исследованиях отношение коэффициента завядания к максимальной гигроскопичности колебалось от 1,2 до 3,5.

В последнее время широкое распространение получил вегетационный метод определения влажности завядания (метод проростков), а также устанавливается зависимость последней от осмотического давления почвенного раствора.

Такое многообразие методов и значительные колебания верхнего предела влажности завядания обусловлены тем, что влажность завядания является величиной переменной, зависящей от внешних условий транспирации, вида и возраста растений, осмотического давления почвенного раствора и др. Э. Рассел (1955) указывает, что «не найдется двух таких исследователей, которые дали бы согласное определение момента начала завядания растений».

В нашей работе все основные расчеты велись по определению содержания свободной воды, равного общему запасу воды в почве в процентах от объема за вычетом максимальной молекулярной влагоемкости.

Простота определения величины максимальной молекулярной влагоемкости с помощью пресса, константность ее и близость к значению влажности завядания для почв тяжелого механического состава, полученной по другим вышеуказанным методам, позволяет с достаточной точностью вычислять запасы свободной воды в почве.

Кроме того, представляется более целесообразным в качестве нижнего предела влажности почвы, обеспечивающей жизнеспособность сельскохозяйственных культур, принимать не влажность завядания, при которой начинается гибель растения, а более высокую величину.

По данным содержания свободной воды были построены изоплеты влажности в слое почвы мощностью 60 см для основного варианта опыта и контроля за 1954—1955 гг. (рис. 4).

Как видно из рис. 4, влажность почвы в весенний период на полосах с узкозагонной вспашкой устанавливается в пределах оптимальных значений (10—20% свободной воды по объему, что соответствует влажности 55—65% от полной влагоемкости) значительно раньше, чем на контроле. Так, в 1955 г. на полосе шириной 80 м оптимальная влажность установилась 16 мая, а на контроле только 22 мая. В 1956 г. весенняя обработка почвы на полосах с узкозагонной вспашкой проведена на 3—5 дней раньше и более качественно, тогда как на контроле и при более поздних сроках обработки были оставлены незасеянные отдельные сильно переувлажненные западины.

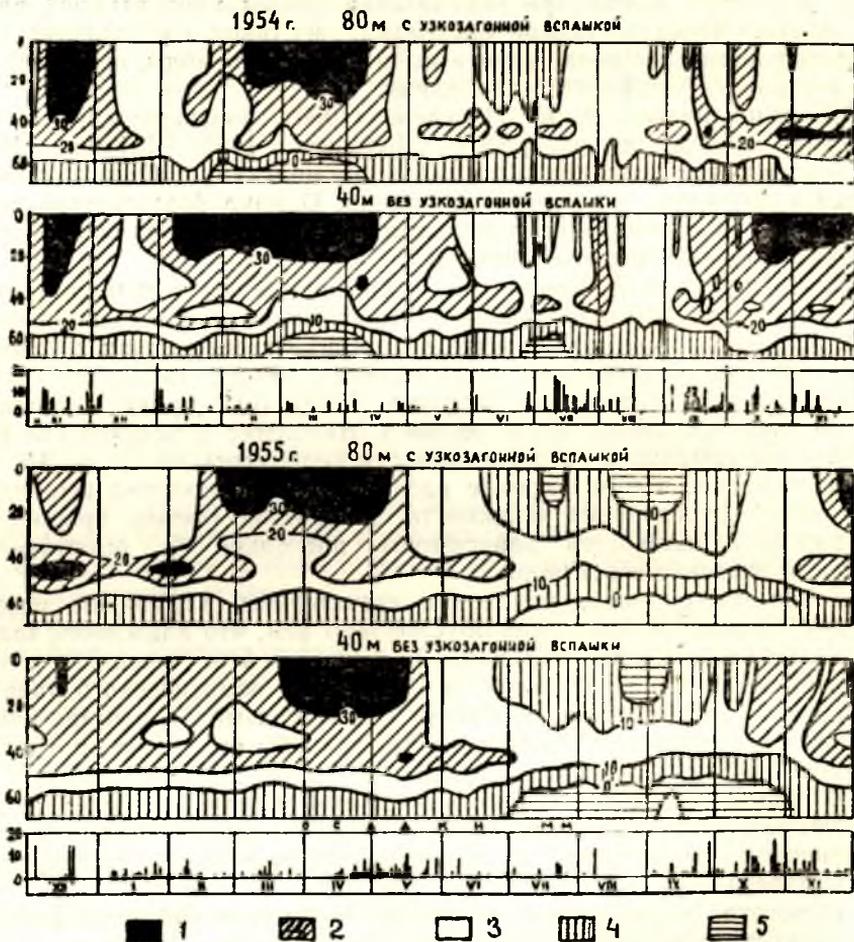


Рис. 4. Изоплеты влажности почвы за 1954—1955 гг.

Свободной воды: 1 — 30—40%; 2 — 20—30%; 3 — 10—20%; 4 — 0—10%; 5 — 10—0%.

В 1954 г. после выпадения летних дождей на полосах с узкозагонной вспашкой установился оптимальный режим влажности (10—20% свободной воды по объему), в то время как на контрольных полосах наблюдалось частичное переувлажнение пахотного горизонта почвы: В осенний период, после выпадения значительного количества осадков, на первом варианте было отмечено только кратковременное переувлажнение пахотного горизонта, в то время как на контроле содержание свободной воды сразу превысило 20%, а в октябре — 30%. Наряду со значительным переувлажнением почвы на контрольных участках наблюдалось скопление воды во всех понижениях микрорельефа, что неизбежно привело к вымочкам озимых культур.

В период летней засухи в 1954 и 1956 гг. и в засушливое лето 1955 г. наблюдалось значительное иссушение пахотного горизонта почвы. Влажность опускалась до значения максимальной молекулярной влагоемкости, а в июне—августе 1955 г. — и ниже ее. Но в этот период большую регулирующую роль сыграла оторфованная прослойка, влажность которой даже в засушливый период не опускалась ниже оптимальных значений.

Озимые культуры, значительно укоренившиеся к периоду просыхания почвы, не испытывали недостатка в почвенной воде, получая последнюю из подпахотного горизонта. Но яровые культуры, посеянные в бесструктурную тяжелую почву, быстро просыхающую с поверхности, при отсутствии дождей не смогли хорошо укорениться и испытывали острый недостаток влаги.

Колебание влажности в зависимости от глубины почвы и количества выпадающих осадков в 1954 г. представлено на рис. 5.

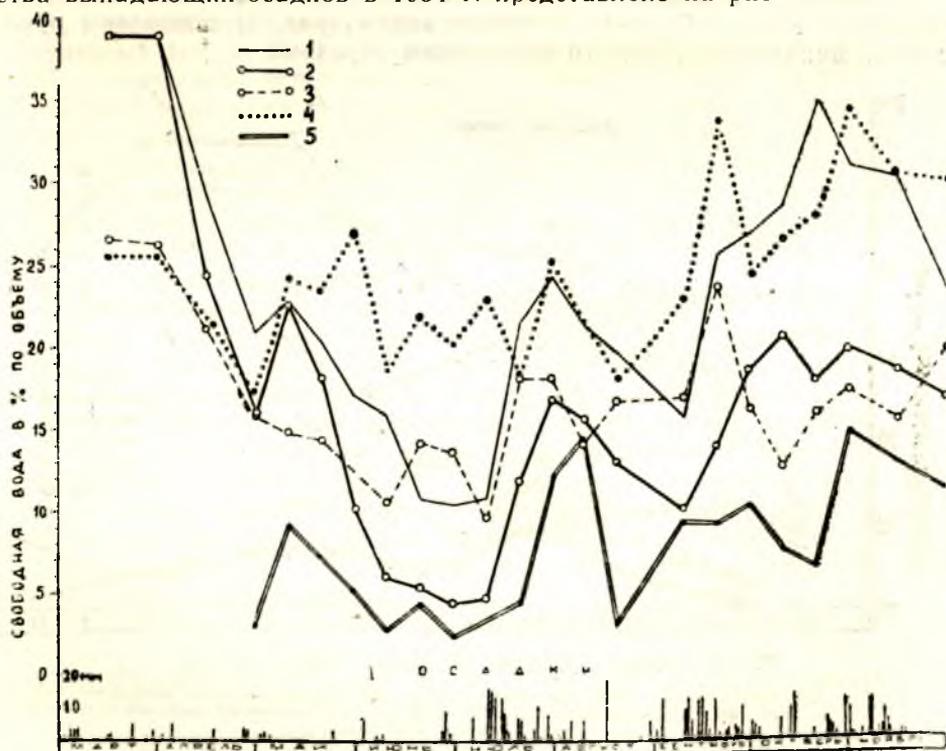


Рис. 5. Влажность почвы по горизонтам, 1954 г.

Содержание свободной воды по горизонтам: 1 — пахотный горизонт, 40 м; 2 — пахотный горизонт, 80 м с узкозагонной вспашкой; 3 — подпахотный горизонт; 4 — оторфованная прослойка; 5 — материнская порода.

Наибольшие колебания наблюдаются в пахотном горизонте, где повышение влажности происходит сразу же после выпадения осадков, при этом агромерелиоративные мероприятия значительно выравнивают эти колебания. С глубиной колебания затухают и происходят с некоторым запозданием во времени после выпадения осадков. В оторфованной прослойке влажность изменялась в небольших пределах и только в конце засушливого периода 1955 г. опустилась несколько ниже оптимальных значений на контрольных полосах. Количество свободной влаги в оторфованной прослойке (10 см) к концу засушливого периода в среднем составило 10 мм, или 100 м³ воды на гектар.

В зимний период наблюдается перераспределение влажности в первую очередь в пахотном горизонте почвы, наиболее подверженном воздействию внешних условий (температуры, промерзания, снегового покрова).

Большинство наблюдений, проведенных в основном в центральных и южных районах страны, указывают на значительное увеличение влажности почвы зимой.

Б. В. Поляков (1946), как и большинство других авторов, объясняет это перемещением водных паров из глубинных слоев почвы и конденсацией их в холодных слоях.

Отмечая наличие конденсационного процесса, Н. А. Качинский (1927) не придает ему значительной роли в изменении влажности почвы в зимний период.

В. Р. Волобуев (1953) отмечает перемещение влаги из талой почвы в нижние слои снега из-за разности температур между почвой и снегом.

Данные по влажности почвы в зимний период на Олонецком стационаре и данные Олонецкой метеостанции (рис. 6) позволяют представить динамику влажности следующим образом.

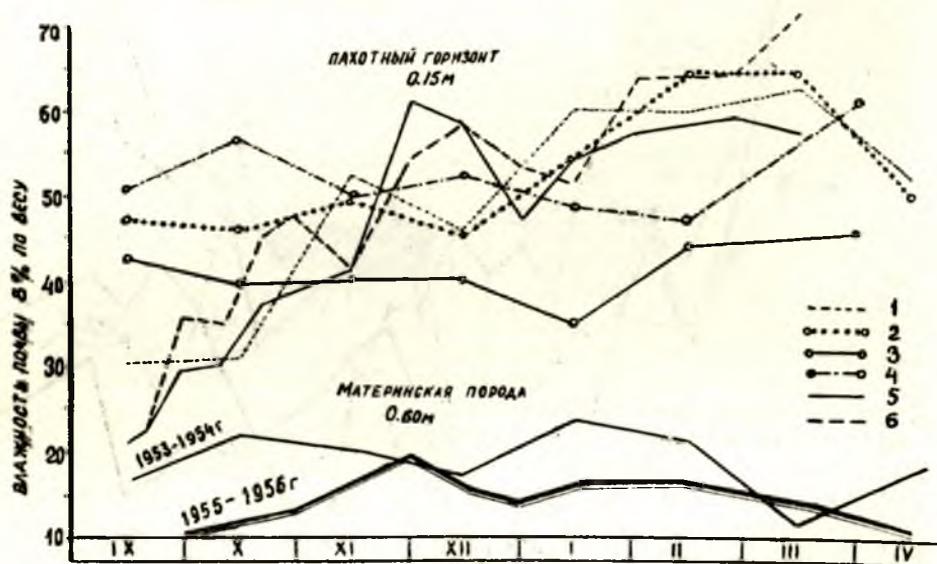


Рис. 6. Изменение влажности почвы в зимний период.

1 — 1951—1952 гг.; 2 — 1953—1954 гг.; 3 — 1954—1955 гг. (узкозагонная вспашка);
4 — 1954—1955 гг. (контроль); 5 — 1955—1956 гг. (узкозагонная вспашка);
6 — 1955—1956 гг. (контроль).

После сравнительно сухой осени (1951 и 1955 гг.), когда влажность почвы к началу зимнего периода незначительная, при наступлении

первых заморозков и промерзании верхнего слоя почвы происходит увлажнение верхних холодных горизонтов почвы за счет конденсации паров воды, поднимающихся из нижних более теплых горизонтов. К концу декабря—началу января, когда снежный покров достигает значительной глубины, что при незначительных среднемесячных температурах в первую половину зимы не вызывает сильного промерзания почвы, а местами почва остается еще талой, происходит перемещение влаги из верхнего горизонта почвы в снег с образованием подснежного фирна. С наступлением постоянных низких температур и значительным уплотнением снега во вторую половину зимы происходит повышение влажности в верхних горизонтах почвы за счет конденсации и достижения величины полной влагоемкости к началу снеготаяния.

В том случае, когда снег выпадает на сильно переувлажненную почву, до наступления сильных морозов происходит понижение влажности в верхних горизонтах почвы как за счет конденсации влаги в снежном покрове, так и за счет оттока и понижения уровня грунтовых вод. В теплую зиму 1954/1955 гг. при наличии мощного снегового покрова почва промерзла всего на 10—20 см, и до февраля наблюдалось снижение влажности с выравниванием последней по обоим вариантам опыта (узкозагонная вспашка и контроль). В феврале и особенно в конце марта с увеличением промерзания произошло повышение влажности почвы.

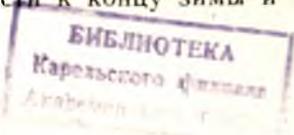
По наблюдениям Я. Е. Уйска (1955), внутрипочвенное обледенение, аккумуляция значительных количеств воды в мерзлой почве происходит сильнее в конце зимы, причем образование льда усиливается при высоком стоянии уровня грунтовых вод. Как показывают наши наблюдения, перемещение влаги в виде водяных паров при глубине залегания грунтовых вод до 2—3 м незначительно. Обычно хорошо выраженное кристаллическое строение льда наблюдается лишь в крупных порах пахотного горизонта почвы и в корневых трубках, пронизывающих подпахотный горизонт. При увеличении промерзания почво-грунтов во вторую половину зимы вода, поднимающаяся по капиллярам, замерзает в форме горизонтальных прослоек льда в зоне переохлаждения. По мере опускания нижней границы зоны промерзания появляются новые прослойки льда, образование которых начинается в горизонтальных трещинах грунта.

Значительное повышение влажности наблюдается в слое почвы толщиной 5—10 см на границе оторфованной прослойки и подпахотного горизонта. Здесь конденсация влаги происходит в виде горизонтальных прослоек льда толщиной до 3—5 мм (рис. 7).

Увлажнение верхних горизонтов почвы во вторую половину зимы за счет поднятия воды из нижележащих горизонтов подтверждается иссушением последних (рис. 6). Так, во вторую половину зимы 1954 г. наряду со значительным повышением влажности в пахотном горизонте почвы наблюдалось снижение влажности на глубине 60 см с 24 до 11% по весу, в 1956 г. влажность в этом горизонте снизилась с 18% в декабре до 10% в апреле.

Характер замерзания и промерзания почвы, изменение влажности в зимний период имеет важное гидрологическое значение. Значительное промерзание почвы с повышением влажности до полной влагоемкости и выше ее увеличивает коэффициент стока.

Агрономелиоративные мероприятия, снижая влажность почвы в осенний период, обеспечивают более благоприятный режим влажности в зимний период, при котором происходит постепенное нарастание влажности к концу зимы и замерзание воды в тяжелых суглинистых



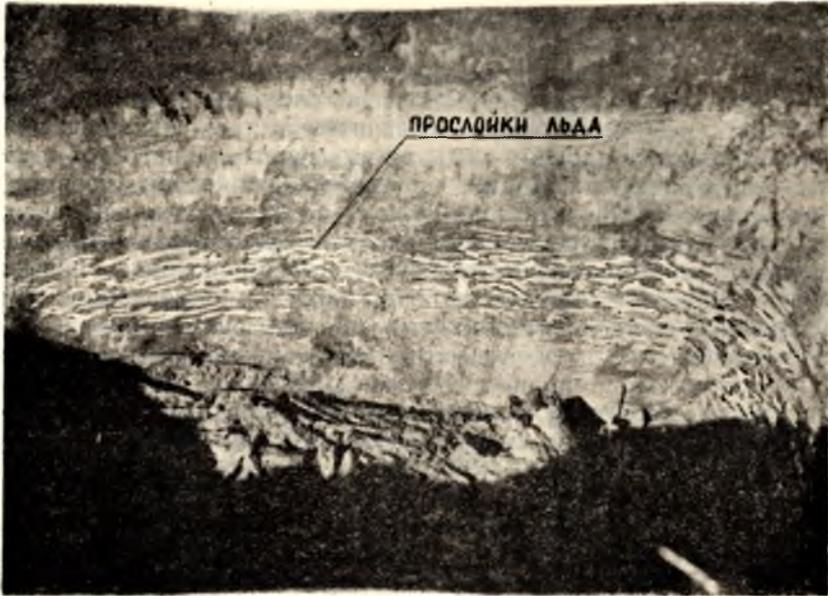


Рис. 7. Прослойки льда в мерзлой почве.

почвах в форме горизонтальных напластований многочисленными микро- и макрослоями.

При конденсации влаги в пахотном горизонте почвы на полосах с агроулучшающими мероприятиями часть пор остается свободной, не занятой кристаллами льда. Если к тому же осенью проведена зяблевая вспашка, почва была хорошо разрыхлена, но не переувлажнена благодаря отводу избыточных вод, то объем пор в пахотном горизонте почвы значителен. Весной 1956 г. наполнением шурфов, вырубленных в мерзлой почве, определялась водопроницаемость; она достигла $0,1 \text{ см/сек}$.

Коэффициенты фильтрации мерзлого подпахотного горизонта по опытам 1957 г. оказались равными $0,00001 \text{ см/сек}$, т. е. в 10 раз ниже, чем в летний период. До полного оттаивания подпахотного суглинка инфильтрация через него затруднена. При проведении агроулучшающих мероприятий на данном участке (опыт 1956 г.) вода быстро проникала в почву и по пахотному горизонту стекала в понижения, в борозды. Следовательно, хорошо выполненные поперечные водоотводные борозды начинают работать сразу же с началом таяния снега и обеспечивают быстрый своевременный сброс избыточных поверхностных вод и установление оптимального режима влажности почвы.

ИСПАРЕНИЕ

Наблюдения за испарением с поверхности почвы и транспирацией растениями проводились в течение 1954—1956 гг. по испарителям Попова, а в 1956 г. дополнительно по испарителям малого объема (800 см^3) — микроиспарителям. Кроме того, использованы данные Олонецкой метеостанции по испарителям ГГИ-500. Достаточно частая смена монолитов (через 10—15 дней в испарителях Попова и через

2—3 дня в микроиспарителях), сохранение растительности в монолитах и установка испарителей без значительного нарушения естественных условий — все это позволило получить достаточно точные и близкие в нескольких повторностях данные (табл. 7). Как следует из табл. 7, при значительном увлажнении почвы осадками данные по испарителям Попова и микроиспарителям даже несколько выше полученных по испарителям ГГИ-500. В осенний период испарители ГГИ-500, наоборот, показывают завышенные величины, которые не увязываются ни с температурой, ни с осадками.

Таблица 7

Среднесуточная величина испарения (в мм), 1956 г.

Месяц	ГГИ-500	По испарителям Попова	По микроиспарителям					контроль		Осадки (в мм)	Среднемесячная температура воздуха (в °С)
			полоса 80 м с узкозагонной вспашкой					6	7		
			1	2	3	4	5				
Июнь (III декада)	2,54	2,70	2,40	2,30	1,90	2,1	—	—	2,10	14,2	16,6
Июль . . .	1,65	2,05	1,95	1,85	1,85	2,5	2,40	—	—	66,8	13,7
Август . .	1,60	1,90	1,60	1,65	1,50	1,8	1,60	1,9	1,75	73,4	12,8
Сентябрь .	1,85	0,90	0,80	1,25	0,80	0,9	1,20	1,3	1,40	20,9	7,4

В засушливый период (III декада июня) микроиспарители дают несколько меньшие величины испарения и транспирации по сравнению с испарителями Попова, в условиях же достаточного увлажнения и при частой смене микроиспарители (при неглубоком расположении корней растений) работают хорошо и могут быть рекомендованы для проведения наблюдений наряду с испарителями Попова.

Комплект испарителей Попова (эвапорометр, сменный и постоянный лизиметры) позволяет наряду с испарением определять величины конденсации, просачивания и капиллярного поднятия (табл. 8).

Таблица 8

Испарение, конденсация, просачивание и капиллярное поднятие за вегетационные периоды 1954 и 1955 гг.

Год и период наблюдений	Варианты опыта	Испарение		Конденсация		Просачивание		Капиллярное поднятие	
		сумма (в мм)	мм/сутки	сумма (в мм)	мм/сутки	сумма (в мм)	мм/сутки	сумма (в мм)	мм/сутки
1954 (с 25 VI по 19 X)	Узкозагонная вспашка на полосе шириной 80 м	155,1	1,7	36,0	0,32	138,7	1,7	37,5	0,34
	Контроль (40 м) . .	174,2	2,0	30,5	0,29	91,2	1,5	72,4	0,68
1955 (с 16 V по 30 X)	Узкозагонная вспашка на полосе шириной 80 м	202,8	1,4	35,7	0,22	144,5	1,5	57,6	0,35
	Контроль (40 м) . .	211,7	1,5	38,6	0,23	125,5	1,3	37,6	0,23

Из табл. 8 следует, что испарение с контрольных полос выше, что объясняется большей увлажненностью последних по сравнению с полосами, на которых проведены агрономелиоративные мероприятия. Наоборот, процессы конденсации, просачивания и капиллярного поднятия на полосах с узкозагонной вспашкой идут несколько интенсивнее, чем на контроле.

Сравнение полученных месячных величин испарения с вычисленными величинами испарения по графикам Б. В. Полякова и А. С. Конторщикова показывает достаточную близость вычисленных и фактических значений (рис. 8) в отдельные месяцы.

Благодаря возможности использования вышеуказанных графиков имеющиеся данные по испарению за вегетационный период дополнены испарением за осенне-зимний период и получены величины испарения за год (табл. 9).

Следовательно, в засушливое лето 1955 г. испарение по сравнению с более влажным 1954 г. уменьшилось приблизительно на 70 мм. С прекращением осадков и высыханием пахотного горизонта почвы испарение в июле 1955 г. резко сократилось — до 26—28 мм по сравнению с 75 мм в июне того же года.

На долю испарения, по данным 1954—1956 гг., приходится величина от 50 до 60% от общего количества осадков.

Поэтому важное значение в годовом балансе влаги приобретает поверхностный сток.

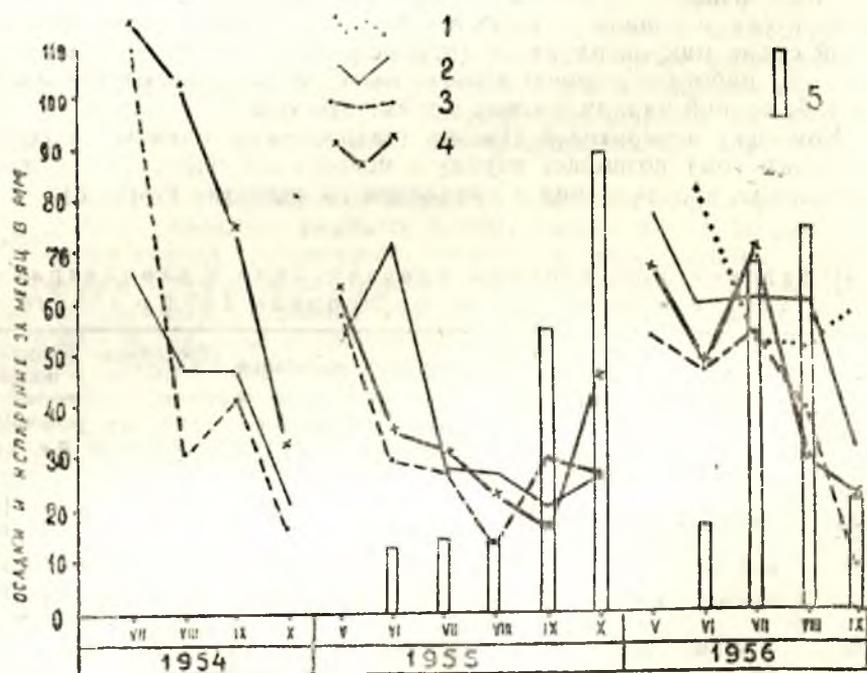


Рис. 8. Графики испарения с поверхности почвы.

1 — по испарителям ГГИ-500; 2 — по испарителям Попова; 3 — по графикам Полякова; 4 — по графикам Конторщикова; 5 — осадки.

Таблица 9

Испарение по месяцам (в мм)

Год	Варианты опыта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сум- ма за год
1954	Узкозагонная вспашка . . .	3	2	8	15	50	53,0	65,0	47,0	47,0	22,0	2	2	316,0
	Контроль . . .	3	2	8	15	50	53,0	67,0	66,0	48,0	31,0	2	2	343,0
1955	Узкозагонная вспашка . . .	4	3	3	10	52	71,1	28,2	27,2	19,3	26,2	6	1	251,0
	Контроль . . .	4	3	3	10	61	75,8	26,6	22,2	21,0	26,9	6	1	270,5
1956	Среднее . . .	3	1	3	12	76	55,0	59,0	60,0	27,0	21,0	5	2	324,0

СТОК

Поверхностный сток при существующей на Олонецкой равнине осушительной сети, отсутствии дополнительных мероприятий и ухода за сетью при слабых уклонах составляет незначительную величину.

Проведение узкозагонной вспашки и поперечной сети водоотводных борозд значительно увеличивают поверхностный сток.

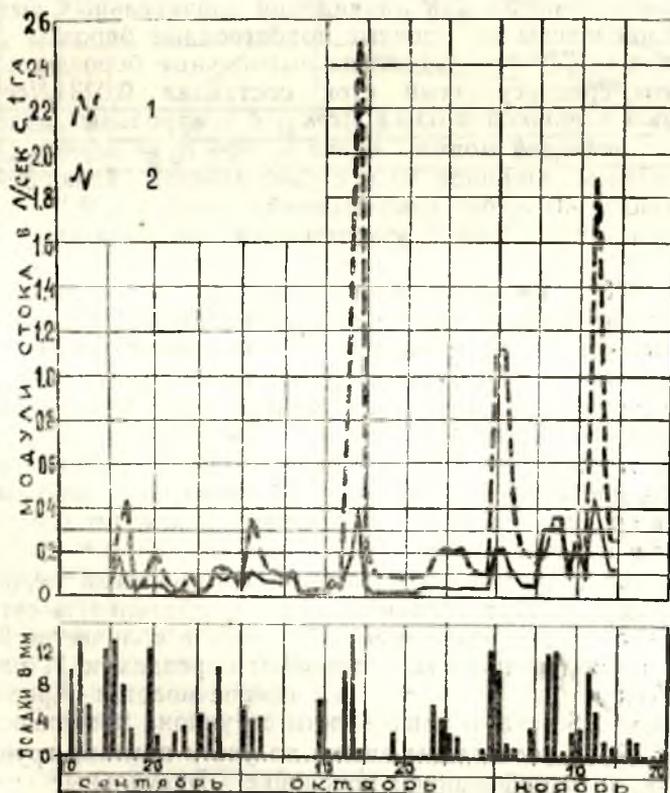


Рис. 9. Поверхностный сток, 1954 г.

1 — канавы через 80 м с узкозагонной вспашкой;
2 — канавы через 40 м, без узкозагонной вспашки.

Осенью 1954 г. поверхностный сток на участках с проведенными агрономелиоративными мероприятиями увеличился примерно в 3 раза по сравнению с контрольными полосами, где агрономелиоративные мероприятия не были выполнены. В отдельные дни, при выпадении большого количества осадков, модули стока на полосах с узкозагонной вспашкой достигали 2,5 л/сек с 1 га, в то время как на контрольных полосах они не превышали 0,4 л/сек с 1 га (рис. 9). Среднемесячные величины модулей стока за осенний период 1954 г. приводятся в табл. 10.

Таблица 10

Модули стока (в л/сек с 1 га). Осень 1954 г.

Варианты опыта	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Среднее за осень
Узкозагонная вспашка	0,115	0,280	0,43	0,275
Контроль	0,052	0,058	0,19	0,100

В 1955 г. за период с 8 по 17/V сток с полос с узкозагонной вспашкой был выше, чем с полос без узкозагонной вспашки, и составлял соответственно 0,87 и 0,68 л/сек с 1 га, несмотря на то, что в начале весны на контрольных полосах для ликвидации значительных вымочек колхозом были проведены выборочные водостводные борозды.

За период с 17/V по 1/VI, когда выборочные борозды на контроле были закрыты, среднесуточный сток составлял 0,023 л/сек с полос с узкозагонной вспашкой и 0,013 л/сек — с контрольных полос.

Средний весенний модуль стока в 1956 г. за период с 6 по 30/V составил с полосы шириной 40 м с узкозагонной вспашкой 0,3 л/сек с 1 га, с полосы 40 м без узкозагонной вспашки — 0,1 л/сек с 1 га, т. е. как и для осени 1954 г. узкозагонная вспашка увеличила сток в среднем в три раза.

Весной 1956 г. на одном из осушителей, расположенном между полосами с узкозагонной вспашкой, у водослива для регистрации колебания стока в течение суток был установлен самописец уровня.

Как видно из рис. 10, поверхностный сток значительно изменяется в течение суток и в ранневесенний период, когда происходит таяние снега и оттаивание мерзлого грунта. Сток зависит как от выпадающих осадков, так и от температуры воздуха. Если температура воздуха в этот период достигает максимума к 12 часам, то максимум стока приходится в среднем на 16 часов, а затем происходит постепенное понижение стока к ночи.

На участках с проведенными агрономелиоративными мероприятиями выпавшие осадки быстро сбрасываются в осушительную сеть. Рис. 11 показывает, что осадки, выпавшие в 10 часов в количестве 2,2 мм, повысили сток по поперечным водоотводным бороздам к 11 час. 30 мин. с 0,4—1,6 л/сек до 0,6—2,5 л/сек, чем обеспечивается сброс выпавших осадков за 0,5—2,5 часа, в зависимости от уклона поверхности.

В 1956 г. были поставлены опыты по учету притока грунтовых вод к осушителям по оторфованной прослойке. Визуальные наблюдения показали, что на больших площадях Олонецкой равнины, где оторфованная прослойка на глубине 40—60 см пересечена осушителями, в период оттаивания грунтов и нахождения грунтовых вод близко

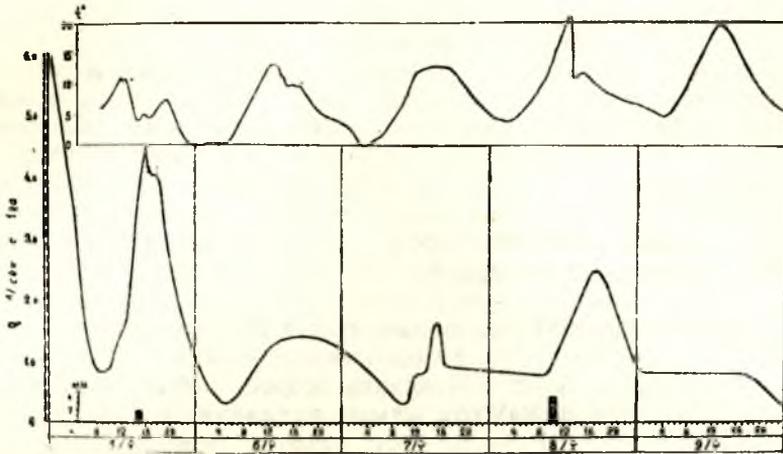


Рис. 10. Ход поверхностного стока.

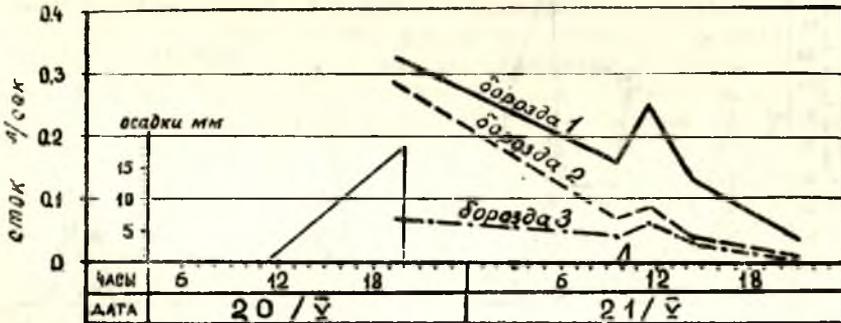


Рис. 11. Сток по поперечным бороздам.

к поверхности (20—40 см) происходит приток воды по прослойке на всем протяжении канав, причем в некоторых местах вода стекает по отдельным ходам в виде непрерывной струйки.

Для количественного учета притока воды весной 1956 г. на откосах осушителей выделялись площадки длиной 0,5 м. В суглинках и глинах ниже оторфованной прослойки устраивались воронки и устанавливались сосуды для сбора воды, стекающей по воронке из оторфованной прослойки. Результаты определений стока за 1956 г. показывают, что величина внутреннего стока составляет в среднем 0,02 л/сек на 1 погонный км длины канавы (с одной стороны) и достигает иногда величины 0,1 л/сек. Следовательно, при расстоянии между осушителями 40 м модули стока за счет внутреннего притока по оторфованной прослойке увеличиваются в среднем на 0,10 л/сек с 1 га, т. е. сильно минерализованная прослойка отводит незначительное количество воды (до 17 мм за период 20 дней), избыточные воды отводятся с полей поверхностным стоком.

Весной 1957 г. были организованы наблюдения за стоком из более мощной (до 20 см) и менее минерализованной оторфованной прослойки. Для наблюдений использовались лотки из жести длиной 0,5 и 1,0 м, помещаемые ниже оторфованной прослойки и полностью

перехватывающие приток воды по ней. Поблизости был установлен плювиограф для наблюдений за осадками. На рис. 12 представлены данные по стоку и осадкам. Как видно из рис. 12, сток из оторфованной прослойки значителен и достигает $1,1 \text{ л/сек}$ на 1 погонный км канавы. После отвода талых избыточных вод при выпадении осадков от 5 до 8 мм сток на отдельных участках повышался на второй день до $0,8\text{--}0,9 \text{ л/сек}$ на 1 погонный км . Средняя величина стока за весенний период составила $0,18 \text{ л/сек}$ на 1 погонный км , или модуль внутреннего стока составлял $0,9 \text{ л/сек}$ с 1 га . Это значит, что при такой величине модуля стока оторфованная прослойка способна отвести за 20 дней до 150 мм осадков. Если же учесть, что с I/XII по I/VI по среднесноголетним данным выпадает около 200 мм осадков, а испарение составляет около 100 мм , то становится ясным, что мощная оторфованная прослойка может обеспечить сброс избыточных вод и при больших расстояниях между открытыми канавами, что подтверждается практикой.

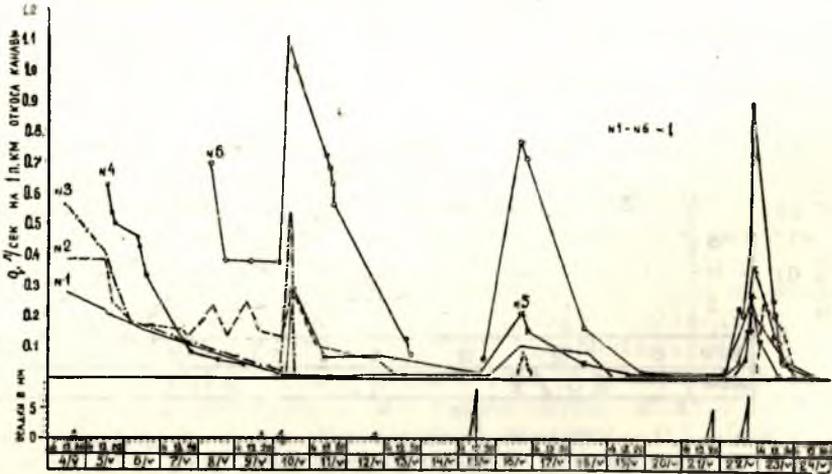


Рис. 12. Сток из оторфованной прослойки.

1—7 — номера опытов по замеру стока.

В 1956 г. в колхозе им. Калинина на землях с мощной оторфованной прослойкой, к тому же трещиноватой, открытая сеть была проведена через 80 и 160 м . Весной 1957 г. эти площади раньше других освободились от талых вод, были своевременно обработаны, проведено глубокое рыхление подпочвы. На полосе шириной 160 м (11 га) была проведена квадратно-гнездовая посадка картофеля (навоз на поле не вносился). Урожай картофеля составил около 100 ц с 1 га . Лишь поздней осенью здесь наблюдалось некоторое переувлажнение пахотного слоя почвы.

Таким образом, мощная оторфованная, прослойка при наличии водопроницаемого подпахотного слоя (либо пронизанного корневыми трубками после трав, либо взрыхленного на всю глубину рыхлителями) обеспечивает отвод избыточных вод при расстояниях между осушителями в 80 и даже до 160 м .

На площадях с менее выраженной оторфованной прослойкой основную роль играет обеспечение поверхностного стока с помощью системы агромелиоративных мероприятий, повышающих величину поверхностного стока до 250 мм в год против 150 мм в контроле.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Наблюдения за уровнем грунтовых вод велись по смотровым колодцам и скважинам, заложенным на глубину 1,5—3,0 м. Часто в летние месяцы наблюдения прерывались, так как уровень грунтовых вод опускался ниже дна смотровых колодцев.

Построенные графики колебания уровней грунтовых вод по средним смотровым колодцам за 1954 г. (рис. 13) и за 1955 г., а также наблюдения по всем смотровым колодцам за 1954—1956 гг. показывают, что в период летнего просыхания происходит равномерное опускание уровня грунтовых вод со средней скоростью 3,2 см/сутки.

Расчеты показывают, что в этот период снижение уровня грунтовых вод происходит в основном за счет испарения поднимающейся по капиллярам воды. В этом случае для периода летнего просыхания можно рассчитать глубину стояния уровня грунтовых вод через t суток, если известен уровень стояния грунтовых вод h_1 в данный момент: $h_t = h_1 + k_1 t$, где k_1 — скорость опускания уровня грунтовых вод под действием испарения в см/сутки.

Для почв Олонецкого мелиоративного стационара величина k_1 колеблется от 2,9 до 3,3 и равна в большинстве случаев 3,2 см/сутки.

Расчеты по приведенному уравнению можно проводить только до глубин, не превышающих высоту капиллярного подъема в данных почвах, т. е. для Олонецкого мелиоративного стационара до 2,5—3,0 м. Это подтверждается наблюдениями 1956 г. по скважинам, заложенным на глубину до 3,5 м. К 1/VIII во всех скважинах уровень грунтовых вод достиг глубины 290—300 см. С 1 по 20/VIII наблюдалось незначительное понижение уровня грунтовых вод (порядка 15—20 см), т. е. скорость опускания уровня грунтовых вод снизилась до 0,7—1,0 см/сутки ввиду нарушения капиллярной связи между уровнем грунтовых вод и испаряющей поверхностью почвы. По этой же причине выпавшие в III декаду августа обильные осадки (53,8 мм) не вызвали подъема уровня грунтовых вод; по-прежнему наблюдалось медленное понижение их.

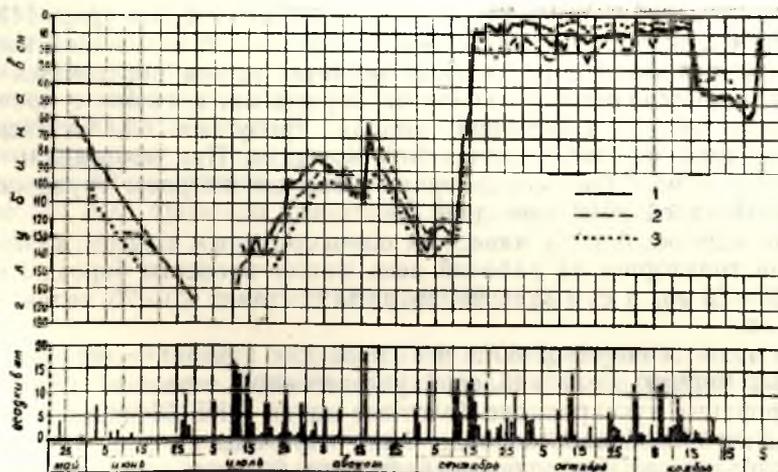


Рис. 13. Колебание уровня грунтовых вод за 1954 г.

1 — открытые каналы через 80 м с узкозагонной вспашкой; 2 — через 40 м с узкозагонной вспашкой; 3 — через 40 м без узкозагонной вспашки.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод на метеостанции (колхоз «Искра») по колодезю, заложенному на глубину 2,5 м, также показывают, что опускание уровня грунтовых вод с постоянной скоростью 1,5—2,0 см/сутки происходит до той глубины, когда прекращается капиллярная связь с верхним слоем почвы (200 см), в последующем уровень грунтовых вод изменяется очень мало.

После выпадения значительного количества осадков во II декаду июля 1954 г. и в сентябре 1955 г. наблюдался быстрый подъем уровня грунтовых вод. В том случае, если между уровнем грунтовых вод и поверхностью почвы существует водная связь по капиллярам, подъем уровня грунтовых вод происходит в основном в течение суток после выпадения значительного количества осадков, при этом 1 мм осадков вызывает подъем уровня грунтовых вод на 9—12 мм, иногда до 17 мм. Из рис. 13 видно, что в осенний период 1954 г. уровень грунтовых вод на контрольных полосах и на полосах с узкозагонной вспашкой, но без поперечных борозд, поднялся по поверхности почвы; на 80-метровой полосе с узкозагонной вспашкой — колебания на уровне подошвы пахотного горизонта. При этом если непосредственно после выпадения осадков и происходил подъем воды до середины пахотного горизонта, то по прекращении осадков в течение суток верховодка сбрасывалась.

С наступлением морозов наблюдается интенсивное снижение уровня грунтовых вод со скоростью 2,5—3,0 см/сутки, т. е. близкой к скорости опускания вод в летний период. Зимнее понижение уровня грунтовых вод наряду с увеличением влажности пахотного горизонта почв происходит за счет капиллярного поднятия и конденсации влаги в верхних слоях почвы.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЗКОЗАГОННОЙ ВСПАШКИ

Узкозагонная вспашка не требует значительных дополнительных затрат труда, облегчает работу тракториста на узких полосах (40 м), т. к. устраняет необходимость петлевого движения трактора при начале вспашки всвал.

При проведении поперечных борозд конным плугом (рис. 14) с расстояниями между бороздами 40—50 м на участках с сильно выраженным микрорельефом с расчисткой вручную устьев поперечных борозд в местах пересечения с разъемными бороздами, а также с прочисткой поперечных борозд в весенний период требуется 60 человеко-дней и 16 коне-дней на 100 га осушаемой площади. При проведении борозд через 70 м и на более выравненных участках затраты труда составят 45 человеко-дней и 12 коне-дней.

При нарезке борозд навесным однокорпусным плугом на тракторе У-2 один тракторист за рабочий день может провести борозды на площади 20—25 га, а суммарные затраты составят 20—25 человеко-дней на 100 га.

На полосах шириной 80 м и больше для нарезки поперечных водоотводных борозд после зяблевой узкозагонной вспашки применялись однокорпусные кустарниково-болотные плуги ПКБ-56 на тяге трактора ДТ-54. За рабочий день борозды были нарезаны на площади до 30 га. Но в этом случае необходимы значительные ручные доделочные работы по устройству устьевых воронок и очистке борозд. Один человек выполняет эту работу на площади 6—7 га за рабочий день. Для более полной механизации нарезки поперечных водоотводных борозд, для



Рис. 14. Проведение поперечных водоотводных борозд конным плугом.

обеспечения лучшей проходимости через борозды других сельскохозяйственных орудий необходимы специальные бороздоделы, которые должны быть в каждой МТС.

В 1954 г. на полосах с узкозагонной вспашкой был получен урожай зеленой массы на силос 165—173 ц/га, на контроле — 126 ц/га. Благодаря проведению узкозагонной вспашки на другом поле была обеспечена уборка урожая яровой пшеницы комбайном, в то время как на контрольных полосах уборка проведена жаткой, и потери урожая составляли 3,5 ц на 1 га.

Озимая рожь после укоса зеленой массы в осенний период 1954 г. была использована для пастьбы скота, поэтому урожай озимой ржи был низкий, но на полосах с узкозагонной вспашкой сбор зерна превысил в два раза сбор с контрольных полос. Благодаря проведению зяблевой узкозагонной вспашки весенние полевые работы в 1956 г. на полосах шириной как 40, так и 80 м были проведены на 3—5 дней раньше и более качественно; урожай зеленой массы гороха и овса на силос на полосе в 80 м составил 113 ц/га при урожае на контроле 86 ц/га. Через месяц был проведен вторичный укос, который дал до 40 ц зеленой массы с 1 га.

ГРЕБНЕВАНИЕ

Одним из наиболее старых агромелиоративных мероприятий является гребневание озимых посевов, широко распространенное на Олонецкой равнине.

Зерновые культуры при гребневании меньше страдают от избытка влаги и дают более высокий урожай. Так, в колхозе им. Сталина Олонецкого района в 1947 г. на полосах с гребневанием был получен урожай озимой ржи 22 ц с 1 га, в то время как рядом на полосах без гребневания — 18,9 ц с 1 га.

Гребни нарезались либо одновременно с посевом озимых культур специально оборудованными тракторными сеялками, либо после сева тракторными окучниками, например, КОН-2,8.

При гребневании, как и при узкозагонной вспашке, необходимо обязательно проводить поперечные водоотводные борозды, без которых это мероприятие не дает эффекта. При этом гребневание имеет то большое преимущество, что поперечные водоотводные борозды, пересекающие в основном гребни и не заглубляющиеся в почву между гребнями, значительно меньше препятствуют механизированной обработке.

В 1954 г. в колхозе им. Калинина гребневание озимых посевов было проведено на больших площадях. Но лишь на небольшой площади были проведены конным плугом поперечные водоотводные борозды через 70—80 и 100—150 м. Весной 1955 г. на тех полосах, где поперечные борозды не были проведены, гребни расплылись, так как одно гребневание лишь способствовало большему задержанию воды, и на отдельных полосах вымочки занимали до 50% площади.

Поперечные борозды значительно ускорили сброс талых вод, но расстояния между ними в 100—150 м оказались большими в условиях тяжелых минеральных почв равнины. Необходимы расстояния 50—80 м, как и при проведении поперечных борозд при узкозагонной вспашке.

Осенью 1955 г. гребневание озимых посевов было проведено на больших площадях во многих колхозах Олонецкой равнины. В колхозе им. Сталина после гребневания на всех площадях конными плугами были нарезаны поперечные водоотводные борозды, что значительно сократило вымочки озимых культур, расход трудодней на спуск весенних талых вод и повысило урожай озимой ржи.

Осенью 1957 г. в колхозе им. Калинина Олонецкого района на всей площади под озимые культуры (80 га) было проведено гребневание и нарезка поперечных водоотводных борозд через 50—80 м.

Весной 1958 г. на этой площади вымочек не было, в то время как в соседних колхозах на полосах шириной как 40, так и 20 м рожь на больших площадях полностью погибла от вымочек.

ПЛАНИРОВКА И ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПОЛОС

Значительные площади сельскохозяйственного использования на Олонецкой равнине имеют невыровненную поверхность с большим количеством западин («блюдец»). Образование их связано в основном с периодом реконструкции старых осушительных систем, когда приходилось запахивать беспорядочную густую сеть канав. Там, где запашка была проведена недоброкачественно, остались понижения.

Образуются западины и при освоении новых земель, если мелиоративные работы проводятся недоброкачественно. Значительная часть верхнего дернового горизонта перемещается при раскорчевке кустарника. Вынутый канавокопателем или экскаватором грунт разравнивается на небольшой площади, отбрасывается грейдерами на расстояние не более 5 м от канавы.

При пахоте вдоль осушителей остаются нераспаханными межники шириной до 1 м, являющиеся естественным препятствием для стока поверхностных вод.

Все это приводит к тому, что талые и дождевые воды задерживаются на поверхности тяжелых суглинистых почв равнины, приводят к вымочкам посевов, к невозможности своевременной обработки почв.

Первоочередным мероприятием в этих условиях является планировка поверхности почвы. Первые опыты планировки поверхности старопахотных земель дорожным угольником в колхозах равнины дали положительные результаты.

Однако проведенные работы по планировке площадей как угольниками, так и грейдером на вновь осваиваемых землях показывают, что полное выравнивание поверхности, а тем более создание профиля полосы может быть достигнуто только в продолжение нескольких лет. На отдельных площадях с сильно выраженным микрорельефом для выравнивания западин потребовалось бы снять весь пахотный горизонт с больших площадей полос. Поэтому работы по планированию и профилированию полос должны проводиться из года в год. Для отвода же воды из существующих западин необходимо проводить выборочное бороздование. Если западины неглубокие, то борозды глубиной 15—20 см проводятся конным орудием в 1—2 прохода. При большей глубине западин борозды нарезаются тракторным навесным орудием.

В колхозе им. Калинина на участке с сильно выраженным микрорельефом на полосах шириной 40 м были проведены тракторным навесным плугом по две продольные борозды, которые соединили отдельные понижения. Из наиболее выраженных понижений были проведены поперечные водоотводные борозды. Это мероприятие значительно сократило вымочки озимой ржи.

Там, где нет необходимости в выборочных бороздах, по нераспаханному межнику вдоль осушителей необходимо проводить через 70—80 м водосбросные воронки.

ПОДПОЧВЕННОЕ РЫХЛЕНИЕ

В условиях маломощных избыточно увлажненных минеральных почв весьма эффективными являются мероприятия, направленные на увеличение мощности пахотного слоя, увеличение влагоемкости подпахотного слоя и улучшение условий отвода избыточных вод из пахотного в подпахотный слой.

Одним из таких мероприятий является глубокая вспашка. Но при глубокой вспашке на поверхность почвы поднимаются малопродуктивные суглинки, ухудшающие агрофизические свойства пахотного горизонта. Поэтому при проведении этого мероприятия необходимо внесение большого количества органических и минеральных удобрений.

В условиях Олонецкой равнины углубление или рыхление подпахотного слоя на глубину 15—20 см может оказать большое влияние на улучшение водного режима почв. Это обусловлено тем, что на больших площадях Олонецкой равнины, как уже указывалось выше, на глубине 40—50 см от поверхности почвы залегает погребенная оторфованная прослойка мощностью до 15 см, имеющая высокую влагоемкость и водопроницаемость.

Но эта прослойка разобщена с пахотным горизонтом практически водонепроницаемыми суглинками. Только местами, где суглинки сильно трещиноваты, пронизаны большим числом корневых трубок или ходами червей, связь между двумя горизонтами существует; здесь поля раньше подсыхают и обрабатываются. В первую очередь это относится к площадям, занятым многолетними травами. Большое число глубоко идущих корней трав пронизывает весь подпахотный горизонт, делает его более рыхлым, более водопроницаемым. Но на больших площадях Олонецкой равнины необходимо механическое рыхление подпахотного горизонта.

Поэтому большой интерес представляет система обработки почвы, при которой производится рыхление подпочвы на глубину до 40—45 см. Глубокая безотвальная вспашка по методу Т. С. Мальцева была принята в колхозах Олонецкой равнины как важное агромелиоративное мероприятие.

Характерной особенностью почв нашей республики является их переувлажненность, поэтому система обработки должна служить не только накоплению полезного на случай засухи запаса влаги, но в первую очередь отводу избыточных вод из пахотного слоя, не ограничению, а усилению доступа воздуха в почву. В связи с этим применение глубокой безотвальной вспашки в наших условиях приобретает не только агрономическое, но не менее важное мелиоративное назначение.

При закладке опытов в 1954 г. предполагалось взрыхлить малопроницаемый подпахотный горизонт на всю его глубину до оторфованной прослойки. Но в большинстве случаев не приспособленными для проведения глубокой безотвальной вспашки сельскохозяйственными орудиями (кустарниково-болотными и обычными плугами со снятыми отвалами) эту задачу полностью выполнить не удалось.

На площади 2 га в колхозе им. Егорова в 1954 г. была проведена глубокая безотвальная вспашка под озимую рожь, рядом на такой же площади была проведена обычная вспашка.

В осенний период на первой полосе озимая рожь выглядела лучше озимой ржи на соседней полосе, несмотря на одинаковую густоту всходов. Как показали анализы, количество нитратов в верхнем слое почвы на полосе с глубокой вспашкой было значительно выше (до 4,5 мг против 2,7 мг на 100 г почвы на контроле).

Объясняется это тем, что при глубокой безотвальной вспашке органико-минеральные удобрения были заделаны в верхнем слое почвы, был создан лучший водно-воздушный режим, значительно интенсивнее протекали процессы нитрификации.

При выпадении значительного количества осадков в осенний период разрыхленный пахотный и подпахотный горизонты почвы были перенасыщены водой ввиду отсутствия отвода избыточных вод с полосы, и условия увлажнения на полосе с глубокой вспашкой в позднеосенний и весенний периоды года сравнялись, если не стали хуже, чем на соседней полосе, где глубокая вспашка не производилась. Этим объясняется то, что летом озимая рожь на обеих полосах выглядела одинаково и прибавки урожая на полосе с глубокой безотвальной вспашкой не было отмечено.

Почти то же произошло и на участке площадью 8 га в колхозе им. Калинина, где осенью 1954 г. была проведена глубокая безотвальная вспашка под зябь. Поздней осенью и весной 1955 г. пахотный горизонт на глубину 30—35 см был перенасыщен водой, почва расплылась. На этом поле весенние полевые работы были проведены в последнюю очередь — в июне.

Все эти факты говорят о том, что в осенний период при севе озимых (и главным образом при вспашке под зябь) необходимо проводить узкозагонную вспашку с обязательной нарезкой поперечных водоотводных борозд, обеспечивающих сброс избыточных вод с поверхности и из пахотного горизонта почвы. Весной на этих полях под яровые культуры проводится либо культивация, либо (при необходимости большего рыхления под пропашные и овощные культуры) глубокая безотвальная вспашка на глубину 40—45 см. После сева зерновых на наиболее тяжелых участках проводится восстановление разъемных и поперечных водоотводных борозд. Глубокою безотвальной вспашку под

посев озимых можно проводить только при обеспечении отвода с участка поверхностных вод. Например, подъем паров производится узкими загонами без нарезки поперечных борозд, а вместо двойки паров — глубокая безотвальная вспашка. В этом случае после сева озимых тракторным однокорпусным плугом или конным плугом восстанавливаются разъемные и нарезаются поперечные водоотводные борозды через 50—80 м.

Так было сделано в колхозе им. Калинина осенью 1955 г. на площади 10 га. Урожай озимой ржи на этом участке составлял 18—20 ц/га.

Высокий урожай озимой ржи в 1956 г. был получен и в колхозе им. Егорова (17 ц с 1 га на площади более 24 га) на тех участках, где была проведена глубокая безотвальная двойка пара и обеспечен поверхностный сброс избыточных вод.

В 1956 г. в колхозе им. Калинина узкозагонная вспашка паровых полей с последующей глубокой безотальной вспашкой проводилась на площади 17 га. Урожай озимой ржи на этой площади составил 7,2 ц/га (поле не было удобрено). На контрольных полосах, расположенных по обе стороны опытных полос, где была проведена только безотвальная вспашка, урожай составил 4,8 ц/га, т. е. в 1,5 раза меньше.

КРотовАНИЕ

Опыты по кротовому дренажу на Олонецкой равнине, проведенные СНИИГМом в 1937—1938 гг., показали, что кротовые дрены в тонкослоистых суглинках и глинах неустойчивы. Заложённые в мае—июне 1937 г. дрены осенью этого же года были почти полностью заполнены кашицеобразной глинистой массой.

Однако на Олонецкой равнине часто можно наблюдать на откосах осушительных канав в оторфованной прослойке оставленные грызунами многочисленные хода в виде кротовин (рис. 15). Эти хода устойчивы, из них весной наблюдался сток воды.



Рис. 15. Кротовины в оторфованной прослойке по откосу канаемы.

Как известно, показателем устойчивости кротового дренажа в грунтах является процентное отношение суммы фракций 0,05—0,005 мм по микроагрегатному анализу к процентному содержанию той же фракции по механическому анализу.

При соотношении $\rho \leq 0,3$ грунт устойчив, если $\rho = 0,3—0,7$ — грунт малоустойчив и при $\rho > 0,7$ — грунт неустойчив.

В табл. 11 приводятся результаты определений устойчивости грунтов Олонецкой равнины, по данным Ленгипроводхоза (1955).

Как видно из табл. 11, наиболее устойчивыми являются грунты на глубине 0,3—0,5 м. В более глубоких слоях грунты малоустойчивы и неустойчивы.

Таким образом, как наблюдения за ходами животных, так и результаты лабораторных определений показывают, что кротовые дрены на Олонецкой равнине можно прокладывать только на глубине 0,3—0,5 м. Но на такой глубине целесообразно закладывать не кротовый дренаж, а проводить кротование почвы одновременно со вспашкой.

Таблица 11

Устойчивость кротовин в грунтах

Глубина взятия образца	ρ	Степень устойчивости
0,5—0,6	0,43	Малоустойчив
0,8—0,9	0,46	"
0,3—0,4	0,22	Устойчив
0,5—0,6	0,47	Малоустойчив
0,8—0,9	0,83	Неустойчив
0,5—0,6	0,34	Устойчив
0,8—0,9	0,48	Малоустойчив
0,3—0,4	0,15	Устойчив
0,5—0,6	0,13	"
0,8—0,9	0,11	"
0,5—0,6	0,35	"
0,8—0,9	0,85	Неустойчив
0,6—0,7	0,42	Малоустойчив
0,8—0,9	0,45	"
0,3—0,4	0,74	"

Сеть кротовин диаметром 6 см нарезается одновременно со вспашкой на глубине 35—40 см на расстоянии 1,0—1,5 м друг от друга.

Опыты по кротованию почв были заложены осенью 1956 г. в колхозе им. Калинина Олонецкого района. Как показали раскопки, нож кротователя, разрезая подпахотный слой, оставляет в суглинке шель шириною 1—10 мм. Кроме того, грунт растрескивается и по сторонам щели. Кротовина в оторфованной прослойке получается устойчивая с гладкими стенками. Но там, где кротователь прошел в подпахотном суглинке, уже на следующий год кротовины заиливаются почти полностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, своевременное проведение полевых работ и максимальное использование мощности высокопроизводительных сельскохозяйственных машин в условиях как Олонецкой равнины, так и других районов Карельской АССР связано с отводом избыточных вод с полей. Но при наличии засушливого периода, относящегося к концу весны — началу лета, важное значение приобретает также задача создания достаточного запаса влаги в почве.

Комплексное применение агромелиоративных мероприятий (узкозагонная вспашка с кротованием, узкозагонная вспашка с рыхлением подпахотного горизонта и др.) и применение передовых методов агротехники создают нормальный водный и воздушный режим как в условиях избыточного увлажнения, так и в засушливый период.

Первые производственные опыты, проведенные на Олонецкой равнине, показали высокую эффективность агромелиоративных мероприятий, обеспечивающих прибавку урожая сельскохозяйственных культур на 20—40% и более. Весенняя обработка участков, на которых осенью были проведены агромелиоративные мероприятия, начинается на 3—5 дней раньше.

При применении агромелиоративных мероприятий особое внимание необходимо обращать на своевременность проведения и доведения до конца всех работ. При невыполнении этих условий во многих случаях может быть не улучшение, а ухудшение водного режима при значительном выпадении атмосферных осадков осенью или при значительном весеннем паводке. Поэтому проведение поперечных водоотводных борозд имеет решающее значение при применении всех агромелиоративных мероприятий.

Для Олонецкой равнины, а также для других озерно-ледниковых равнин типа Олонецкой (Ладвинская, Шуйская и др.) в близких почвенно-климатических условиях, при уклонах поверхности меньше 0,001, в зависимости от рельефа, почвы и использования сельскохозяйственных площадей рекомендуется следующий порядок проведения агромелиоративных и связанных с ними агротехнических мероприятий:

А. На посевах озимых культур

(при глубине залегания оторфованной прослойки 40—45 см и меньше)

1 вариант

(при наличии разреженного дренажа)

1. Узкозагонная вспашка с кротованием при последней перепашке пара перед посевом.
2. Рядовой посев.
3. Устройство поперечных водоотводных борозд непосредственно после сева.

2 вариант

(открытая сеть канав через 80—120 м на почвах с мощной оторфованной прослойкой)

1. Узкозагонная или обычная вспашка при подъеме пара.
2. Безотвальная вспашка на глубину 40—45 см при последней перепашке пара.

3. Рядовой посев.
4. Восстановление разъемных и проведение поперечных водоотводных борозд.

3 вариант

(открытая сеть канав через 40 м на более тяжелых почвах при минимальном уклоне поверхности)

1. Узкозагонная вспашка при последней перепашке пара или обычная вспашка.
2. Посев с одновременным гребневанием поверхности поля.
3. Проведение поперечных водоотводных борозд.

4 вариант

(открытая сеть канав через 40 м при наличии на участке замкнутых понижений)

1. Планировка поверхности поля.
2. Вспашка.
3. Рядовой посев.
4. Проведение выборочных продольных и поперечных водоотводных борозд.

Б. На посевах яровых, зерновых и овощных культур (при осушении открытой сетью канав через 40—80 м)

1 вариант

1. Зяблевая узкозагонная вспашка.
2. Устройство поперечных водоотводных борозд.
3. Весенняя культивация.
4. Посев зерновых или посадка пропашных и овощных культур.
5. Восстановление продольных и поперечных водоотводных борозд.

2 вариант

1. Зяблевая вспашка.
2. Устройство продольных и поперечных водоотводных борозд.
3. Весенняя перепашка плугами без отвалов на глубину 40—45 см.
4. Посев зерновых или посадка овощных культур.
5. Проведение поперечных водоотводных борозд после последней продольной обработки пропашных культур.

Ширина загонов при узкозагонной вспашке 12—15 м. Поперечные водоотводные борозды при выравненной поверхности проводятся через 70—80 м, при наличии понижений — через 40—80 м.

ЛИТЕРАТУРА

- Волобуев В. Р. Почвы и климат. М., 1953.
- Карасев Н. К. Сравнение коэффициентов завядания, исчисленных по максимальной гигроскопичности и максимальной молекулярной влагоемкости. «Метеорология и гидрология», № 1—2, 1940.
- Качинский Н. А. Замерзание, разморозание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. М., 1927.
- Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.—Л., 1930.
- Писарьков Х. А. Сравнительная оценка некоторых способов определения коэффициентов фильтрации. Материалы по поднятию производительности с.-х. земель посредством мелиорации, вып. 2. Л., 1937.

- Поляков Б. В. Гидрологический анализ и расчеты. Л., 1946.
- Процеров А. В., Н. К. Карасев. Об исчислении коэффициента завядания по почвенным константам. «Метеорология и гидрология», № 12, 1939.
- Рассел Э. Почвенные условия и рост растений. М., 1955.
- Роде А. А. Почвенная влага. М., 1952.
- Розин В. А. Некоторые опыты по кротовому дренажу. Л., 1938.
- Технический проект осушения и освоения земель Олонецкой равнины КФССР I и II очереди. Ленгипроводхоз, 1953, 1955.
- Уйска Я. Е. Исследования систематического гончарного дренажа. В сб.: «Исследования по гончарному дренажу и народнохозяйственной рентабельности мелиоративных мероприятий». Рига, 1955.
- Эркин Г. Д. Водопроницаемость болот в связи с их осушением. Тр. ВНИИБХ. т. I, вып. 2. Минск, 1940.

В. Н. Ларинин

ОСУШЕНИЕ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ ДЕРЕВЯННЫМ ЖЕЛОБКОВЫМ ДРЕНАЖЕМ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КАРЕЛЬСКОЙ АССР

В условиях Карельской АССР минеральные заболоченные земли вследствие их каменистости осваивать весьма трудно, поэтому основной фонд земель для расширения сельскохозяйственных угодий составляют торфяные болота.

До настоящего времени осушение заболоченных минеральных земель и торфяно-болотных почв в республике осуществляется густой сетью открытых канав с расстоянием между ними 20—30 м, что весьма затрудняет механизацию сельскохозяйственных работ на осушенных площадях. В связи с этим особое значение имеет изучение и распространение опыта строительства дренажных систем на болотах, в частности, деревянного желобкового дренажа, который устраняет вышеуказанные недостатки, позволяет создать оптимальные условия водного, воздушного и теплового режимов почв на осушаемых территориях.

Деревянный желобковый дренаж особенно перспективен в Карелии вследствие повсеместного наличия здесь необходимого строительного материала (тонкомерного леса — подтоварника). В 1954 г. в совхозе им. Зайцева Пряжинского района КАССР было начато строительство этого вида дренажа по проекту, разработанному институтом «Гипросовхозводстрой».

По своему географическому положению совхоз им. Зайцева находится в зоне избыточного увлажнения. При среднегодовом количестве осадков 577 мм переувлажнению почв здесь способствует низкая среднегодовая температура ($+2^{\circ}$ — $+3^{\circ}$) и высокая относительная влажность воздуха.

Осушаемое болото низинного типа грунтового и атмосферного питания с высокой степенью разложения торфа.

Нижние слои торфа относятся к древесным и древесно-тростниковым с высокой степенью разложения (от 55 до 60%). На глубине 3 м они сменяются древесно-осоковыми торфами, мощность которых в восточной части достигает 1 м; в западной части древесно-осоковый торф выходит на дневную поверхность. Степень разложения этого торфа также высокая (в пределах 45—50%). На середине участка верхний слой сложен травяно-осоковыми торфами мощностью свыше 1 м со степенью разложения 20—35%. В восточной части участка древесно-осоковые низинные торфа перекрыты сверху метровым слоем переходных древесно-осоковых и осоковых торфов со степенью разложения 25—35%.

Болото расположено на склоне к Онежскому озеру с уклонами поверхности от 0,008 до 0,02 и занимает площадь около 1200 га.

На одном из участков этого болота, осушенных желобковым дренажем, Институт биологии Карельского филиала Академии наук СССР организовал опытно-мелиоративный стационар, для того чтобы посредством наблюдений за осушительным действием дренажа определить экономически наиболее выгодное и создающее благоприятные условия для получения высоких урожаев расстояние между дренами.

Для изготовления желобковых дрен был использован подтоварник хвойных пород диаметром 8—14 см и длиной 2 м. Подтоварник распиливался на пилофрезерном станке или на пилораме на две пластины, которые подавались на фрезу вторично, и в них выбирался желоб в виде полуокружности диаметром 6 см. Изготовленные таким образом детали развозились по трассам дренажных траншей, где они сколачивались гвоздями 80—100 мм вразбежку в плети длиной 6—10 м с прокладками в щели между пластинами кровельной щепы (рис. 1).

На спланированное дно траншей сначала укладывались поперечные подкладки из отходов дровяной древесины через 1 м, а по подкладкам — сколоченные плети дрен в одну линию. Плетни соединялись в стыках, после выверки уклона дренажной линии по визиркам щели и стыки обкладывались мхом, трубы присыпались вручную грунтом. Последующая засыпка дренажных траншей производилась бульдозером с косым ножом; устья дрен укреплялись камнем или дерном (рис. 2).

В соответствии с проектом расстояния между желобковыми дренами были приняты для прифермского севооборота 25 м и для лугопастбищного — 30 м. На опытном участке испытывались расстояния между дренами 25, 40 и 60 м.

На участке были организованы наблюдения за осадками, уровнем грунтовых вод, стоком из дрен, влажностью почвы и испарением с поверхности почвы.

План опытно-мелиоративного стационара представлен на рис. 3.

На участках с расстоянием между дренами 40 и 60 м было установлено по одному створу из пяти смотровых колодцев; на участке



Рис. 1. Укладка деревянных дрен.

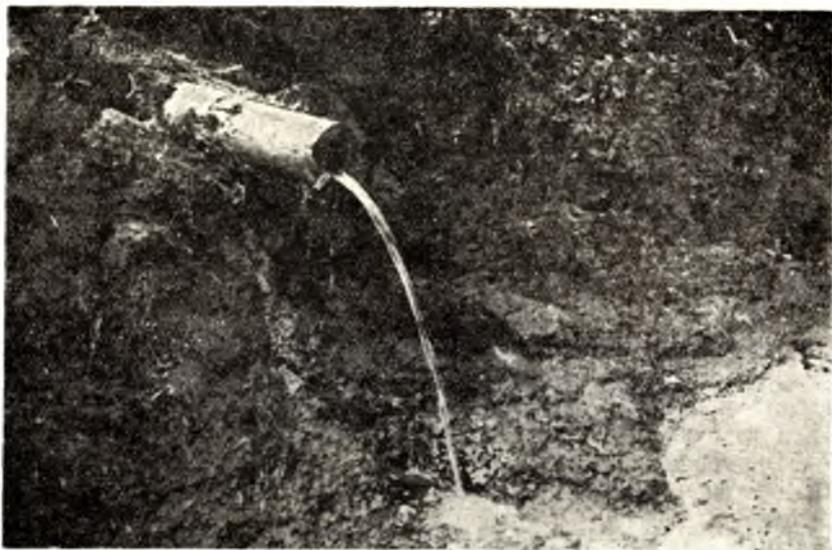


Рис. 2. Устье дрены.

с расстоянием между дренами 25 м — створ из трех колодцев. Произведена нивелировка всех створов и привязка их к реперу.

В весенний, летний и осенний периоды наблюдения за уровнем грунтовых вод ведутся ежедневно, в зимний период — раз в пятидневку и прекращаются в том случае, если замерзает вода в колодце. У средних смотровых колодцев были заложены площадки для взятия проб на влажность почвы. Пробы берутся в трехкратной повторности один раз в 10 дней в летний период и два раза в месяц в зимний период на глубине 0,2, 0,5 и 0,8 м. Влажность определяется термостатным

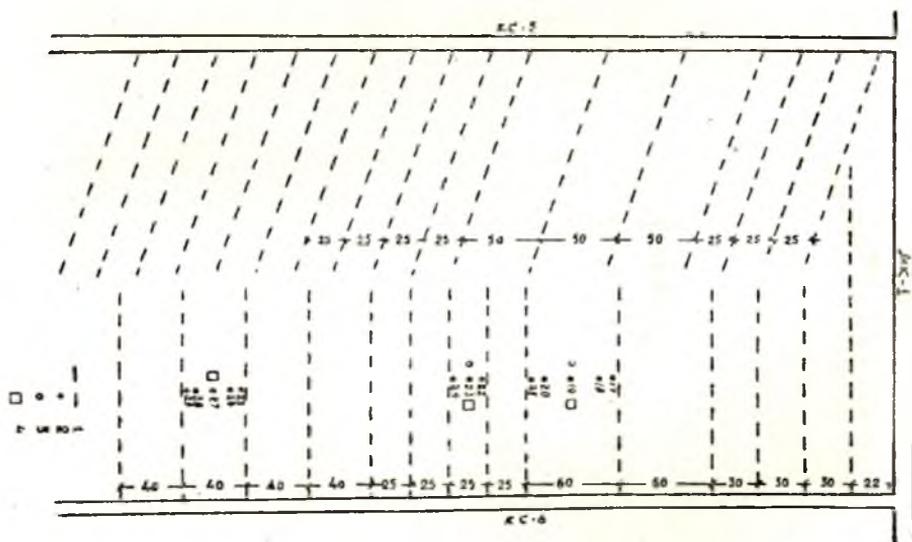


Рис. 3. План опытно-мелиоративного стационара.

1 — дренаи; 2 — смотровые колодцы; 3 — испарители Попова; 4 — площадки для взятия проб на влажность.

методом. На участках с расстоянием между дренами 25 и 60 м у средних колодцев были установлены также почвенные испарители Попова. В 1956 г. наблюдения за испарением проводились по микроиспарителям.

В летний период наблюдения за стоком проводились из 2—3 дрен на каждом участке, при этом вычислялось среднее значение модуля стока. В зимний период наблюдения проводились по одной дрене на каждом варианте расстояний.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод и за стоком в весенний, летний и осенний периоды проводились ежедневно, в зимний период — раз в пятидневку. Наблюдения за атмосферными осадками проводились ежедневно два раза при помощи осадкомера Третьякова.

Распределение атмосферных осадков по месяцам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Месячные суммы осадков за 1954—1956 гг. по совхозу
им. Зайцева (в мм)

Год	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1954—1955 . . .	7,0	—	—	15,2	17,8	46,7	9,9	40,1	18,9	72,9	108,0	51,9
1955—1956 . . .	17,3	34,4	14,7	81,0	55,5	24,1	34,7	90,8	82,4	32,9	110,1	60,1

По количеству осадков, выпавших за время наблюдений с 1 ноября 1954 г. по 6 ноября 1956 г., можно выделить 12 периодов:

1. Осень 1954 г. 1 XI — 1 XII — 77,1 мм
2. Зима 1954—1955 гг. 2 XII — 20 IV — 51,4 "
3. Весна 1955 г. (период максимального стока) 21/IV — 5/V — 17,4 "
4. Весна 1955 г. (период спада стока) 6/V — 15/VI — 43,8 "
5. Лето 1955 г. 16/VI — 2/IX — 64,6 "
6. Осень 1955 г. 3 IX — 13 XI — 199,0 "
7. Зима 1955—1956 гг. 14 XI — 23 IV — 153,7 "
8. Весна 1956 г. (период максимального стока). 24/IV — 7/V — 10,1 "
9. Весна 1956 г. (период спада стока) 8/V — 9 VI — 24,1 "
10. Летняя засуха 1956 г. 10/VI — 18/VII — 49,9 "
11. Летние дожди 1956 г. 19/VII — 2/IX — 171,1 "
12. Осень 1956 г. 3, IX — 6/XI — 154,3 "

Таким образом, по количеству осадков, выпавших в летний период, 1955 г. можно отнести к засушливым, 1956 г. — к дождливым.

Запас воды в снеге составил на 30 марта 1955 г. 85,5 мм при средней плотности снега 0,15, на начало апреля 1956 г. — 101 мм при средней плотности снега 0,22.

Выпавшие в виде дождя осадки и талые воды в весенний период очень быстро повышают уровень грунтовых вод и увеличивают сток (рис. 4).

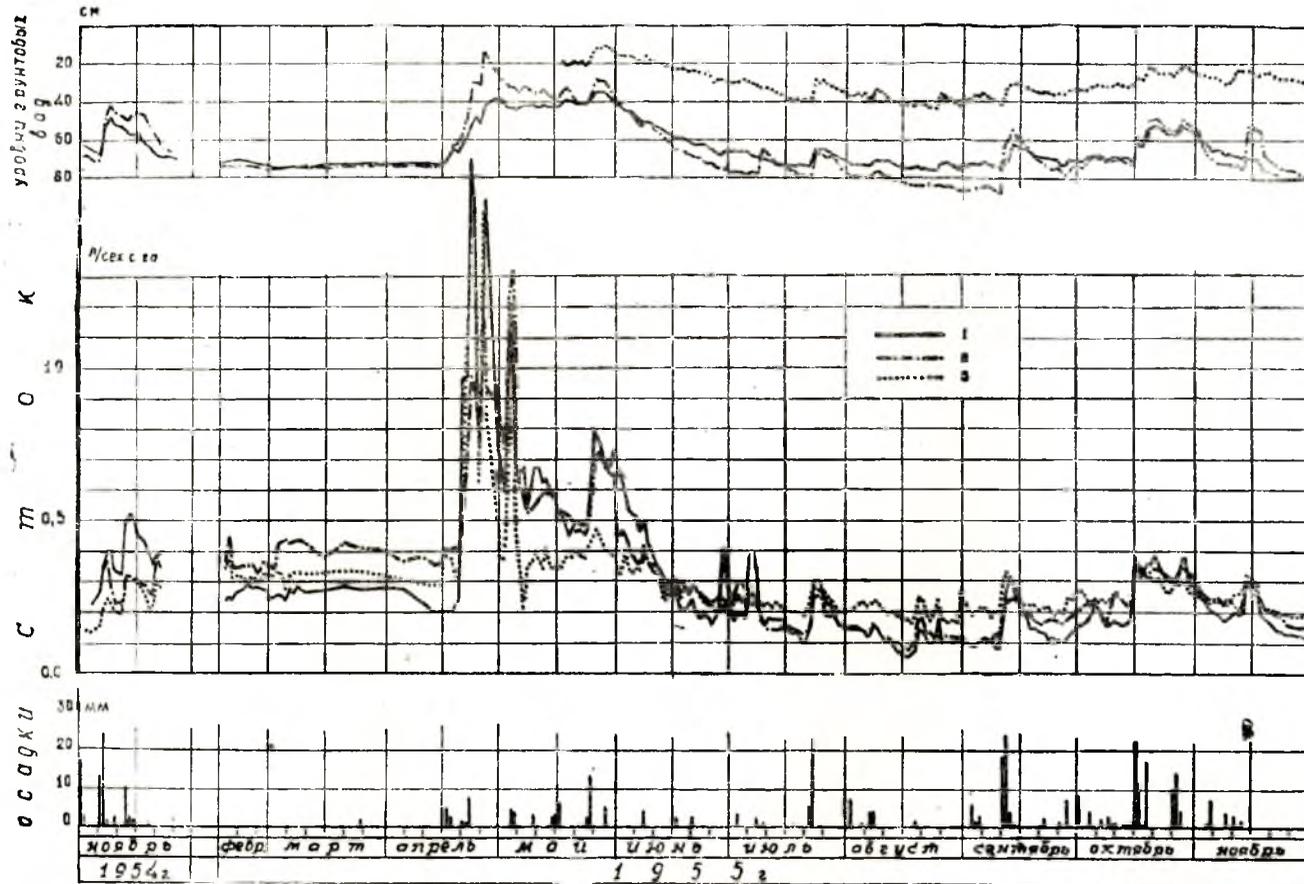


Рис. 4. Сток и уровни грунтовых вод при разных расстояниях между дренами.

1 — при расстоянии между дренами 25 м; 2 — при расстоянии между дренами 40 м;
3 — при расстоянии между дренами 60 м.

Уровень грунтовых вод после выполнения регулирующей сети заметно снизился на участках с расстоянием между дренами 25 и 40 м и очень мало — на участках с расстоянием между дренами 60 м.

В табл. 2 приводятся средние уровни грунтовых вод на середине полосы между дренами по выделенным периодам.

Таблица 2

Средние уровни грунтовых вод на опытном участке за период 1954—1956 гг. (в см)

Период наблюдений	Расстояние между дренами (в м)		
	25	40	60
Осень 1954 г.	62	66	20
Зима 1954—1955 гг. .	77	75	—
Весна 1955 г.	44	38	18
Лето 1955 г.	70	78	35
Осень 1955 г.	64	65	30
Зима 1955—1956 гг. .	73	79	—
Весна 1956 г.	64	50	—
Лето 1956 г.	76	67	50
Осень 1956 г.	64	50	52

Примечание. Пропуски цифр означают, что ввиду замерзания воды в колодцах наблюдения не производились.

Нормы осушения должны обеспечить возможность проведения своевременной механизированной обработки почвы весной и посева культур в установленные сроки, создать в почве влажность, благоприятную для всех фаз развития разных сельскохозяйственных культур от посева до уборки, и обеспечить неповышенные зимние уровни грунтовых вод.

Таблица 3

Нормы осушения болот, рекомендуемые для различных сельскохозяйственных культур и угодий (в см)

Культуры и угодья	СНИИГМ		Институт мелиорации АН БССР	
	весенний и предпосев- ной периоды	вегетацион- ный период	весенний и предпосев- ной периоды	вегетацион- ный период
Травы	30—40	50—60	45—50	70—75
Пастбища	40—50	50—70	50—60	70—80
Зерновые культуры .	30—40	70—80	45—50	70—90
Технические *	60—70	80—100	70—80	80—100
Овощные *	50—60	70—80	70—80	80—100

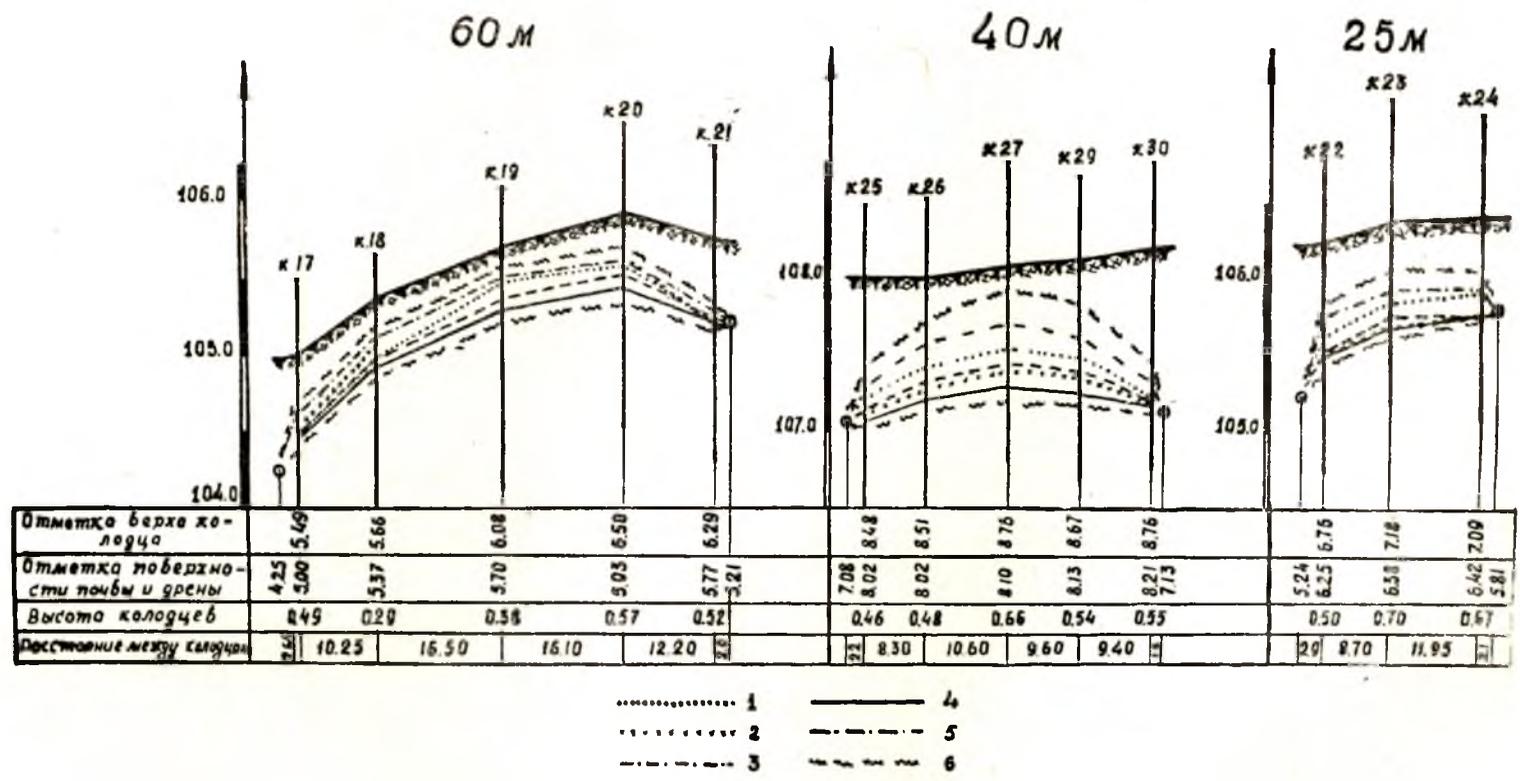


Рис. 5. Уровни грунтовых вод.

1 — осень 1954 г.; 2 — зима 1954—1955 гг.; 3 — весна 1955 г.; 4 — лето 1955 г.;
 5 — осень 1955 г.; 6 — максимальные и минимальные уровни грунтовых вод.

В табл. 3 приводятся нормы осушения для болот, рекомендуемые Северным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации (СНИИГМ) и Институтом мелиорации, болотного и водного хозяйства АН БССР (1951).

При сравнении полученных данных по уровням грунтовых вод (табл. 2) с рекомендуемыми нормами осушения видно, что расстояния между дренами 25 и 40 м обеспечивают нормальные глубины стояния грунтовых вод во все периоды года, т. е. в весенний и предпосевной периоды — 30—40 см; в вегетационный период — 70—80 см.

В торфяно-болотных почвах кривые депрессии быстро поднимаются к поверхности почвы (рис. 5).

Следовательно, для того чтобы обеспечить норму осушения, необходимо строить достаточно частую осушительную сеть.

Уровни грунтовых вод на участках с расстоянием между дренами 40 м, так же как и сток, характеризуются более резкими колебаниями, чем на участках с расстоянием между дренами 25 и 60 м. На участке с расстоянием между дренами 25 м выпавшие осадки быстро достигают дрен, сбрасываются за непродолжительное время, и грунтовые воды высоко не поднимаются. Наоборот, на участке с расстоянием между дренами 60 м уровень грунтовых вод все время держится высоко, так как кривая депрессии у дрен не распространяется до середины участка.

На участках же с расстоянием между дренами 40 м после выпадения осадков грунтовые воды поднимаются выше, чем на участках с расстоянием между дренами 25 м, но затем достаточно быстро отводятся дренами, чем обуславливаются здесь более резкие колебания уровня грунтовых вод.

В прямой зависимости от характера колебания уровня грунтовых вод находится изменение величины модуля стока для разных вариантов

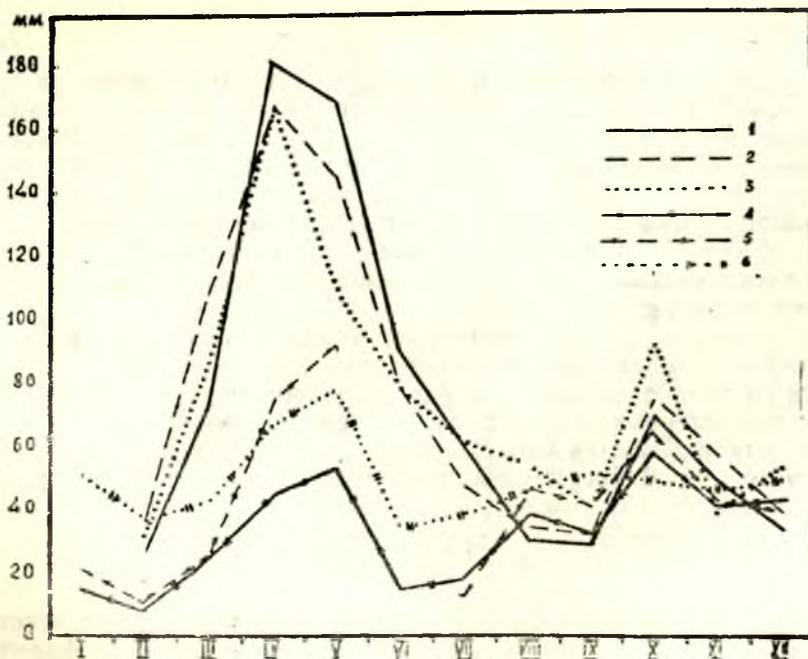


Рис. 6. Распределение дренажного стока.

1 — 1955 г. при расстоянии 25 м; 2 — то же при 40 м; 3 — то же при 60 м;
4 — 1956 г. при расстоянии 25 м; 5 — то же при 40 м; 6 — то же при 60 м.

расстояний между дренами. В распределении стока в зависимости от расстояния между дренами наблюдается закономерность. В весенний и осенний периоды модули стока при расстоянии между дренами 25 м больше, чем при расстоянии 60 м; в летний период сток из дрен при расстоянии между дренами 60 м выше, чем при расстоянии 25 м. Величина модуля стока при расстоянии между дренами 40 м занимает среднее положение. Об этом наглядно свидетельствуют приведенные в табл. 4 данные о дренажном стоке по месяцам за весь период наблюдений и рис. 6, где представлен график распределения дренажного стока за 1955—1956 гг.

Таблица 4

Дренажный сток по месяцам в 1 мм слоя воды

Г о д	Расстояние между дренами (в м)	М е с я ц ы											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1954— 1955	25	61,0	—	—	27,1	74,3	181,9	170,1	89,8	58,6	30,8	28,6	70,0
	40	39,8	—	—	36,4	107,8	166,9	145,1	78,3	48,4	34,6	33,4	75,6
	60	41,5	—	—	32,2	86,8	166,9	109,4	78,6	61,8	55,0	41,4	73,5
1955— 1956	25	49,2	34,2	15,5	8,7	24,2	45,1	52,8	15,2	18,8	39,2	34,0	57,4
	40	58,3	40,0	21,6	11,7	25,1	73,8	93,1	—	13,6	47,0	41,8	68,6
	60	39,5	53,4	51,4	37,4	43,0	67,8	78,4	34,3	38,3	46,8	51,3	49,8

Исходя из приведенных и фактических норм осушения, а также необходимой для лучшего развития растений скорости понижения грунтовых вод, можно определить напор (H), т. е. высоту стояния грунтовых вод над дренами в середине полосы между дренами, и расчетную величину модуля стока (q), что имеет важное значение для расчета коллекторов дренажных систем и расстояний между дренами.

Профессор Х. А. Писарьков (1939) дает следующий метод определения расчетного модуля стока на основании фактического материала по стоку из дренажных систем.

По измеренному стоку определяется модуль стока (q); кроме того, для каждого измеренного стока определяется напор (H), т. е. высота стояния грунтовых вод над дренами в середине полосы между дренами.

По вычисленным q и H строится кривая модулей стока, где по оси ординат откладываются напоры (H), а по оси абсцисс — модули стока (q) в л/сек с га. Далее, исходя из формулы Роте, находится уравнение, связывающее модуль стока с напором:

$$q = \frac{4kH^2}{E^2} = CH^2 \quad (1)$$

Модуль стока равен квадрату напора, умноженному на некоторый коэффициент C , который находится из ряда наблюдений по формуле:

$$C = \frac{\sum q}{\sum H^2}$$

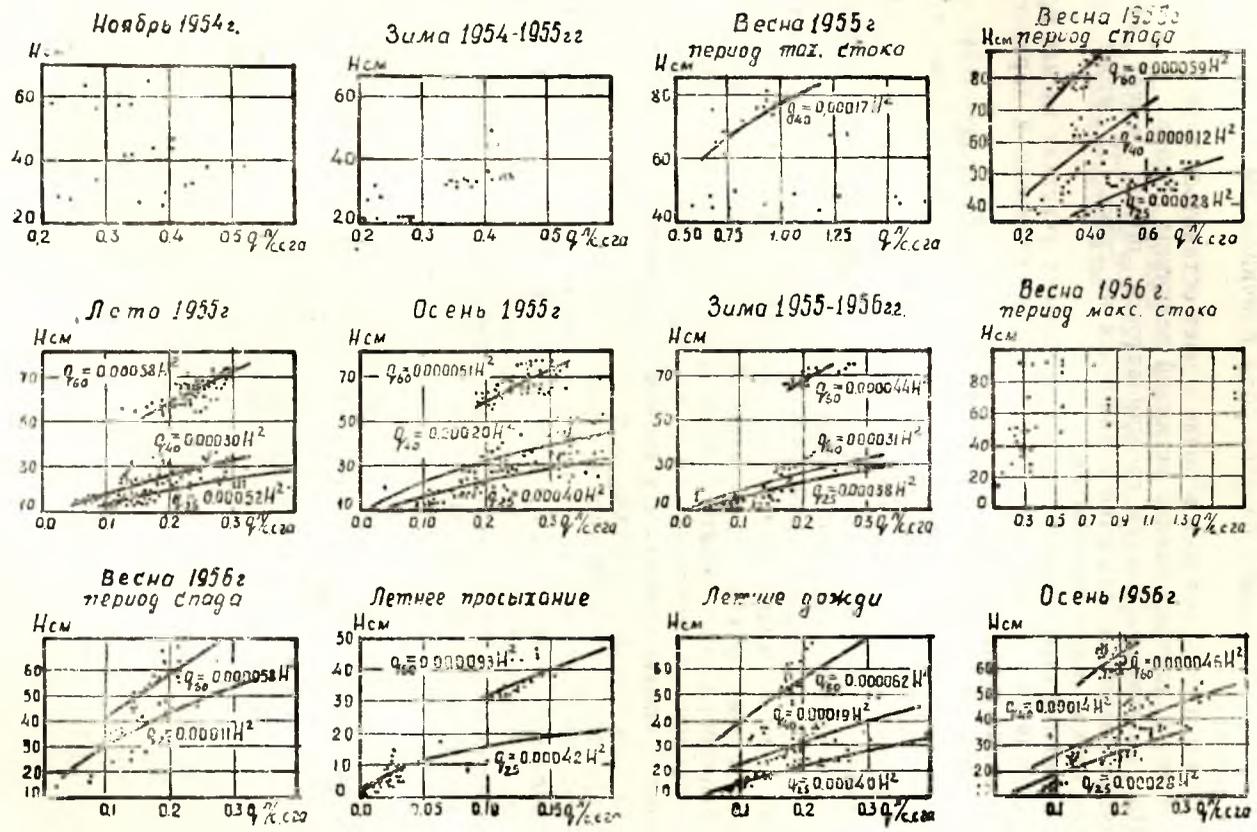


Рис. 7. Кривые зависимости стока от напора.

По этому методу были построены кривые модулей стока для каждого выделенного периода и варианта расстояния отдельно за 1955 и 1956 гг. (рис. 7).

Рассматривая рис. 7, можно установить прямую зависимость модуля стока от высоты стояния грунтовых вод над дренами. Однако в некоторых случаях благодаря разного рода причинам имеет место расщепление точек:

1. При выпадении осадков в почве может оставаться защемленный воздух, который дает искажение истинной величины напора.

2. На различных объектах трещиноватость почвы может быть неодинаково развита и различно отражаться на стоке. В итоге вид уравнения стока может изменяться.

3. Изменение структуры почвы на различных участках может протекать неодинаково в зависимости от степени осушения и характера почв, что также может влиять на вид уравнения.

4. Степень увлажнения почвы влияет на водопроницаемость последней, поэтому величина стока в различные периоды времени не остается постоянной для одного и того же напора.

В весенний период (период максимального весеннего стока) зависимость между глубиной стояния грунтовых вод над дренами и стоком или слабо заметна, или вовсе не наблюдается. Это объясняется, по-видимому, тем, что в весенний период, пока почва еще не оттаяла, грунтовые воды не имеют выраженной кривой депрессии. Кроме того, оттаивание почвы происходит неравномерно. Все это создает очень большую пестроту как в высоте стояния грунтовых вод в колодцах, так и в фильтрационных свойствах почвы, а следовательно, и в стоке.

Из рис. 7 следует также, что кривые модулей стока для разных вариантов расстояний расположены в определенном порядке. Нижняя кривая характеризует зависимость стока от напора при расстоянии между дренами 25 м, верхняя — при расстоянии между дренами 60 м, т. е. с увеличением расстояния между дренами разные модули стока наблюдаются при разных напорах. На основании этого были построены графики, на которых представлена зависимость модулей стока от расстояния между дренами (рис. 8).

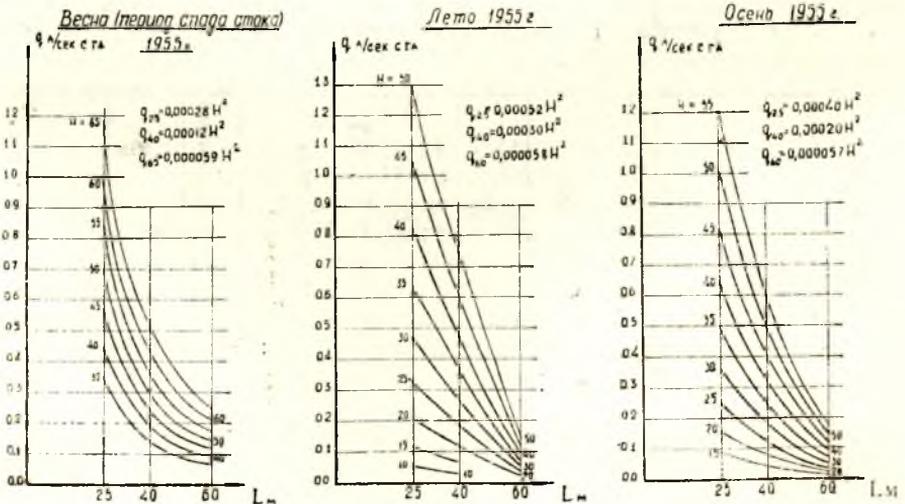


Рис. 8. Кривые зависимости стока от расстояния между дренами.

Для одних и тех же почвенно-грунтовых условий величина модуля стока обратно пропорциональна квадрату расстояния между дренами. Следовательно, если найден модуль стока для расстояния между дренами (E), то для любого расстояния E_x величина модуля стока (q_x), как это следует из уравнения (1), будет равна:

$$q_x = q \frac{E^2}{E_x^2} \quad (2)$$

Значения q для каждого варианта расстояний и каждого периода определены выше на основании фактического материала по стоку. Зная q и E , можем написать:

$$q_x = CH^2 \frac{E^2}{E_x^2}$$

Обозначив $CE^2 = C_1$, получим:

$$q_x = C_1 \frac{H^2}{E_x^2} \quad (3)$$

В табл. 5 приведены коэффициенты C_1 расчетного модуля стока.

В расчетном уравнении (3), как уже указывалось, коэффициент C_1 определяется по фактическим материалам наблюдений за стоком. Расстояния между дренами (E) устанавливаются до гидравлического расчета дрен. Следовательно, уравнение (3) может быть использовано для определения расчетных модулей стока, если будет установлена расчетная величина H .

Если известен фактический модуль стока, то, пользуясь уравнением (1), можно определить коэффициент фильтрации. Для этой цели необходимо вычислить Q (сток $м^3$ в 1 сек с 1 $м^2$).

Таблица 5

Коэффициенты C_1 расчетного уравнения модуля стока за период наблюдений

Период	Расстояние между дренами (в м)	Средняя глубина стояния уровня грунтовых вод (в см)	Средние модули стока (в л/сек с га)	Максимальные модули стока (в л/сек с га)	Коэффициент C уравнения $q = CH^2$	Коэффициент C_1 расчетного уравнения модуля стока	Среднее значение коэффициента C_1
Осень 1954 г.	25	59	0,381	0,523	0,00029	0,18	0,16
	40	50	0,294	0,378	0,00009	0,14	
	60	—	0,226	0,316	—	—	
Зима 1954—1955 гг.	25	72	0,242	0,296	0,00044	0,28	0,38
	40	72	0,390	0,455	0,00030	0,48	
	60	—	0,270	0,354	—	—	
Весна 1955 г. (период максимального стока)	25	45	1,042	1,690	0,00053	0,33	0,30
	40	30	0,902	1,319	0,00017	0,27	
	60	—	0,815	1,512	—	—	

Период	Расстояние между дренами (в м)	Средняя глубина стояния уровня грунтовых вод (в см)	Средние модули стока (в л сек с га)	Максимальные модули стока (в л сек с га)	Коэффициент C уравнения $q = CH^2$	Коэффициент C_1 расчетного уравнения модуля стока	Среднее значение коэффициента C_1
Весна 1955 г. (период спада стока)	25	44	0,547	0,796	0,00028	0,18	0,20
	40	42	0,421	0,548	0,00012	0,19	
	60	17	0,273	0,472	0,000059	0,21	
Лето 1955 г.	25	70	0,177	0,415	0,00052	0,32	0,34
	40	77	0,171	0,268	0,00030	0,48	
	60	35	0,228	0,282	0,000058	0,21	
Осень 1955 г.	25	66	0,211	0,385	0,00040	0,25	0,26
	40	57	0,230	0,385	0,00020	0,32	
	60	31	0,253	0,380	0,000057	0,20	
Зима 1955—1956 гг.	25	71	0,116	0,307	0,00038	0,24	0,31
	40	71	0,138	0,328	0,0034	0,54	
	60	28	0,210	0,282	0,000044	0,16	
Весна 1956 г. (период максимального стока)	25	50	0,306	0,534	0,00019	0,12	0,24
	40	29	0,910	1,670	0,00024	0,38	
	60	5	0,385	0,556	0,000058	0,21	
Весна 1956 г. (период спада стока)	25	53	0,147	0,206	0,00011	0,07	0,04
	40	—	—	—	—	—	
	60	41	0,144	0,318	0,000058	0,021	
Летняя засуха 1956 г.	25	78	0,028	0,102	0,00042	0,26	0,30
	40	—	—	—	—	—	
	60	60	0,074	0,163	0,000093	0,33	
Летние дожди 1956 г.	25	70	0,154	0,390	0,00040	0,25	0,26
	40	57	0,191	0,324	0,00019	0,30	
	60	44	0,176	0,232	0,000062	0,22	
Осень 1956 г.	25	64	0,169	0,303	0,00028	0,18	0,19
	40	51	0,210	0,566	0,00014	0,22	
	60	53	0,194	0,222	0,000046	0,16	

В табл. 6 приводятся коэффициенты фильтрации, вычисленные по уравнению (1), а также фактически определенные по методу Болдырева для верхнего горизонта почвы осушенного, но некультуренного участка.

Таблица 6

Коэффициенты фильтрации торфяной почвы
в совхозе им. Зайцева

Расстояние между дренами (в м)	Высота стояния уровня грунтовых вод над дренами (в см)	Сток из дрени (в л/сек с 1 га)	Коэффициенты фильтрации, определенные методом стока (в см/сек)	Коэффициент фильтрации, определенный методом Болдырева
25	10—44	0,028—1,042	0,0088—0,0019	0,017
40	17—63	0,138—0,902	0,010—0,0036	—
60	37—92	0,074—0,815	0,0053—0,0040	—

Приведенные коэффициенты фильтрации подвержены большим колебаниям на участках с расстоянием между дренами 25 и 40 м; на участках с расстоянием между дренами 60 м большой разницы в коэффициенте фильтрации не наблюдается. Изменения величины коэффициента фильтрации, очевидно, зависят от свойств торфяной почвы.

Между влажностью торфяных почв наблюдается прямая зависимость: чем ближе к поверхности почвы уровень грунтовых вод, тем выше влажность корнеобитаемого слоя почвы.

Относительная влажность почвы (по отношению к сырой навеске) на участке с расстоянием между дренами 25 и 40 м на глубине 0,2 м в зимний и летний периоды колебалась в пределах 80—86%; на глубине 0,5 м — в пределах 84—90%. В весенний период 1955 г. влажность почвы после выпадения осадков составляла на глубине 0,2 м 85—86%.

По данным Центральной торфяной опытной станции, для характеристики условий увлажнения различных торфов наиболее целесообразно пользоваться величиной относительной влажности (вес влаги, отнесенной к весу сырого торфа), а не влажности, отнесенной к полной влагоемкости. При этом оптимальной влажностью торфа для микробиологических и химических процессов следует считать величину относительной влажности, близкую к 70—75%.

Наблюдавшаяся нами относительная влажность почвы значительно превышает эту оптимальную влажность.

Большой разности во влажности почвы на участках с расстоянием между дренами 25 и 40 м не наблюдалось.

На участках с расстоянием между дренами 60 м влажность почвы изменялась мало и имела значения, близкие к полной влагоемкости.

Наблюдения за испарением, конденсацией влаги, капиллярным поднятием и просачиванием воды в почве по испарителям Попова проводились с июня по август в 1953, 1954 и 1955 гг.; в 1956 г. указанные наблюдения проводились по микроиспарителям. В табл. 7 представлены средние величины по испарению и конденсации влаги в почве.

Наблюдения показывают, что осушенное, но незакультивированное болото испаряет за летний период в 2—3 раза меньше воды, чем естественное неосушенное.

При осушении торфяных болот почвы теряют большое количество гравитационной воды, вследствие чего увеличивается их объемный вес.

Таблица 7

Средние значения суточных величин испарения, конденсации, просачивания и капиллярного поднятия

Период	Испарение (в мм)			Конденсация (в мм)			Просачивание (в мм)			Капиллярное поднятие (в мм)		
	расстояние между дре- нами (в м)		не дрениро- вано	расстояние между дре- нами (в м)		не дрениро- вано	расстояние между дре- нами (в м)		не дрениро- вано	расстояние между дре- нами (в м)		не дрениро- вано
	25	60		25	60		25	60		25	60	
Лето 1953 г.	—	—	3,56	—	—	0,41	—	—	3,92	—	—	1,63
Летнее просыха- ние 1954 г.	—	—	4,50	—	—	0,22	—	—	3,02	—	—	0,72
Летние дожди 1954 г.	—	—	2,80	—	—	0,52	—	—	0,64	—	—	2,77
Осень 1954 г.	—	—	1,56	—	—	0,42	—	—	0,64	—	—	1,16
Лето 1955 г.	1,44	1,38	—	0,25	0,42	—	0,62	0,88	—	0,71	0,58	—
Летние дожди 1956 г.	2,44	2,59	—	—	—	—	0,40	0,20	—	—	—	—
Осень 1956 г.	1,03	1,02	—	—	—	—	0,19	0,10	—	—	—	—

В табл. 8 представлены данные по объемному весу, определявшиеся в течение 1954—1956 гг. на середине участков между дренами по каждому варианту расстояний на глубине 0,2; 0,5; 0,8 м.

Таблица 8

Объемные веса торфа на опытном участке

Расстояние меж- ду дренами (в м)	Объемный вес (в г/см ³)								
	1954 г.			1955 г.			1956 г.		
	0,2	0,5	0,8	0,2	0,5	0,8	0,2	0,5	0,8
25	0,10	0,07	—	0,12	0,12	0,08	0,17	0,17	0,06
40	0,10	0,08	—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,09	0,10
60	0,09	—	—	0,12	0,10	—	0,13—0,19	0,09	—

Определение объемного веса производилось примерно в одно и то же время года, причем в 1954 г. объемный вес определялся вскоре после проведения регулирующей сети. Значительное увеличение объемного веса наблюдается в верхних горизонтах почвы, где, очевидно, интенсивнее происходит процесс разложения и минерализации торфа. В нижних же горизонтах, где торф находится в переменных условиях, изменение объемного веса мало заметно.

Выводы

1. Желобковый дренаж, заложенный на глубине 0,8 м, при расстояниях между дренами 25 и 40 м во все периоды года обеспечивает норму осушения, достаточную для нормального развития сельскохозяй-

ственных культур лугопастбищного севооборота на торфяно-болотных почвах. При расстоянии между дренами 60 м требуемая для этих культур норма осушения не обеспечивается.

2. Модуль стока из дренажных систем в период весеннего паводка изменяется в пределах 0,8—1,00 л/сек с 1 га; в летний засушливый период — 0,03—0,07 л/сек с 1 га; в период летних дождей — 0,15—0,20 л/сек с 1 га и в осенний период — 0,17—0,25 л/сек с 1 га. Постоянство стока в летне-осенний период указывает на значительную роль грунтовых вод в водном питании болота.

3. Относительная влажность (по отношению к сырой навеске) верхних слоев торфяных почв в летний период на участках с расстоянием между дренами 25 и 40 м изменялась в пределах 80—86%, а на участке с расстоянием между дренами 60 м — 85—90% (близкая к полной влагоемкости).

4. Таким образом, по данным наблюдений 1955 и 1956 гг., можно считать, что желобковый дренаж при расстоянии между дренами 40 м, так же как и при расстоянии между дренами 25 м, обеспечивает водный режим почвы, благоприятный для сельскохозяйственных культур лугопастбищного севооборота. При расстоянии между дренами 60 м осушение было недостаточным.

ЛИТЕРАТУРА

Лебедев Н. Ф. Основы травопольной системы земледелия на торфяных почвах. Госиздат БССР, Минск, 1951.

Писарьков Х. А. Модули расчетного и фактического стока из дренажных систем. Материалы по поднятию производительности с.-х. земель посредством мелиорации, вып. 9, 1939.

И. М. Нестеренко, В. А. Розин

К ВОПРОСУ ОБ ОСУШЕНИИ ОЛОНЕЦКОЙ РАВНИНЫ КАРЕЛЬСКОЙ АССР ЗАКРЫТЫМ ДРЕНАЖЕМ

При разрешении проблемы осушения Олонецкой равнины правильный выбор способа осушения является затруднительным.

Залегающая на значительной части площади Олонецкой равнины на глубине 0,5—1,0 м достаточно водопроницаемая оторфованная прослойка может быть с успехом использована как естественный дренаж при условии отвода из нее избыточной воды закрытыми дренами. Однако пахотный слой здесь везде отрезан от этой прослойки тяжелосугли-

нистым или глинистым подпахотным слоем мощностью 0,2—0,6 м (рис. 1), следовательно, при проектировании и строительстве закрытого дренажа необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие связь пахотного слоя с фильтрующей прослойкой.

С другой стороны, проектирование закрытого дренажа осложняется совершенно плоским, безуклонным рельефом поверхности, благодаря которому дренажные системы приходится проектировать очень мелкими по площади с большим количеством открытых коллекторов.

Применение же для осушения Олонецкой равнины систематической открытой осушительной сети нецелесообразно, т. к. эта сеть по условиям рельефа и характеру почв должна быть очень густой, сильно затрудняющей применение современных сельскохозяйственных машин.

В связи с этим возникает необходимость проведения на Олонецкой равнине специальных исследований для разработки технических норм проектирования закры-

того дренажа применительно к указанным природным особенностям равнины.

Эти исследования были начаты еще в 1937 г. Северным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации и заключались в организации трех опытных участков, на которых был заложен гончарный дренаж при разных расстояниях между дренами и при разных глубинах дрен, а также закрытые собиратели системы проф. А. Д. Брудастова разных видов. Опытные участки были заложены

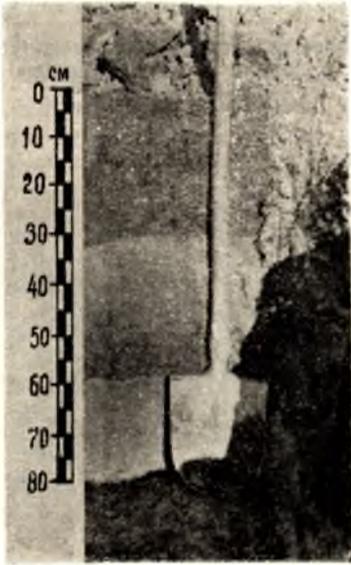


Рис. 1. Почвенный разрез на Олонецкой равнине.

на территории б. усадебного участка Олонецкой МТС (в настоящее время этот участок застроен индивидуальными жилыми домами г. Олонца), в колхозах «Пламя» и им. Буденного.

В 1937—1940 гг. на участках были организованы визуальные наблюдения за состоянием влажности, измерялся сток из дренажных систем, а также учитывался урожай сельскохозяйственных культур на дренированных участках.

По отчетным данным СНИИГМа на опытном участке (б. усадебный участок Олонецкой МТС) сток из дрен наблюдался только весной 1937 г. Средняя величина модуля стока из гончарных дрен составляла 0,05 л/сек с 1 га, из закрытых собирателей Брудастова — 0,02—0,04 л/сек с 1 га (при расстоянии между собирателями соответственно 25 и 15 м). В 1938—1940 гг., отличавшихся засушливостью, сток из дрен не наблюдался.

По визуальным наблюдениям в 1937 г. на участках, осушенных дренажем и закрытыми собирателями, весенние работы были начаты на 5—12 дней раньше, чем на участках, осушенных открытыми канавами.

Данные учета урожая овса на опытном участке приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Урожай овса на бывшем усадебном участке
Олонецкой МТС (1937 г.)

Способ осушения	Расстояния между дренами или собирателями (в м)	Урожай овса	
		в ц/га	в %
Закрытые собиратели системы проф. А. Д. Брудастова	15	17,69	124,7
То же	25	17,96	126,5
Гончарный дренаж	8	16,63	117,2
То же	12	19,21	135,4
То же	18	14,19	100,0

Заложенный на опытном участке в 1937 г. дренаж и закрытые собиратели обследовались в мае 1956 г. Был осмотрен открытый коллектор и произведены раскопки устьев закрытых коллекторов дренажных систем и отдельных закрытых собирателей, а также самих собирателей и дрен.

Произведенное обследование показало, что открытый коллектор сохранился достаточно хорошо. Деревянные трубы, которыми заканчивались устья закрытых собирателей и коллекторов гончарных дрен, выполненные из досок толщиной 40 мм, сохранились плохо. Боковые доски и дно устья сгнили менее чем наполовину, но верхние доски во всех устьях прогнили и провалились, земля засыпала устья.

Закрытые собиратели системы проф. А. Д. Брудастова были заложены на глубину 0,9—1,0 м. Нижняя часть их выполнялась в виде жердяной дрены, состоящей из двух жердей диаметром 10 см, уложенных на дно траншеи, поперечных прокладок и настила из крупного хвороста и тонких жердей, уложенных поверх прокладок.

Для обеспечения поступления в закрытый собиратель поверхностных вод из пахотного слоя на настил были установлены вертикальные

маты высотой 0,3—0,4 м из мелкого хвороста, своим верхним краем доходящие до пахотного слоя.

При раскопках (рис. 2) было обнаружено почти полное сгнивание жердей (не тронутой гниением осталась лишь самая сердцевина толщиной около 4 см). Жерди и хворост, уложенные в перекрытии дрены, оказались разрушенными гниением еще больше: при извлечении из шурфов они легко ломались руками. Точно также полностью сгнили и вертикальные хворостяные маты.



Рис. 2. Остатки жердей в дренах системы проф. А. Д. Брудастова.

При раскопках обнаруживались только следы мелкого хвороста выше хворостяного настила дрены. Все промежутки между жердями и хворостом оказались заполнены глиной, произошло полное заиливание дрены. Оставшиеся пустоты были заполнены льдом (осенние воды не имели стока и замерзли). При раскопках наблюдался незначительный приток воды по закрытому собирателю (0,00025 л/сек).

Раскопки одной из гончарных дрены показали, что дренаж, уложенный на глубину 0,6 м, частично заилился: наилок на дне трубки имел высоту в среднем 1,5—2,0 см (рис. 3). В стыки между трубками проникли корни растений, которые распространились вдоль трубок в осевшем на дне трубок иле.

Соединение дрены с закрытыми коллекторами на обследованной системе осуществлялось с помощью фасонных частей сбоку. В произведенной раскопке и дрены и закрытый коллектор были совершенно чистыми.

В целом можно сказать, что на обследованном участке за истекшие 19 лет гончарный дренаж, несмотря на полное отсутствие ухода, сохранился хорошо и при условии ремонта устьев закрытых коллекторов будет удовлетворительно работать и в дальнейшем, за исключением отдельных дрены, разрушенных при постройке на участке жилых домов.

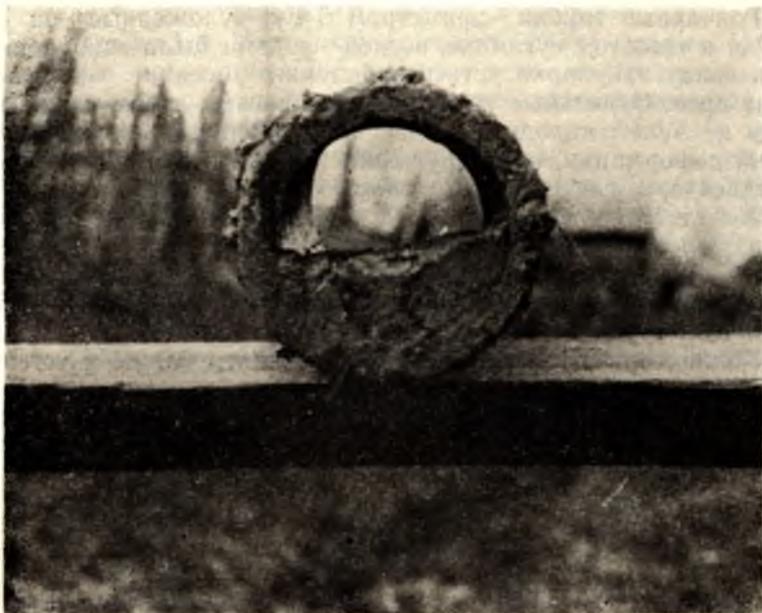


Рис. 3. Заиление гончарной дрены.

Участок гончарного дренажа в колхозе «Пламя» Олонешкого района был заложен в 1938 г. За время войны и в послевоенные годы открытый коллектор системы заилился, устья закрытых коллекторов и отдельных дрен были закупорены, плана дренажной системы на месте не было. В 1955 г. на участке были прорыты открытые канавы на расстоянии 40 м друг от друга, пересекавшие дренажные линии и в некоторых местах повредившие их.

Произведенными весной 1956 г. раскопками дренажной системы в колхозе «Пламя» было обнаружено следующее:

1. Дрены и закрытые коллекторы оканчивались деревянными устьями длиной 6,0—6,5 м, сколоченными из досок толщиной 40 мм. Эти устья сохранились еще достаточно хорошо; более значительно были разрушены гниением только верхние доски.

Характер заиления деревянного устья показан на рис. 4. Заиление со стороны открытого собирателя было вызвано тем, что он долго не ремонтировался, и устье оказалось в подпоре.

Закупорка устья со стороны гончарных дрен объясняется, по-видимому, тем, что были плохо заделаны просветы между стенками последней гончарной трубки коллектора и стенками деревянной трубы устья.

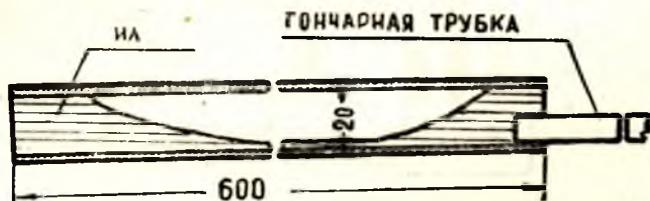


Рис. 4. Заиление деревянного устья дрены.

2. Гончарные трубы диаметром 5 см, уложенные на глубину 0,5—0,7 м в тяжелом суглинке, весной местами были заполнены льдом, так как ввиду закупорки устьев избыточные осенние воды не имели стока из дрен. Отдельные трубы были покрыты льдом также и снаружи. Тем не менее, находясь в зоне промерзания, гончарные трубы не имели ни деформации, ни разрушений. Только в одном месте, у открытого коллектора, где постоянно происходил поворот трактора при вспашке и где трубы оказались на глубине 0,40—0,45 м, одна трубка была разрушена, очевидно, давлением трактора.

3. На стыках гончарных трубок видны следы сильно разложившегося мха. Заиление единичных гончарных дрен небольшое — на высоту 1,0—1,5 см, изредка до 2,5 см. Корней в трубках нет.

4. Коллектор № 1 диаметром 7,5 см заилен ближе к устью на высоту 2,5—3,0 см. Соединение дрен с коллектором с помощью фасонных труб сверху. В дренах, впадающих в коллектор, заиления не наблюдалось.

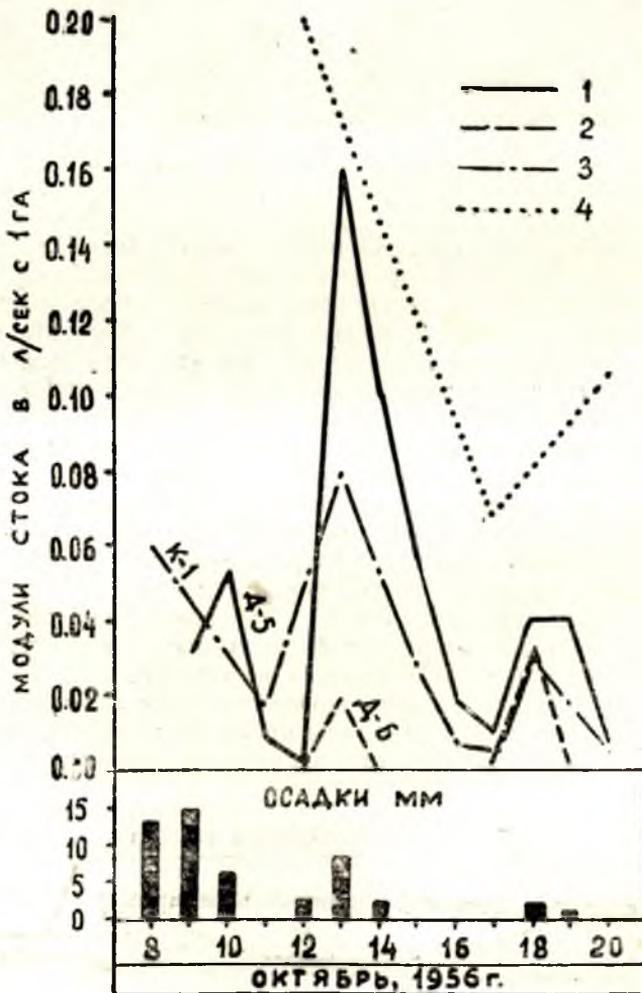


Рис. 5. Модули стока из дрен осенью 1956 г.

В колхозе «Пламя»: 1 — дрена 5; 2 — дрена 6; 3 — коллектор 1.
в колхозе им. Калинина: 4 — дрены через 25 м.

5. Дрены легко находились по цвету сохранившейся гумусовой засыпки, выделяющейся среди окружающего ненарушенного грунта.

Летом 1956 г. устья дрен (Д-5 и Д-6) и устье коллектора были очищены и восстановлены. Осенью 1956 г. из дрен наблюдался сток. Величина модулей стока показана на рис. 5.

Благодаря незначительной глубине закладки дрен и несколько повышенной фильтрации через засыпку над дренами сток из дрен после засушливого периода начинался уже в день выпадения осадков.

С целью более детального изучения вопросов, связанных с осушением Олонецкой равнины с помощью подземного дренажа, в 1955 г. в колхозе им. Калинина Олонецкого района был заложен новый опытный участок на площади 11 га по схеме, разработанной сектором болотоведения и мелиорации Института биологии Карельского филиала АН СССР (рис. 6).

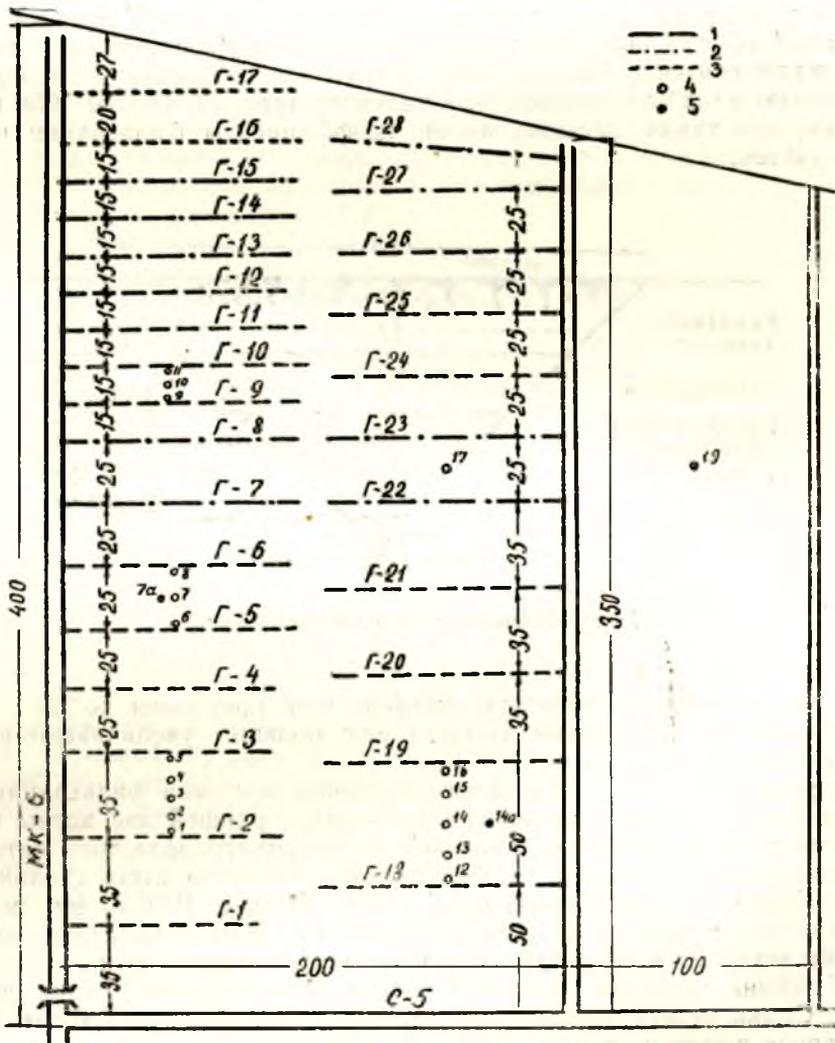


Рис. 6. Схема участка гончарного дренажа в колхозе им. Калинина.

1 — гончарные дрены диаметром 5 см; 2 — гончарные дрены диаметром 7,5 см; 3 — гончарные дрены с песчаной засыпкой; 4 — смотровой колодец; 5 — скважина

Грунты на участке тяжелосуглинистые. Пахотный горизонт задерненный мощностью 25—30 см, имеет более высокие коэффициенты фильтрации (0,01—0,001 см/сек). Подпахотный суглинок мощностью до 15—20 см имеет низкие коэффициенты фильтрации (0,0003 см/сек). На глубине 40—50 см залегает оторфованная прослойка, мощность которой на части участка с систематическим дренажем не превышает 10 см. На второй половине участка с разреженным дренажем оторфованная прослойка менее минерализована, имеет большую мощность (до 25—30 см) и более высокие коэффициенты фильтрации (до 0,005 см/сек).

На глубине 60—80 см залегают тяжелые суглинки и ленточные глины, практически водонепроницаемые (коэффициент фильтрации равен 0,000005 см/сек).

Благодаря тому, что траншеи для закладки дрен выполнялись канавокопателем с последующей планировкой дна вручную, была значительно расширена полоса впитывания над дренаем (до 2 м); за счет большого объема вынутого грунта из пахотного горизонта на 1 погонный м приходится в засыпке 0,47 м³ грунта с повышенной водопроницаемостью и 0,33 м³ маловодопроницаемого (рис. 7). Опыты 1956 г. показали, что такая засыпка имеет коэффициенты фильтрации около 0,001 см/сек.

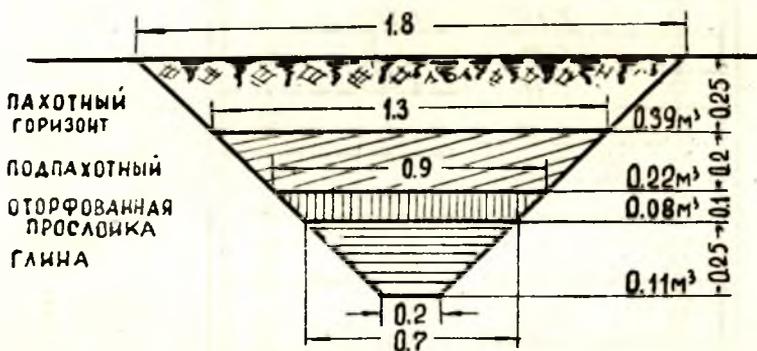


Рис. 7. Выемка грунта канавокопателем.

При увеличении мощности оторфованной прослойки до 25—30 см коэффициенты фильтрации засыпки еще больше увеличиваются (до 0,01 см/сек).

Кроме того, для специального изучения вопросов фильтрации поверхностных вод через засыпку дренажных траншей две дрены были выполнены с фильтрующей засыпкой из песчано-гравелистого материала, причем над дренаем Г-17 фильтрующая засыпка была сделана на высоту 0,6 м по всей длине дрены, а над дренаем Г-16 — на высоту 0,6 м только в местах пересечения дрены со старыми запаханнами канавами через 25 м на длине 2—3 м на каждом пересечении.

Глубина закладки дрен 0,9—1,1 м, искусственный уклон дна — 0,002. Стыки между дренажными трубками обкладывались мхом. Каждая дрена выведена в открытый собиратель отдельно и заканчивается деревянным устьем длиной 2 м.

Стоимость осушения 1 га земель гончарным дренажем при различных расстояниях между дренами составляла:

при расстоянии между дренами 15 м	— 3740 руб.
„ „ „ „ 25 „	— 2240 „
„ „ „ „ 35 „	— 1600 „
„ „ „ „ 50 „	— 1120 „

Неполная засыпка двух дрен фильтрующим материалом на общей длине 180 погонных м стоила 2800 руб., т. е. при расстоянии между дренами 25 м дополнительные затраты на устройство фильтрующей засыпки составят около 6000 руб. на 1 га при дальности доставки песка и гравия 36 км.

Необходимо иметь в виду, что при устройстве водопроницаемой засыпки из фильтрующих материалов над ней будет находиться пахотный слой мощностью 20—35 см.

Как показали опыты 1956 г. коэффициенты фильтрации этого слоя над дренами с песчаной засыпкой такие же, как и над дренами с засыпкой гумусированным грунтом; значительно повышаются они только в самой засыпке.

Таким образом, поверхностные воды дренами с песчаной засыпкой будут отводиться лишь немногим быстрее, чем дренами с обычной засыпкой, так как пропускная способность верхнего слоя в обоих случаях одинакова; некоторое замедление во втором случае может иметь место только потому, что ниже могут встретиться прослойки с меньшими коэффициентами фильтрации, чем в верхнем слое.

Песчаная засыпка дрен в тяжелых грунтах может оказаться значительно эффективнее лишь в том случае, когда гончарный дренаж будет дополнен кротовым дренажем или кротованием поперек дрен.

В этом случае почвенные воды будут стекать по кротовинам к засыпке и быстро проникать в дренаж.

Характер стока воды из дрен в ноябре 1955 г. показан на рис. 8.

Как видно из рис. 8, наибольшие модули стока наблюдались при расстоянии между дренами 15 м.

Модули стока из дрен с песчаной засыпкой не превышали модулей стока из дрен с обычной засыпкой при расстоянии между дренами 25 м. Но было заметно значительное и быстрое уменьшение модулей стока из дрен с засыпкой после прекращения осадков.

Это объясняется тем, что при водопроницаемой засыпке последние порции воды, пройдя 20—25 см верхнего маловодопроницаемого грунта, по песчаной засыпке быстро проникают в дре-

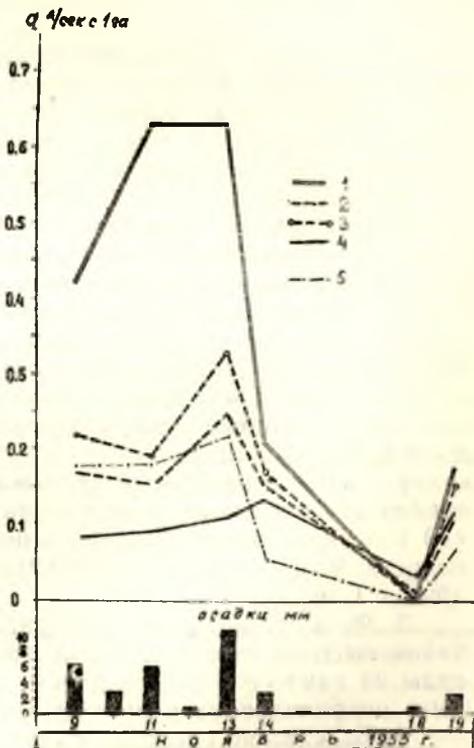


Рис. 8. Модули стока воды из дрен осенью 1955 г.

1 — дренаж через 15 м; 2 — дренаж диаметром 5 см через 25 м; 3 — дренаж диаметром 7,5 см через 25 м; 4 — дренаж через 35 м; 5 — дренаж через 20 м с песчаной засыпкой.

ну, в то время как над дренами с обычной засыпкой вода, пройдя пахотный слой, продолжает просачиваться с значительно меньшей скоростью.

Освобождение пахотного горизонта почвы от избыточных вод в обоих случаях наблюдается приблизительно одновременно, что подтверждается данными по влажности почвы (табл. 2).

Таблица 2

Влажность пахотного горизонта почвы в % от полной влагоемкости

Засыпка над дренами	Расстояния между дренами (в м)	30/V	11/V1	20/V1
Вынутым грунтом	35	59,5	62,5	41,0
То же	25	53,0	46,0	50,0
То же	15	50,0	43,5	40,0
Песчано-гравийной смесью	20	53,5	50,0	44,0

Средние модули стока за осень 1956 г. составили:

при расстоянии между дренами 35 м — 0,11 л/сек с 1 га

„ „ „ „ 25 „ — 0,15 „ „

„ „ „ „ 15 „ — 0,24 „ „

Раскопки отдельных дрен показали, что слой наилка в дренах после первого года работы составляет 0,7—1,0 см, после второго года раскопки (1957) — 1,0—1,5 см.

Сравнивая эти данные с результатами раскопок дрен в колхозе «Пламя» и на б. территории Олонецкой МТС, можно предположить, что заиливание происходит в основном в первые годы работы дренажа.

На основании приведенных в настоящей статье некоторых данных о работе закрытого дренажа в условиях Олонецкой равнины можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Гончарные дрена, заложенные 19 лет назад, несмотря на полное отсутствие ухода за дренажными системами, сохранились хорошо. Заиливание дрен за этот срок, как правило, было небольшое.

Деревянные жердяные дрена, хворостяные маты закрытых собирателей и деревянные устья гончарных коллекторов за 19 лет почти полностью разрушились.

2. Системы закрытого дренажа в условиях почв Олонецкой равнины без дополнения их агрометеорологическими мероприятиями (кротовани-ем) в периоды переувлажнения почвы отводят воды из пахотного слоя недостаточно быстро при модулях стока, не превышающих 0,15—0,24 л/сек с 1 га.

3. Фильтрующая песчано-гравелистая засыпка при своей чрезвычайно высокой стоимости немногим улучшает условия просачивания воды из пахотного слоя в дрена, а поэтому, по-видимому, не должна быть рекомендована к применению на Олонецкой равнине.

4. Вследствие сложности вопроса научные исследования по изучению работы закрытого дренажа в условиях Олонецкой равнины должны быть расширены и углублены.

Г. Е. Пятецкий

ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ ВЫРУБОК
НА РОСТ ХВОЙНЫХ МОЛОДНЯКОВ

Как известно, в результате заболачивания сплошных вырубок создаются неблагоприятные условия возобновления и роста хвойных пород. Одним из эффективных способов улучшения роста хвойных молодняков является осушение заболоченных вырубок. Так, исследования А. Л. Кощеева и И. А. Лаврова (1953) показывают, что даже простейшие мелиоративные мероприятия (проведение неглубоких борозд на заболоченных вырубках) значительно улучшают рост сосны. По наблюдениям В. Г. Рубцова (1955а, 1955б), на осушенной долгомошниковой вырубке резко улучшился рост сосновых молодняков: на приканавной полосе (0—20 м) 13-летние сосны имели среднюю высоту 3,3 м, а в удаленной секции (40—60 м) — 2,2 м.

Этот вопрос в условиях Карелии не изучался. В то же время наши исследования показывают, что вырубки из-под ельников-долгомошников и ельников-черничников в равнинных условиях заболачиваются. Собранный нами небольшой материал по влиянию осушения вырубок на рост молодняков сосны и ели указывает на высокую эффективность этого мероприятия.

Исследования проводились в Виданском лесничестве Петрозаводского лесхоза (район Шуйской низины). Шуйская низина сложена безвалунными песчаными и покровными аллювиальными и озерно-ледниковыми наносами. Глины и тяжелые суглинки здесь часто перекрываются тонким слоем песка. Эти наносы, особенно тонкослоистые, отличаются повышенным плодородием (Осмоловская, Харьков, 1948), чем и объясняется произрастание на них еловых лесов. В то же время в этих условиях широкое развитие имеет процесс заболачивания. Наблюдения проводились на заболоченной 10—11-летней вырубке из-под ельника-черничника; почва подзолистая, гумусово-железистая песчаная на тяжелом безвалунном суглинке. Мощность грубогумусового горизонта 6—8 см. Механический состав почвы приведен в табл. 1.

Таблица 1

Механический состав почвы (по Качинскому)

Горизонт	Глубина (в см)	Содержание частиц в % от веса сухой почвы при размере их (в мм)						
		скелет > 1	1—0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	< 0,001
A ₂	7—15	0,93	6,66	60,53	23,68	0,33	5,43	2,44
B	20—25	6,77	11,25	57,39	15,93	2,18	2,83	3,47
BC	50—60	1,12	5,78	33,67	39,28	6,33	9,87	3,95
C	70—80	0,04	1,97	15,93	37,12	13,65	20,16	11,13

Для исследований на этой вырубке нами была использована придорожная канава (от УЖД), проведенная в 1946 г., шириной по верху 1,2 м, по дну — 0,3 м и глубиной 0,7 м. Хвойный молодняк на вырубке представлен сосной предварительного и последующего возобновления — 1,1 тыс. экз. на 1 га (в возрасте 5—15 лет) и елью предварительного возобновления — около 1 тыс. экз. на 1 га (в возрасте 15—25 лет); лиственные породы представлены преимущественно березой — до 30 тыс. экз. на 1 га (в возрасте от 2 до 9 лет).

Методика исследования. На расстоянии 0—10, 35—45 и 90—100 м от канавы с верховой стороны закладывались пробные площади размером 10×25 м². На пробных площадях проводился сплошной пересчет хвойного подроста, измерялась его высота и диаметр у корневой шейки. Рост сосны и ели в высоту (по годам) изучался на постоянных учетных деревьях (25—30 экз. на каждой пробной площади). Это обеспечило практически приемлемую точность наблюдения порядка 5—8%. Наблюдения за ходом роста сосны и ели в течение вегетационного периода велись на тех же учетных деревьях. Замеры прироста в высоту производились через каждые пять дней одновременно с замером уровня грунтовых вод.

Возраст подроста сосны определялся по мутовкам с добавлением одного-двух лет. Для контроля рубились учетные деревья. Возраст подроста ели определялся по срубленным учетным деревьям. На пробных площадях описывался также живой напочвенный покров по шкале Друде. Наблюдения показали, что как видовой состав, так и степень распространения отдельных видов растений изменяется с удалением от канавы. В приканавной площади в покрове преобладают черника, брусника и злаки; кукушкин лен слабо развит. На удаленных от канавы площадях в покрове преобладает кукушкин лен, встречается сфагнум.

Для наблюдения за грунтовыми водами на каждой пробной площади закладывались смотровые колодцы.

Первичные материалы по приросту и высоте подроста подвергались статистической обработке с вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m) и коэффициента вариации признаков (V). Достоверность разницы по приросту и высоте подроста на различном удалении от канавы вычислялась по формуле:

$$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}} > 3,$$

где M_1 и M_2 — средние значения признаков, m_1 и m_2 — ошибки средних значений.

Проведенные исследования показывают, что наилучший рост молодняка хвойных наблюдается на приканавной площади (0—10 м). С удалением от канавы рост сосны и ели ухудшается. На расстоянии от канавы 35—45 и 90—100 м разница в приросте и высоте как елового, так и соснового подроста незначительна.

Рассмотрим влияние канавы на рост хвойных отдельно по породам. Весь подрост сосны на пробных площадях разделялся по возрасту на две группы: предварительного (10—15 лет) и последующего (5—8 лет) возобновления. В табл. 2 приведены данные текущего прироста и средняя высота соснового подроста предварительного возобновления при различном удалении от канавы.

Из табл. 2 видно, что наибольший прирост и высота сосны наблюдаются на приканавной площади. На расстоянии 35—45 м влияние канавы на рост сосны незначительное. Здесь прирост и высота подроста

Таблица 2

Текущий прирост в высоту соснового подроста (возраст 10—15 лет) в зависимости от расстояния от канавы

Расстояние от канавы (в м)	Средняя высота сосны (в см)	Текущий прирост (в см)								
		1949 г.	1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.
0—10	325	14,5	18,0	25,4	29,5	27,9	37,0	41,3	40,4	38,4
35—45	190	4,5	6,0	7,6	12,6	16,4	21,2	24,6	26,1	26,1
90—100	165	4,0	3,5	6,0	11,5	15,0	17,1	22,6	22,8	25,8

очень мало отличаются от таковых на расстоянии 90—100 м. На приканавной полосе сосна растет в несколько раз интенсивней, чем на расстоянии 35—100 м, а высота сосны в 1,5—2 раза больше. Достоверность этих данных видна из табл. 3.

Таблица 3

Достоверность разницы прироста сосны в высоту при различном удалении от канавы

Расстояние от канавы (в м)	Средний прирост в высоту		m (см)	V (%)	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$
	в см	в %			
0—10	37	185	1,7	23	7,0
35—45	23	115	1,1	24	2,0
90—100	20	100	1,0	25	8,5
0—10	37	—	1,7	—	—

В табл. 3 сравнивается средний прирост в высоту за пятилетие (1953—1957 гг.). Из табл. 3 видно, что прирост в высоту на приканавной площади (0—10 м) на 70% больше, чем на расстоянии 35—45 м от канавы и на 85% больше, чем на расстоянии 90—100 м. Достоверность данных по приросту сосны у канавы и на расстоянии 35—100 м больше 7.

Средний диаметр сосны на приканавной площади равнялся 6,8 см, на расстоянии от канавы 35—45 м — 4 см и на расстоянии 90—100 м — 4,2 см. В отдельные годы на приканавной площади текущий прирост сосны в высоту достигал 56 см, а по диаметру — 1 см. Отдельные экземпляры на бровке канавы имели высоту больше 4 м и диаметр на высоте груди 8 см при возрасте 15 лет. Таким образом, положительное влияние одной канавы на рост сосны распространяется в сторону на 45 м. При осушении параллельными канавами это влияние, надо полагать, будет распространяться на большее расстояние.

Результаты исследования хода роста по высоте соснового подроста последующего возобновления (возраст 5—8 лет) показывают, что независимо от расстояния от канавы текущий прирост подроста и высота его в среднем одинаковы (табл. 4).

Таблица 4

Текущий прирост и высота соснового подростка (возраст 5—8 лет) в зависимости от расстояния от канавы

Расстояние от канавы (в м)	Средняя высота сосны (в см)	Текущий прирост (в см)						Средний прирост за пятилетие (1953—1957 гг.)
		1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.	
0—10	92	7,9	10,0	12,3	17,5	17,3	12,5	13,9
35—45	84	5,6	12,0	14,0	18,7	14,1	13,4	15,5
90—100	85	8,8	11,5	13,3	17,5	13,9	13,6	14,0

Достоверность разницы среднего прироста за пятилетие на разном удалении от канавы меньше 3 (0,6—1,3), коэффициент вариации (V) колеблется в пределах 25,2—28,6%.

Одинаковый прирост соснового подростка 5—8 лет независимо от расстояния от канавы объясняется угнетением этого подростка лиственным и хвойным молодняком, под пологом которого он находится. Сосновый подросток того же возраста, расположенный в окнах, вне сферы влияния полога молодняка, имел значительно большую высоту. Отдельные экземпляры на приканавной площади имели высоту до 180 см, а подросток 8—10 лет — до 245 см. На расстоянии от канавы 35—100 м высота подростка в окнах была значительно меньше. Также отчетливо видна зависимость роста сосны 5—8 лет от условий среды на заболоченной 11-летней вырубке из-под ельника-долгомошника, где лиственный подросток имеет высоту меньше, чем хвойный. Так, подросток, растущий на ровном месте, с сильно развитым моховым покровом (до 30 см)



Рис. 1. Пяти-шестилетний подросток сосны, выросший в условиях избыточного увлажнения; моховой покров сильно развит (до 30 см).



Рис. 2. Пяти-шестилетний подросток сосны, выросший на микроповышении; моховой покров слабо развит (до 7 см).

и избыточным увлажнением имел среднюю высоту 82 см (рис. 1). На микроповышениях со слабо развитым моховым покровом и с более низким уровнем грунтовых вод (на 10—15 см) высота сосны достигла 116 см, а отдельные экземпляры имели высоту до 140 см (рис. 2).

Анализ хода роста в высоту елового подроста на разном удалении от канавы показывает ту же динамику приростов и высот, что и сосна предварительного возобновления (табл. 5).

Таблица 5

Текущий прирост и высота елового подроста на различном расстоянии от канавы

Расстояние от канавы (в м)	Средняя высота ели (в см)	Текущий прирост (в см)									
		1948 г.	1949 г.	1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.
0—10	273	12,0	14,4	16,0	21,5	21,3	28,0	35,0	35,0	27,0	25,0
35—45	115	4,5	3,5	3,2	7,2	6,5	8,9	10,8	13,8	10,0	11,5
90—100	117	—	6,3	5,0	7,0	6,7	10,4	11,6	10,5	11,9	9,6

Математическая обработка данных по приросту елового подроста показывает, что разница в приросте и высоте ели на расстоянии от канавы 0—10 и 35—100 м достоверна, т. е. больше 3 (табл. 6).

Таблица 6

Достоверность разницы в росте ели при различном удалении от канавы

Расстояние от канавы (в м)	По высоте				$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	По среднему приросту за пятилетие (1953—1957 гг.)					
	средняя высота		m (в см)	V (в %)		средний прирост		m (в см)	V (в %)	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	
	в см	в %				в см	в %				
0—10	273	233	11,0	29,4	4,5	30,0	277	2,00	33,0	8,6	
35—45	115	99	6,9	30,1		11,0	102	0,68	30,9		0,1
90—100	117	100	7,4	39,3		10,8	100	0,70	31,8		10,0

Данные табл. 6 показывают, что уже на расстоянии 35—45 м положительное влияние канавы на рост ели слабо заметно. Наибольший рост ели имеет место у канавы. Высота подроста и текущий прирост здесь в три раза больше, чем на расстоянии от канавы 35—45 м. Отдельные экземпляры ели имели текущий прирост до 65 см и высоту 4,4 м.

Сравнивая средний прирост сосны и ели (табл. 3, 6) за пятилетие (1953—1957 гг.), видно, что молодняк ели больше реагирует на осушение, чем сосны. У ели после осушения прирост на приканавной площади увеличился на 117%, у сосны—только на 85%. В среднем же абсолютный прирост в высоту у ели несколько меньше, чем у сосны, что нужно

объяснить бедностью песчаной почвы минеральными элементами питания, так как ель более требовательна к плодородию почвы. Коэффициент вариации признаков у ели несколько больше, чем у сосны, что объясняется большей разновозрастностью елового подроста.

Наблюдения за ходом роста сосны и ели в течение вегетационного периода показывают, что рост хвойных у канавы резко отличается от роста деревьев, удаленных от нее на 35 м и больше; уровень грунтовых вод с удалением от канавы повышается (рис. 3,4).

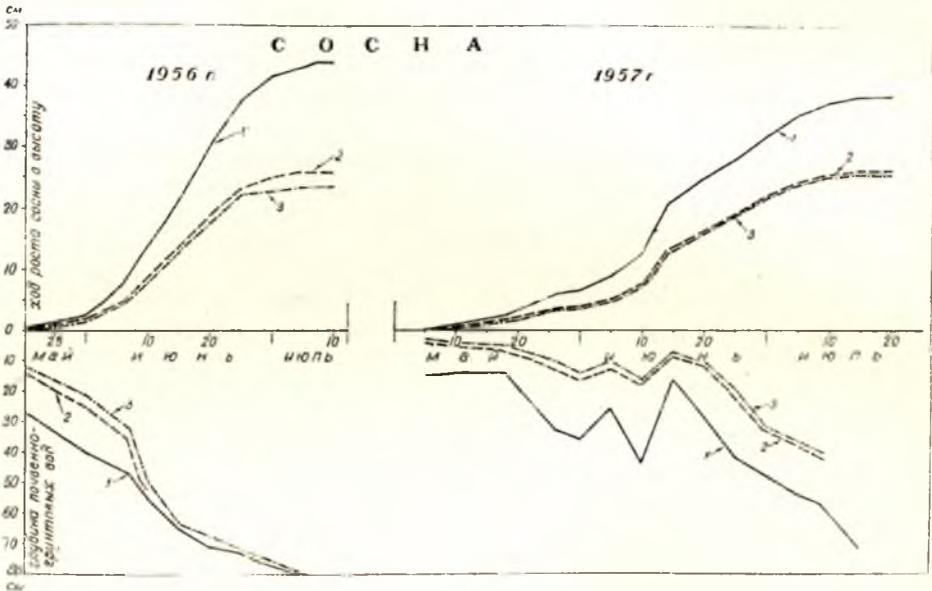


Рис. 3. Рост сосны в высоту в зависимости от расстояния от канавы.

1 — расстояние от канавы 0—10 м; 2 — расстояние от канавы 35—45 м; 3 — расстояние от канавы 90—100 м.

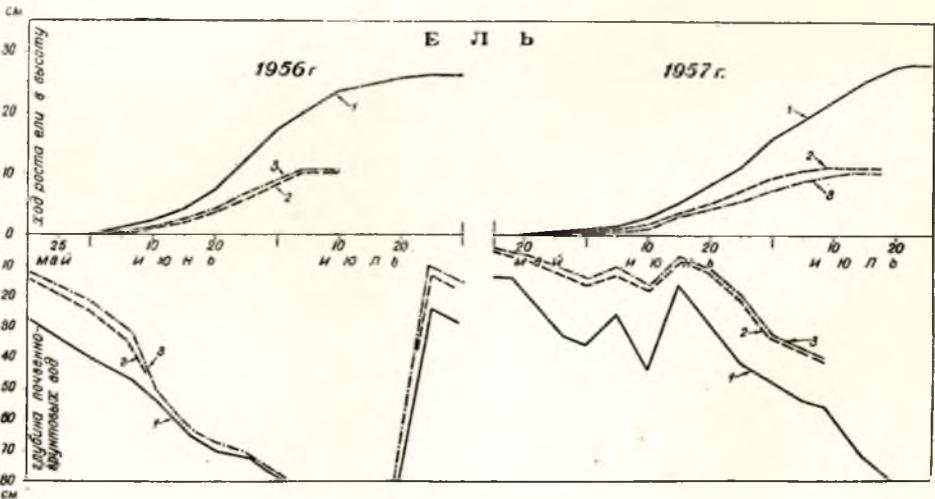


Рис. 4. Рост ели в высоту в зависимости от расстояния от канавы.

1 — расстояние от канавы 0—10 м; 2 — расстояние от канавы 35—45 м; 3 — расстояние от канавы 90—100 м.

Из рис. 3 и 4 видно, что у ели, растущей на приканавной площади, рост начинается на 5—6 дней раньше и заканчивается на 8—21 день позже, чем у ели, растущей на расстоянии 35—100 м от канавы. Так как с удалением от канавы уровень грунтовых вод повышается, то, следовательно, продолжительность роста ели зависит от глубины последних. На это указывали также П. И. Давыдов (1956) и Х. А. Писарьков (1956, 1957). Температура почвы у канавы также несколько выше, чем на расстоянии от нее (Рубцов, 1955б). Таким образом, увеличение периода роста молодняка ели на приканавной площади связано с улучшением водного и теплового режимов почвы. У сосны зависимость периода роста от расстояния от канавы выражена слабо (рис. 3).

Сосна обычно начинала (5—20/V) и заканчивала (5—15/VII) рост раньше, чем ель. У ели рост начинался 18/V—5/VI и заканчивался 5—25/VII. Таким образом, продолжительность роста у сосны в разные годы была 47—70 дней, у ели 30—63. Различие в начале и конце роста сосны и ели объясняется биологическими особенностями этих пород. Сосна, как порода менее требовательная к теплу и водному режиму почв, начинает рост раньше ели. В начале роста уровень грунтовых вод под елью стоял на глубине 10—25 см, под сосной — на глубине 3—12 см. В такой же зависимости начало роста хвойных находится от температуры воздуха. Ель трогается в рост при более высокой температуре воздуха.

В различные годы сосна и ель начинают и заканчивают рост в разное время в зависимости от характера весны и лета. В то же время, по наблюдениям Х. А. Писарькова и П. И. Давыдова (1956), в условиях Ленинградской области (Лисино) сосна в разные годы начинала рост в одно время. Рост начинался обычно 10/V и заканчивался 28/VI—18/VII, т. е. продолжался 50—70 дней; у ели рост продолжался 20—60 дней. Как мы видим, продолжительность роста молодняков сосны и ели в Ленинградской области и в условиях южной Карелии примерно одинакова (у сосны 50—70, у ели 20—63 дня).

Из рис. 3 и 4 также видно, что на приканавной площади грунтовые воды стоят значительно ниже, чем на расстоянии от канавы 35—100 м. На расстоянии от канавы 35—45 и 90—100 м грунтовые воды стояли примерно на одной глубине. В отдельные годы (1956 г.) с малым количеством осадков в период роста разница в глубине воды в почве на различном удалении от канавы была более резко выражена только в начальный период роста (конец мая — начало июня), а в дальнейшем уровни грунтовых вод находились на одинаковой глубине. В то же время рост хвойных на приканавной площади и на удалении от канавы 35—100 м был резко отличным. Следовательно, на величину прироста хвойных молодняков решающее влияние оказывает глубина грунтовых вод в начальный период роста (май — начало июня). Нужно отметить, что начало роста сосны и ели зависит не только от глубины грунтовых вод, но также и от температуры воздуха. Рост начинался при разной глубине воды в почве, но при определенной температуре воздуха. Сосна обычно начинала рост при наступлении среднесуточной температуры воздуха выше 6—7°C, а ель — при среднесуточной температуре воздуха выше 10°C. Максимальный рост верхушечного побега наблюдался при среднесуточной температуре воздуха 18—23°C. При резком понижении температуры воздуха ниже 10—12°C рост резко замедлялся или совсем прекращался. Особенно к этому чувствительна ель.

Данные наблюдений за грунтовыми водами показывают (рис. 3, 4), что при уровне воды в почве в начале роста 15—30 см и колебании его в течение вегетационного периода в пределах 33—80 см создаются благоприятные условия роста хвойных молодняков.

В ы в о д ы

1. Проведение осушительных канав на склоновых к заболачиванию и заболоченных сплошных вырубках создает благоприятные условия для роста хвойных молодняков и прекращения процессов заболачивания. Прирост в высоту на приканавной площади в среднем увеличивается у сосны в 1,5—2, у ели — до трех раз.

2. Положительное влияние одной канавы на рост молодняков сосны и ели на вырубке распространяется в сторону до 45 м.

3. Глубина грунтовых вод в начальный период вегетации оказывает решающее влияние на общий прирост сосны и ели. К началу роста грунтовые воды должны стоять на глубине не выше 15—30 см, а в период интенсивного роста — на глубине 60—80 см.

4. Начало роста хвойных совпадает с наступлением положительных среднесуточных температур: для сосны 6—7°, для ели 10—12°С. Только при наступлении этих температур, независимо от глубины грунтовых вод, начинается рост верхушечного побега.

5. Период роста ели зависит от глубины грунтовых вод: чем ниже стоят грунтовые воды в течение вегетационного периода, тем рост ели продолжается дольше. У сосны эта зависимость выражена слабо.

ЛИТЕРАТУРА

Давыдов П. И. Влияние глубины грунтовых вод на рост сосновых и еловых насаждений. Автореферат, Л., 1956.

Кошечев А. Л., И. А. Лавров. Опыт восстановления леса на заболоченных лесосеках. Гослесбумиздат, 1953.

Осмоловская М. Г., Д. В. Харьков. Почвы КФССР. Сб. работ по вопросам почв и удобрений в КФССР. Петрозаводск, 1948.

Писарьков Х. А., П. И. Давыдов. Влияние глубины грунтовых вод на производительность лесных земель. Тр. ЛТА, № 73, 1956.

Писарьков Х. А. Влияние осушения на лесовозобновление и рост молодняков на вырубках. Тр. ЛТА, № 81, 1957.

Рубцов В. Г. Влияние осушения на лесовозобновление в сфагновых лесорастительных условиях. Автореферат, Л., 1955а.

Рубцов В. Г. Влияние осушения на лесовозобновление в сфагновых сосняках. «Лесное хозяйство», № 5, 1955б.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
И. М. Нестеренко. Влияние агроулучшающих мероприятий на водно-воздушный режим минеральных почв	3
В. Н. Ларинин. Осушение торфяно-болотных почв деревянным желобковым дренажем в южной части Карельской АССР	36
И. М. Нестеренко, В. А. Розин. К вопросу об осушении Олонецкой равнины Карельской АССР закрытым дренажем	52
Г. Е. Пятецкий. Влияние осушения вырубок на рост хвойных молодых	61

Редактор *Е. И. Аكوпова*

Технический редактор *И. С. Гольденберг*

Корректор *И. В. Сало*

Сдано в набор 22/IX 1958 г.

Подписано к печати 11/III 1959 г.

Бумага

70×108^{1/16} — 5,82 усл. печ. л. 5,26 уч.-изд. л. Тираж 500. Заказ № 5746

Е—07051

Петрозаводск, типография им. Аюхина.