

Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР

Ленинградский ордена Ленина и ордена Трудового Красного
Знамени государственный университет им. А. А. Жданова

На правах рукописи

СЕМКО Александр Павлович

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЦЕЛИННЫХ И
ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Специальность 06. 01. 03 - почвоведение

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ленинград
1980

Уважаемому Владимиру Ивахову
Егорову от автора.
6/II - 1980г. А.Сем

Работа выполнена в лаборатории почвоведения и почвенной микробиологии Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского филиала АН СССР

Научный руководитель - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник В.Н.Переверзев.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Б.Н.Мичурин;
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Н.Н.Матинян.

Ведущее учреждение - Институт биологии Коми филиала АН СССР.

Защита состоится "20" марта 1980 г.
в 15 часов на заседании специализированного Совета К.063.57.16 по присуждению ученой степени кандидата биологических наук в Ленинградском государственном университете по адресу: 199178, Ленинград, В.О., 16 линия, д.29, кафедра почвоведения (3 этаж).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1980 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат биологических наук, доцент

О.Г.Растворова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В связи с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 20 марта 1974 г. "О мерах по дальнейшему развитию сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР" предусмотрено широкое развитие в Мурманской области работ по освоению новых земель, в том числе путем мелиорации избыточно увлажненных почв.

Ведение земледелия на Крайнем Севере сопряжено с большими трудностями. Недостаток тепла в период вегетации растений ограничивает набор сельскохозяйственных культур пригодных для возделывания на Кольском полуострове, составляющем большую часть Мурманской области. Большая завалуненность минеральных почв, их бедность питательными веществами затрудняют освоение и эффективное использование этих почв. Торфяно-болотные почвы отличаются большой обводненностью и требуют интенсивного осушения. Роль температурного и водного режимов почв в формировании урожая растений в условиях недостатка тепла и избыточного увлажнения, характерных для Мурманской области и других районов Крайнего Севера, очень велика. Изучение гидротермического режима минеральных и торфяно-болотных почв позволяет не только оценить тепловые ресурсы и водно-воздушный режим почв, но и наметить мероприятия, позволяющие частично преодолеть влияние неблагоприятных для растений климатических условий. Исследование водного и температурного режимов почв представляет также значительный интерес для познания почвообразовательного процесса на Крайнем Севере.

Цель и задачи исследований. Целью работы явилось выявление общих закономерностей сезонных изменений влажности и температуры почв в различные по метеорологическим условиям годы. Основными задачами исследований были следующие:

1. Изучить гидротермический режим целинных подзолистой и торфяно-болотной почв.
2. Изучить режимы влажности и температуры окультуренных подзолистой и торфяно-болотной почв под различными сельскохозяйственными культурами.
3. Выявить зависимость продуктивности сельскохозяйственных растений от водного и температурного режимов почв.
4. Разработать пути регулирования гидротермического режима почв.

Научная новизна. Впервые проведено сопряженное изучение режимов влажности и температуры подзолистых и торфяно-болотных почв северной тайги Кольского полуострова. На основе полученных данных установлены региональные особенности условий современных процессов почвообразования, выявлено влияние окультуривания на изменение водного и температурного режимов почв.

Практическая ценность работы. На основании результатов исследований разработаны практические рекомендации по улучшению водного и температурного режимов почв и повышению продуктивности сельскохозяйственных растений. Полученные данные могут быть также использованы при изучении генезиса подзолистых и торфяно-болотных почв.

Основные положения диссертации используются Мурманским проектно-исследовательским отделом института "Ленгипроводхоз" при составлении проекта на освоение новых земель для сельскохозяйственного использования в Мурманской области, а также Полярной опытной станцией Всесоюзного института растениеводства для разработки рекомендаций по размещению сельскохозяйственных культур в зависимости от их биологических особенностей и для уточнения и совершенствования некоторых приемов агротехники, в частности сроков посева (посадки).

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на I координационном совещании по теплофизическим исследованиям почв (Москва, 1975), на У делегатском съезде Всесоюзного общества почвоведов (Минск, 1977) и на УШ симпозиуме по биологическим проблемам Севера (Апатиты, 1979).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, практических рекомендаций, библиографии (148 работ) и приложения. Работа изложена на 115 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц, 39 приложений и 35 рисунков.

Объекты исследований. Полевые и экспериментальные работы проводили в 1971-1974 гг. и 1977-1978 гг. в центральной части Кольского полуострова. Объектами изучения были целинные и хорошо окультуренные иллювиально-гумусовые песчаные подзолы и остаточнo-низинные (переходные) торфяно-болотные почвы.

Методы исследований. Влажность почв определяли весовым методом. Образцы почв брали буром конструкции Н.А.Качинского (АМ-17) послойно через каждые 10 см (в лесу по генетическим горизонтам) один раз в 10-15 дней в 5-ти кратной повторности в слое 0-30 см и в 3-х кратной - в слое 30-80 см. Для выяснения качественных степеней увлажнения определяли следующие почвенно-гидрологические константы: максимальную гигроскопичность (МГ) - по методу А.В.Николаева; влажность завядания (ВЗ) торфяно-болотной почвы методом вегетационных мениатер с ячменем, а подзолистой - расчетным путем, умножая величины МГ на коэффициент 1,34; наименьшую влагоемкость (НВ) подзолистой почвы - методом заливаемых площадок; полную влагоемкость (ПВ) и скважность - вычисляли по данным удельного и объемного весов. Объемный вес (ОВ) определяли режущим кольцом объемом 250 см³, а удельный вес - пикнометрическим методом.

Температуру почв измеряли ежедневно в 13 час. на поверхности и глубине 2 см (в лесу), 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80 и 160 см. В течение вегетационного периода (июнь-сентябрь) температуру поверхности почвы измеряли срочными метеорологическими термометрами (ТМ-3), а на глубине 5, 10, 15 см - термометрами Савинова (ТМ-5). В холодный период температуру поверхности почвы определяли электротермометрами АМ-2М. На глубине 20, 30, 40, 60, 80, 160 см температуру почвы наблюдали круглогодично по вытяжным почвенным термометрам (ТПВ-50). В солнечные и пасмурные дни (4 раза) определяли суточный ход температуры почв и альbedo (отражательная способность почв). Отсчеты производили через каждые 2 часа. Альbedo определяли альбедометром походным (АП-3x3) с гальванометром (ГСА-1). Промерзание и оттаивание почв определяли один раз в 5 дней (в начале зимы и после схода снега ежедневно) при помощи мерзлотометров Данилина (МД-50 м). Высоту снежного покрова измеряли по снегомерным рейкам и мерзлотометрам. Механический состав подзолистой почвы определяли методом пипетки в модификации Н.А.Качинского. Анализы по определению химического состава и физико-химических свойств почв проводили по общепринятым методикам.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Природные условия

Кольский полуостров почти полностью находится за Полярным кругом, чем и определяются его климатические условия, характер растительного и почвенного покрова.

Рельеф территории полуострова представляет собой холмистую равнину с абсолютными отметками до 200-300 м. В центре полуострова расположены возвышенности с высотами 900-1100 м над ур. моря.

Почвообразующими породами почти повсеместно являются грубозернистые несортированные сильно завадушенные моренные отложения небольшой мощности (как правило 3-10 м), подстилаемые коренными породами.

Климат Кольского полуострова формируется под воздействием теплых масс воздуха из северных и центральных районов Атлантического океана и более холодных из атлантического сектора Арктики, с чем связана сильно развитая циклоническая деятельность зимой и в переходные сезоны. В целом климат полуострова является морским (Яковлев, 1961). Близость Баренцева и Белого морей и теплого течения Гольфстрим сказывается на том, что зима на Кольском полуострове более мягкая, чем на тех же широтах на востоке, а лето - более прохладное. Проникновение теплого воздуха из Атлантики в зимнее время вызывает оттепели, которые могут наблюдаться даже в самые холодные месяцы. В любой из летних месяцев возможны заморозки на почве, которые вызываются вторжением холодных и бедных влагой масс арктического воздуха. Среднегодовая температура воздуха колеблется от -0.2 до -1.8°C . За год выпадает 400-450 мм осадков, большая их часть (60%) приходится на летне-осенний период. Снежный покров окончательно устанавливается в середине октября - начале ноября, а сходит в конце мая. Средняя из максимальных высот снежного покрова составляет 75 см. Продолжительность устойчивого залегания снежного покрова колеблется от 180 до 200 дней.

Территория, где проводились наши исследования, входит в агроклиматический район, где сумма среднесуточных температур воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$ составляет 1250-1400 $^{\circ}$, а выше $+10^{\circ}\text{C}$ - 900-1100 $^{\circ}$. Число дней со средней суточной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ равно 118-129 дням, а выше $+10^{\circ}\text{C}$ - 60-70 дням. Безморозный период длится 80-107 дней.

Растительный покров северной тайги Кольского полуострова представлен еловыми и сосновыми лесами с хорошо развитым кустарничковым и кустарничковым покровом.

Господствующими типами почвообразования на территории Кольского полуострова являются подзолистый и болотный. Преобладают иллювиально-гумусовые песчаные и супесчаные подзолы и переходные (верховые остаточо-низинные) торфяно-болотные почвы. Минеральные почвы полуострова имеют короткий профиль (не более 50-70 см).

Водно-физические свойства почв

Подзолистые и торфяно-болотные почвы резко различны по своим генетическим особенностям, в том числе и по физическим свойствам.

Объемный вес целинной подзолистой почвы с глубиной увеличивается от 1.13 до 1.54 г/см³, а окультуренной - от 1.05 до 1.58 г/см³. Скважность почв относительно высокая (45-60%).

Влажность завядания минеральных горизонтов целинной подзолистой почвы и окультуренной почвы колеблется от 2.7 до 6.0%, а наименьшая влагоемкость от 9 до 24% от веса сухой почвы. Максимальных значений эти величины в целинной почве достигают в иллювиальном горизонте В₁, а в окультуренной - в пахотном слое. Диапазон активной влаги (ДАВ) в слое 0-40 см составляет в этих почвах 60-70 мм.

Целинная и окультуренная торфяно-болотные почвы в слое 0-20 см более или менее однородны по ботаническому составу. В этом слое залежь сложена верховым сфагновым торфом с некоторым участием остатков грибовых мхов и травянистых растений. В слое 20-160 см залежь состоит в основном из сфагнового торфа на целине и травяно-древесного - на окультуренном участке.

Объемный вес целинной торфяно-болотной почвы небольшой и с глубиной уменьшается от 0.12 до 0.09 г/см³. Общая скважность довольно высокая (92-95%). Полная влагоемкость составляет 760-1100%, а влажность завядания - 55-75% от веса сухой почвы.

Окультуренная торфяно-болотная почва по водно-физическим свойствам резко отличается от целинной. Осушение и длительное окультуривание (обработка почвы, известкование, внесение удобрений) вызвало заметное возрастание удельного веса почвы, благодаря увеличению зольности торфа. Уплотнение и ми-

мерализация торфа привели к значительному возрастанию объемного веса (до 0.20-0.21 г/см³), уменьшению оквасности (до 87-88%) и влагоемкости. Полная влагоемкость окультуренной почвы составляет 410-580%, а влажность завядания - 51-63% от веса сухой почвы.

Метеорологические условия в годы проведения исследований

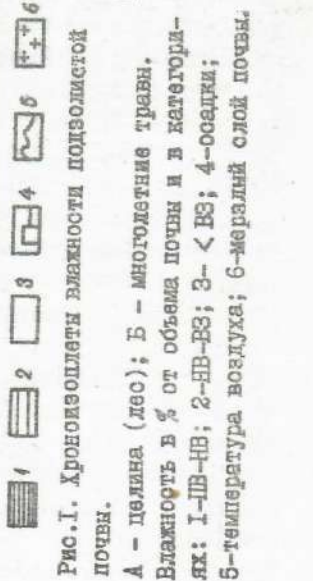
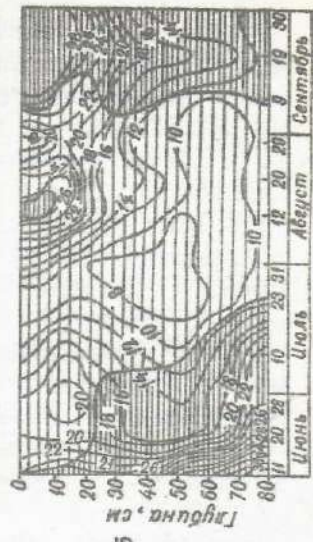
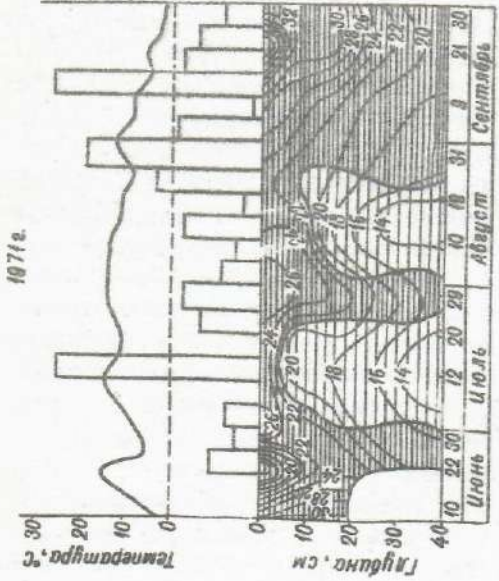
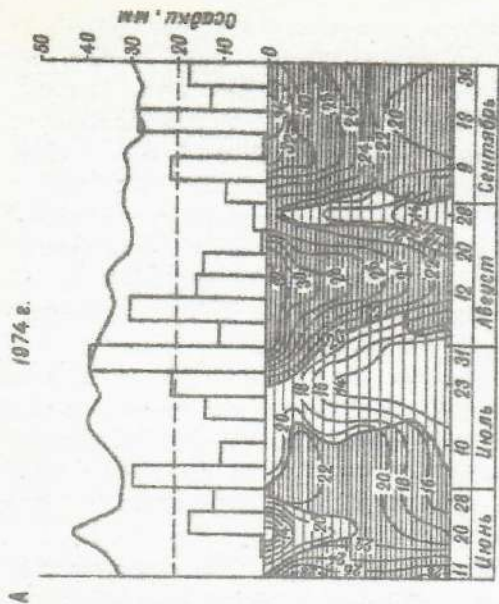
В годы проведения исследований метеорологические условия резко различались. По среднегодовой температуре воздуха холодным был 1971 г. (-2.4°C), теплыми - 1972 г. и 1974 г. (+1.4°C и 1.8°C) и умеренным - 1973 г. (-0.6°C). По годовой сумме осадков наиболее влажными были 1971 г. и 1974 г. (135 и 132% от нормы) и близкими к норме - 1972 г. и 1973 г. (107 и 112% от нормы). Вегетационный период в 1971 г. был умеренным по температуре воздуха и влажным по осадкам с коэффициентом увлажнения (КУ) выше нормы, а в 1974 г. - теплым и влажным. В 1972 г. теплым и сухим был летний период (КУ - 0.42-0.63). В 1973 г. теплым и очень сухим был июль (осадки не выпадали), прохладным и влажным август и холодным и сухим сентябрь. Наиболее малоснежной и суровой в своем начальном периоде была зима 1971-1972 гг. Все это оказало большое влияние на водный и температурный режимы почв.

Режим влажности почв

Во все годы наблюдений (1971-1974) влажность подзолистой почвы под лесом (рис.1) в весенний и осенний периоды превышала наименьшую влагоемкость (НВ), т.е. происходило сквозное промачивание почвенного профиля (исключение составил осенний период 1973 г., который был сухим).

В 1971 г., который является типичным для Кольского полуострова, благодаря выпадению большого количества осадков, влажность подзолистой почвы летом в сосняке брусничном была довольно высокой. Так, в первой и второй декадах июля и августа влажность лесной подстилки (слой 0-4 см) была выше НВ, а влажность минеральных горизонтов почвы близка к НВ (80-90% от НВ). В конце июля и августа в слое 0-40 см влажность почвы превышала НВ, т.е. происходило сквозное промачивание почвенного профиля.

Последующие два вегетационных периода отличались высоки-



1 2 3 4 5 6

Рис. 1. Хроноизолеты влажности подзолистой почвы.

А - целина (лес); Б - многолетние травы.
 Влажность в % от объема почвы и в категориях:
 1-ИВ-НВ; 2-НВ-ВЗ; 3- < ВЗ; 4-осадки;
 5-температура воздуха; 6-мерзлый слой почвы.

ми температурами и небольшим количеством осадков. Однако, в 1972 г. это не вызвало большого просушения почвы. Только во второй и третьей пятидневках августа, когда осадков выпало мало, а температура воздуха была высокой, произошло заметное уменьшение влажности почвы (до 50% от НВ). В июле и второй половине августа влажность почвы составила 70% от НВ. Во второй половине июля 1973 г., когда температура воздуха была высокой, а осадки не выпадали, произошло значительное иссушение почвы в лесу (в слое 0-40 см). Влажность лесной подстилки в это время была равна или ниже влажности завядания (ВЗ), а в минеральных горизонтах она до глубины 20 см составляла полторную и двойную величину ВЗ. Ниже 20 см влажность почвы была равна 50% от НВ. В первой половине июля, августе и сентябре влажность минеральных горизонтов почвы колебалась от 50 до 90% от НВ. В 1974 г. на протяжении всего вегетационного периода влажность целинной подзолистой почвы была высокой (близка к НВ или выше ее).

Таким образом, в теплые и засушливые годы сквозное промачивание профиля подзолистой почвы под лесом наблюдается только весной и осенью, во влажные же годы оно периодически проявляется и в летние месяцы. Сильное иссушение почвы может наблюдаться только в годы с очень засушливым летом, как это было в 1973 г. В этом случае лесная подстилка, которая выполняет роль мульчирующего слоя, не может в полной мере предохранить минеральные горизонты почвы от интенсивного иссушения. Кроме того, значительная часть влаги в сухое и теплое время года теряется путем интенсивной транспирации растений.

Режим влажности в окультуренной подзолистой почве в большой мере зависит от наличия или отсутствия растительности. Сквозное промачивание почвенного профиля этой почвы на участках под паром и многолетними травами во все годы наблюдений, кроме 1973 г., наблюдалось весной и осенью. В 1973 г. оно отмечалось только весной, так как осенний период был сухим. На паровом участке в различные по метеорологическим условиям годы колебания влажности почвы в верхнем слое (до 20-30 см) на протяжении всего вегетационного периода были сравнительно небольшими и составляли 18-24% от объема поч-

вы (70-90% от НВ), а в более глубоких горизонтах влажность почвы была больше НВ.

Многолетние травы, обладающие высокой транспирационной способностью, вызывали уменьшение влажности почвы (рис.1) не только в верхнем слое, но также и во всей почвенно-грунтовой толще (до 80 см). Особенно заметно это проявилось в засушливые 1972 и 1973 гг., когда интенсивному иссушению подвергался не только пахотный горизонт (0-20 см), но и подпахотные слои почвы. Так, в 1972 г. в пахотном слое влажность почвы составляла полуторную или двойную величину ВЗ, а в 1973 г. она в слое 0-5 см была меньше ВЗ. В подпахотных горизонтах в сухие годы влажность почвы составляла двойную величину ВЗ. Во влажном 1974 г. в летние месяцы влажность почвы в слое 0-20 см колебалась от 50 до 90% от НВ, т.е. сильного иссушения почвы не отмечалось.

Под однолетними культурами (овсяно-гороховая смесь и картофель) в засушливые годы (1972-1973) почва подвергалась значительному иссушению, вследствие чего ее влажность летом в слое 0-10 см составила меньше влажности завядания (ВЗ), а в слое 10-30 см - полуторную и двойную величину ВЗ. В годы с количеством осадков больше нормы влажность почвы в слое 0-30 см под этими растениями колебалась от 50 до 90% от НВ.

Показатели влажности подзолистой почвы под лесом во все годы наблюдений были более высокие, чем под сельскохозяйственными растениями. Наибольшими они были на участке под паром, так как здесь потери влаги происходили только в результате испарения с поверхности почвы и инфильтрации, в то время как на участках под растениями влага расходовалась и на транспирацию растений.

Результаты наблюдений за режимом влажности целинной и окультуренной торфяно-болотных почв (рис.2) свидетельствуют о резких различиях во влажности этих почв.

Во все годы наблюдений (1971-1974) влажность целинной торфяно-болотной почвы была значительно большей, а динамика ее менее четкой по сравнению с влажностью почвы на окультуренных участках.

В сухие годы (1972 и 1973) сезонные изменения влажности почв были выражены отчетливо, поскольку при небольшом количестве осадков и высоких температурах воздуха происходило

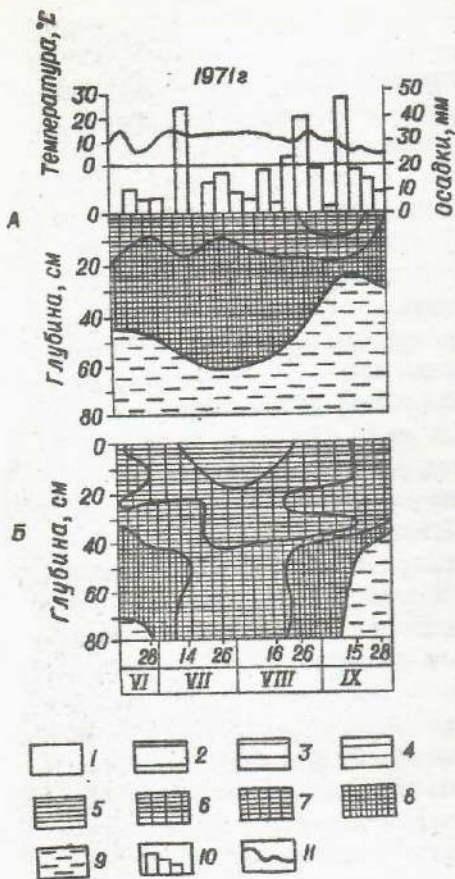


Рис. 2. Хроноизоэлемты влажности торфяно-болотной почвы.
 А - целина; Б - многолетние травы. Влажность в % от объема:
 I - 10-20; 2 - 20-30; 3 - 30-40;
 4 - 40-50; 5 - 50-60; 6 - 60-70;
 7 - 70-80; 8 - 80-90; 9 - грун-
 товые воды; 10 - осадки; 11 - тем-
 пература воздуха.

заметное снижение влажно-
 сти торфяно-болотных почв
 в засушливые периоды.
 Особенно отчетливо это
 проявилось летом 1973 г.
 в пахотном слое на участ-
 ках под многолетними и
 однолетними травами. В
 июле здесь произошло
 сильное иссушение почвы
 в слое 0-10 см. Влажность
 почвы под многолетними
 травами уменьшилась до
 20% от объема почвы и ме-
 нее (она составила двой-
 ную величину ВЗ), а под
 однолетними травами до
 20-30%. В подпахотных го-
 ризонтах на освоенных
 участках влажность почвы
 тоже резко уменьшилась,
 так как уровень грунтовых
 вод в это время понижался
 до 90-110 см, а это влек-
 ло за собой снижение ка-
 пиллярной каймы. На цели-
 не в сухие годы влажность
 торфяно-болотной почвы
 уменьшалась лишь в слое
 0-20 см, где она состави-
 ла 50-60% от объема. В бо-
 лее глубоких горизонтах
 она оставалась избыточной
 (80-90% от объема).
 Во влажные годы (1971 и
 1974) динамика влажности
 почвы на всех угодьях бы-
 ла выражена в меньшей

степени, а уровень увлажнения почвы был более высоким, чем в сухие годы.

В годы с количеством осадков превышающих норму, под паром и сельскохозяйственными культурами показатели влажности почв были близки. В сухие годы почва под растениями иссушалась интенсивнее, чем на паровом участке.

В различные по метеорологическим условиям годы растения в корнеобитаемом слое подзолистой почвы по разному были обеспечены влагой. Так, во влажные годы (1971 и 1974) на целине (в лесу) в слое 0-20 и 20-40 см запасы продуктивной влаги не опускались ниже величины, составляющей $2/3$ диапазона активной влаги (ДАВ), а на окультуренных участках под сельскохозяйственными растениями они в отдельные периоды опускались даже ниже величины, составляющей $1/3$ ДАВ. В умеренно сухие годы, каким был 1972 г., в лесу в слое 0-40 см не происходило сильного иссушения почвы и только в экстремально сухом 1973 г. запасы продуктивной влаги в июле составили 16-17 мм, т.е. почва здесь сильно иссушалась. Что касается участков с сельскохозяйственными растениями, то там в сухие годы запасы продуктивной влаги в летний период в слое 0-20 см были ниже 5-10 мм, а в отдельные периоды (под однолетними травами) доступная влага в почве отсутствовала, т.е. пахотный слой почвы очень интенсивно иссушался и растения сильно страдали от недостатка влаги. Это привело к снижению урожая. В подпахотном слое (20-40 см) в сухие годы на окультуренных участках под растениями также происходило сильное иссушение почвы. Запасы продуктивной влаги здесь в летний период были ниже 5-10 мм. Следовательно на целине (в лесу) запасы продуктивной влаги во все годы наблюдений были больше, чем на окультуренных угодьях под сельскохозяйственными растениями.

В торфяно-болотной почве запасы продуктивной влаги в различные по метеорологическим условиям годы в пахотном и подпахотном слоях (0-20 и 20-40 см) значительно (в 4-8, а в отдельные периоды в 10 и более раз) превышали запасы продуктивной влаги в подзолистой песчаной почве. Это говорит о том, что на торфяных почвах даже в сухие годы растения не испытывали недостатка влаги.

Содержание воздуха в торфяно-болотной почве под травами

в летний период в пахотном слое составило 20–40% от объема почвы, т.е. аэрация почвы была хорошей.

Таким образом, в освоенных торфяно-болотных почвах Колыского полуострова создается благоприятный водно-воздушный режим для растений в любое по метеорологическим условиям года.

Температурный режим почв

Режим температуры почв в годовом цикле

Среднегодовые температуры подзолистой и торфяно-болотной почв являются положительными и характеризуются небольшими величинами (2–4°C).

Период с отрицательными температурами при их колебаниях от - 0.1 до - 4.6°C в подзолистой и от - 0.1 до - 3.1°C в торфяно-болотной почвах на всех угодьях длится с ноября по май (7 месяцев). Глубина проникновения отрицательных температур (рис.3) изменяется в разные годы от 50 до 90 см в целинной подзолистой почве и от 60 до 100 см – в окультуренной почве этого типа. Торфяно-болотная почва промерзает на значительно меньшую глубину. Так, отрицательные температуры на целинном участке достигают в разные годы глубины 10–20 см, а на окультуренном – 30–60 см (рис.4). Ниже промерзшего слоя (до 160 см) в зимнее время температура почв не превышает + 4°C.

Период активных температур (выше + 10°C) в целинной подзолистой почве в обычные (близкие к норме) годы (1971) начинается (в слое 2–5 см) в конце июля и заканчивается в начале августа, а в аномально теплые годы (1972–1974) он в слое 2–20 см начинается в конце июня – первой декаде июля и заканчивается в конце июля – августе. В годы с близкими к норме температурами воздуха продолжительность периода активных температур почвы составляет здесь 16 дней, а глубина их проникновения – 5 см. В аномально теплые годы период с температурами выше + 10°C колеблется от 30 до 45 дней, а глубина проникновения активных температур почвы увеличивается до 40 см. Сумма активных температур на глубине 20 см небольшая (310–560°), а показатели нагреваемости (по Димо) значительно меньше единицы (0.21–0.36).

В окультуренной подзолистой почве период активных температур (выше +10°C) в слое 5–20 см в разные годы начинается в начале июня – начале июля и заканчивается в конце августа – начале сентября. Продолжительность периода с активными темпе-

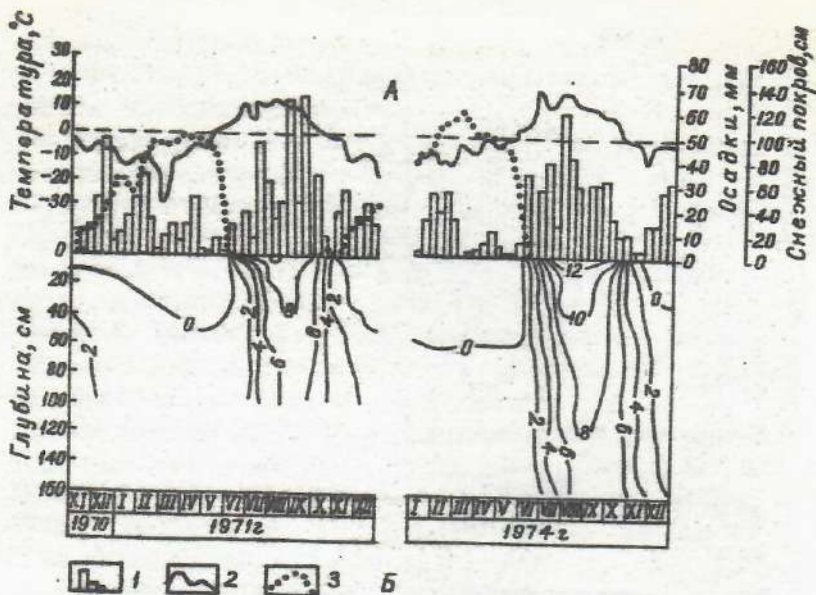
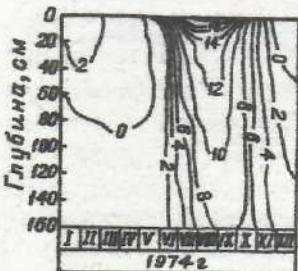


Рис.3. Термизошлети подзолистой почвы.
 А - целина (лес); Б - многолетние травы.
 1 - осадки; 2 - температура воздуха; 3 - снежный покров.



ратурами в окультуренной подзолистой почве в слое 5–20 см составляет 60–95 дней. Сумма активных температур в этой почве на глубине 20 см колеблется от 700 до 1100°, показатели нагрываемости (по Димо) равны 0.60–0.70, глубина проникновения активных температур составляет 70–110 см.

Среди вариантов с сельскохозяйственными культурами наиболее высокая температура почвы отмечалась на участке под картофелем.

Период активных температур торфяной почвы в слое 5–20 см начинается на разных угодьях в середине июня - начале июля и заканчивается в конце августа - начале сентября. Продолжительность периода с температурами торфяной почвы выше + 10°C колеблется в разные годы от 50 до 80 дней на целине и от 40 до

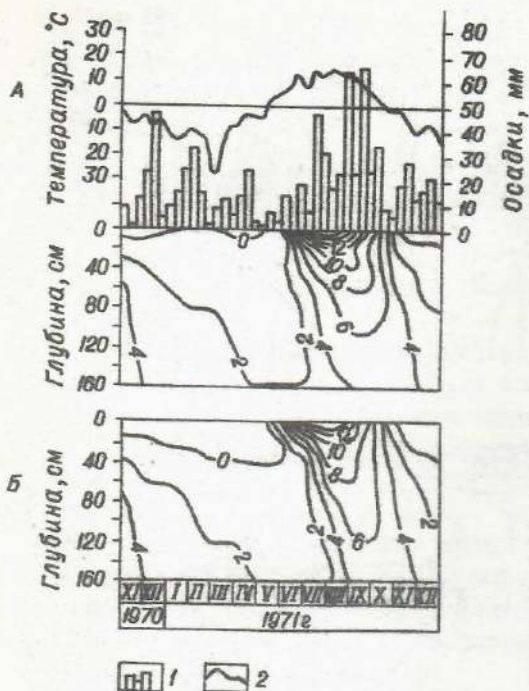


Рис.4. Термоизохеты торфяно-болотной почвы.
 А - целина; Б - многолетние травы;
 1 - осадки; 2 - температура воздуха.

Промерзание и оттаивание почв

Интенсивность промерзания почв зависит от температурного режима воздуха в осенне-зимний период и высоты снежного покрова.

Начало промерзания почв под разными угодьями (целина, пар, многолетние травы) наблюдается в основном в одни и те же сроки и происходит в зависимости от метеорологических условий в начале, середине или конце октября. Время начала промерзания

70 дней на окультуренных угодьях. Глубина проникновения активных температур в целинной почве составляет 30-40 см, а в окультуренной под многолетними и однолетними травами - 20-30 см. Сумма активных температур почвы на целине колеблется от 700 до 900°, а на окультуренном участке под многолетними травами - от 300 до 500°, показатели нагреваемости (по Димо) на этих участках составляют 0.49-0.52 и 0.36 соответственно.

Таким образом, температурный режим подзолистой песчаной почвы в вегетационный период резко улучшается. Окультуривание же торфяно-болотной почвы ухудшает температурный режим.

почв или совпадает с выпадением снежного покрова, или наступает после его установления.

Максимум промерзания почв наступает в марте. В апреле процессы промерзания затормаживаются и глубина промерзшего слоя сохраняется на одном уровне. Целинные почвы промерзают слабее окультуренных. Так, если глубина промерзания целинной подзолистой почвы (в лесу) в разные годы составляет 50-90 см, то для окультуренной почвы эта величина равна 70-100 см. Торфяно-болотная почва промерзает слабее подзолистой. На целине мощность промерзшего слоя составляет 15-30 см, а на окультуренных угодьях - 40-60 см.

Оттаивание подзолистой и торфяно-болотной почв начинается в разные годы в конце апреля - мае. Этот процесс в почвах происходит как снизу до начала снеготаяния, так и сверху - после полного схода снежного покрова. Наиболее интенсивно почва оттаивает сверху.

Интенсивность оттаивания почв зависит от температурного режима воздуха весной и мощности промерзшего слоя. Целинная подзолистая почва окончательно оттаивает на 4-15 дней позднее, чем окультуренная. Целинная же торфяно-болотная почва оттаивает на 19-35 дней раньше освоенной.

Оттаивание почв происходит неодинаково в зависимости от вида угодья. Если целинная торфяно-болотная почва оттаивает быстрее (на 10-20 дней), чем подзолистая, то для окультуренных почв соотношение продолжительности периода оттаивания обратное: подзолистая почва значительно раньше (тоже на 10-20 дней) оттаивает по сравнению с торфяно-болотной почвой.

Режим температуры почв в суточном цикле

Суточные колебания в подзолистой почве на разных угодьях четко выражены в летний период в слое 15-20 см, а в торфяно-болотной - в слое 10-15 см. В более глубоких слоях они затухают, суточная амплитуда здесь не превышает 0.1-0.5°C.

Ход температуры в суточном цикле однотипен в разных почвах и под различными угодьями. На поверхности почв максимум температуры наступает в 13-15 час., а минимум - в 3-5 час. С глубиной время наступления максимумов и минимумов

сдвигаются: на глубине 5-10 см - на 2-3 часа, а на глубине 15-20 см - на 4-6 часов.

Перепады температуры системы почва-воздух и внутрипочвенные перепады температуры

Перепады температуры системы почва-воздух изменяются по сезонам. В зимний период (ноябрь-март) на различных участках подзолистая и торфяно-болотная почвы значительно теплее воздуха, поэтому поток тепла направлен вверх от почвы к воздуху. В теплое время года (май-сентябрь), наоборот, почвы холоднее воздуха, поэтому поток тепла направлен вниз от воздуха к почве.

Внутрипочвенные перепады температуры между глубинами 20 и 160 см в осенне-зимне-весенний период (октябрь-май) имеют положительный знак. Поток тепла в этом случае направлен вверх от более глубоких слоев почв к их поверхности. Следовательно, теплообмен идет по типу излучения. Для весенне-летне-осеннего периода (июнь-сентябрь) характерна обратная зависимость: температура почв на глубине 20 см выше температуры почв на глубине 160 см, поэтому величины внутрипочвенных перепадов имеют отрицательный знак. Поток тепла в этом случае направлен вниз от поверхности почвы к более глубоким слоям. Теплообмен осуществляется по типу инсоляции.

Продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от гидротермического режима почв

Влияние гидротермического режима почв на урожайность растений

Гидротермический режим почв в годы исследований существенно различался. Наиболее благоприятным сочетание тепла и влаги в почвах обоих типов было в 1974 г. На подзолистой почве в засушливые годы (1972-1973) растения испытывали острый недостаток влаги. На торфяно-болотной почве в 1972 г. сумма активных температур почвы была ниже, чем в другие годы. Влажность пахотного слоя (0-20 см) торфяной почвы во все годы наблюдений была близка к оптимальной и растения здесь не испытывали недостатка во влаге.

Все эти особенности гидротермического режима вегетационных периодов вызвали колебания урожаев сельскохозяйственных культур, полученные в разные по метеорологическим условиям годы (табл. I).

Таблица I

Урожайность зеленой массы трав и клубной картофеля, ц/га

Культура	Годы			
	1971	1972	1973	1974
Подзолистая почва				
Многолетние травы	-	122	300	221
Однолетние травы	242	100	180	324
Картофель	553	309	300	505
Торфяно-болотная почва				
Многолетние травы	99	70	180	214
Однолетние травы	312	230	339	434

Наиболее высокая урожайность растений на подзолистой песчаной почве наблюдалась в теплом и влажном 1974 г., а самая низкая - в засушливые годы (1972 и 1973). На торфяно-болотной почве максимальных значений урожай достиг в аномально теплом 1974 г., а минимальных - в 1972 г., в вегетационный период которого растения были хуже обеспечены теплом по сравнению с другими годами.

Значительно более высокие запасы влаги в торфяной почве по сравнению с подзолистой песчаной дает возможность получать на ней в любые по метеорологическим условиям годы более высокие урожаи растений. Низкие урожаи многолетних трав на торфяной почве связаны с выпадением там тимофеевки и замещением ее другими менее продуктивными злаками.

Таким образом, при выращивании растений на подзолистой песчаной почве наблюдается прямая связь урожай зеленой массы однолетних трав с влажностью почвы, а на торфяно-болотной почве - с температурой, что свидетельствует о целесооб-

разности проведения орошения на минеральных почвах и тепловой мелиорации - на торфяных почвах.

Влияние пескования на гидротермический режим окультуренной торфяно-болотной почвы и урожайность растений

Результаты наших исследований показали, что под влиянием окультуривания температурный режим торфяно-болотной почвы ухудшается. Это вызывает необходимость проводить тепловую мелиорацию. Для этой цели мы применяли такой прием, как пескование. Было испытано два вида минерального грунта: моренный песок и нефелиновый песок (отходы обогащательных фабрик объединения "Апатит"). По механическому составу эти грунты резко различаются. В моренном песке преобладают фракции крупного и среднего песка, а в нефелиновом - мелкого песка.

В 1977-1978 гг. на экспериментальном участке Кольского филиала АН СССР испытывали две дозы минеральных грунтов: 300 т/га и 600 т/га. Контролем служил вариант без пескования. На делянках с пескованием и контроле производили посев однолетних трав (овсяно-гороховая смесь).

При добавлении в торфяную почву песка (слой почвы 0-15 см) происходит резкое изменение ее водно-физических свойств (табл.2).

Таблица 2

Изменение водно-физических свойств окультуренной торфяно-болотной почвы в слое 0-15 см под влиянием добавок минерального грунта

Вариант опыта	Зольность, %	Объемный вес, г/см ³	Удельный вес	Общая влажность, %	Полная влагоемкость, %
Контроль (без пескования)	13.1	0.162	1.52	88.0	484.8
Моренный песок, 300 т/га	48.3	0.310	1.88	83.5	269.8
То же, 600 т/га	70.6	0.457	2.27	79.9	181.3
Нефелиновый песок, 300 т/га	46.7	0.290	1.83	84.2	290.6
То же, 600 т/га	69.7	0.428	2.14	80.0	187.1

Увеличение в составе торфяной почвы содержания минеральной части приводит к увеличению зольности, объемного и удельного весов и уменьшению скважности и влагоемкости.

Показатели объемной влажности почвы в вариантах с дозой песка 600 т/га меньше, чем в контроле и вариантах с дозой песка 300 т/га. В вариантах с дозой песка 300 т/га они или близки к показателям влажности почвы в контроле или превышают их. В течение вегетационного периода (с третьей декады июня по вторую декаду августа) колебания влажности почвы в вариантах с пескованием и контроле составляют 40-60% от объема, а содержания воздуха - 20-40% от объема почвы. Это свидетельствует о том, что растения во всех вариантах в период вегетации не испытывают недостатка влаги, а аэрация почвы является хорошей.

Уплотнение почвы в вариантах с пескованием приводит к резкому улучшению ее прогреваемости. На пескованных участках в первую половину вегетации растений температура почвы в слое 5-15 см выше на 1-3°C, а во вторую половину вегетации - на 0.2-1.0°C по сравнению с контролем.

Благодаря улучшению физических свойств и температурного режима торфяно-болотной почвы в результате пескования, урожайность однолетних трав повышается на 10-30% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние пескования на урожайность зеленой массы
однолетних трав, ц/га

Вариант опыта	1977 г.	1978 г.
Контроль (без пескования)	275	390
Моренный песок, 300 т/га	335	486
То же, 600 т/га	323	420
Нефелиновый песок, 300 т/га	340	510
То же, 600 т/га	324	435
НСР ₀₅ , ц/га	78	126

Самая высокая урожайность растений наблюдается в вариантах с дозой песка 300 т/га.

Выводы

1. Основными факторами, определяющими водный режим иллювиально-гумусовых подзолов Кольского полуострова являются: легкий механический состав, способствующий интенсивной инфильтрации влаги; характер поступления атмосферных осадков в течение теплого времени года и растительный покров. Влажность этих почв ранней весной и осенью превышает наименьшую влагоемкость (НВ), что обуславливает сквозное промачивание почвенного профиля в эти периоды. Во влажные годы промачивание профиля целинных почв происходит периодически и в летнее время.

2. В годы с количеством осадков, превышающим норму, влажность целинных почв в течение вегетационного периода близка к НВ (80-90% от НВ) или превышает ее. В сухие годы влажность почв уменьшается (составляет 50-70% от НВ), но сильного иссушения почв не происходит. Этому способствует слой лесной подстилки, предохраняющий минеральные горизонты почв от интенсивного испарения влаги.

3. Окультуривание подзолистых почв приводит к резкому изменению режима влажности. На паровых участках в различные по метеорологическим условиям годы влажность почв в пахотном слое составляет 18-24% от объема (70-90% от НВ). Под сельскохозяйственными растениями в годы с количеством осадков, превышающим норму, влажность почв меньше, чем на паровых угодьях за счет транспирации сельскохозяйственных культур. В сухие годы на участках под культурными растениями почвы подвергаются значительному иссушению, вследствие чего их влажность в слое 0-10 см составляет меньше влажности завядания (ВЗ), а в слое 10-30 см - полуторную и двойную величину ВЗ.

4. Целинные торфяно-болотные почвы Кольского полуострова характеризуются избыточным содержанием влаги и слабой изменчивостью режима влажности в течение всего вегетационного периода. В сухие годы отмечается уменьшение влажности в поверхностных горизонтах (0-20 см) почв до 50-60% от объема, в то время как для нижележащих горизонтов характерен избыточный режим влажности.

5. В результате осушения и освоения влажность торфяно-

болотных почв резко уменьшается. Динамика влажности окультуренных торфяно-болотных почв выражена более четко, чем целинных. Во влажные годы на участках под паром и сельскохозяйственными растениями показатели влажности почв близки. В сухие годы в период активной вегетации трав (июль-первая половина августа) почвы под ними иссушаются интенсивнее, чем на паровых угодьях. В экстремально засушливые годы под многолетними травами влажность почв в слое 0-10 см может составлять двойную величину ВЗ.

6. Среднегодовые температуры подзолистых и торфяно-болотных почв достигают небольших величин ($2-4^{\circ}\text{C}$ выше нуля). Мягкая зима и большая высота снежного покрова (60-100 см) обуславливают неглубокое промерзание почв. В целинных подзолистых почвах промерзший слой составляет 50-70 см, а в окультуренных - 70-90 см. Торфяно-болотные почвы промерзают значительно слабее (до 15-20 см на целине и до 30-40 см на окультуренных угодьях). Температура почв в промерзшем слое не опускается ниже -5°C , а в горизонтах с постоянной положительной температурой она не превышает $+4^{\circ}\text{C}$. Период с отрицательными температурами почв составляет 7 месяцев.

7. В течение вегетационного периода целинные подзолистые почвы Кольского полуострова прогреваются весьма слабо. Активные температуры (выше $+10^{\circ}\text{C}$) отмечаются в горизонте лесной подстилки и лишь в аномально теплые годы они могут достигать 40 см. Под влиянием окультуривания температурный режим почв резко улучшается: активные температуры достигают глубины 70-110 см, а период с такими температурами увеличивается на 30-50 дней; показатели нагреваемости (по Димо) возрастают в 2-3 раза. Наиболее интенсивное прогревание почв наблюдается при выращивании растений на гребнях.

8. В целинных торфяно-болотных почвах активные температуры проникают до глубины 30-40 см. Окультуривание этих почв приводит к ухудшению их прогреваемости (глубина проникновения активных температур уменьшается до 20-30 см). В связи с этим окультуренные торфяно-болотные почвы по сравнению с окультуренными подзолистыми почвами являются более холодными.

9. В вегетационный период мощность почвенного слоя, в котором происходят существенные колебания температур в тече-

ние суток небольшая. В подзолистых почвах она составляет 15-20 см, а в торфяно-болотных - 10-15 см. На почвах, покрытых растительностью (как естественной, так и культурной) мощность слоя, где отмечаются суточные колебания температуры, меньше, чем на паровых участках.

10. В зимний период подзолистые и торфяно-болотные почвы значительно теплее, а в летний - холоднее воздуха. Внутрипочвенные перепады температуры в октябре-мае имеют положительный знак (теплообмен в данном случае идет по типу излучения). В июне-сентябре внутрипочвенные перепады температуры имеют отрицательный знак (теплообмен осуществляется по типу инсоляции).

11. Недостаток тепла и короткий период с активными температурами в пахотных горизонтах почв (60-80 дней в подзолистых и 40-60 дней в торфяно-болотных) являются основными факторами, лимитирующими выращивание сельскохозяйственных культур. В этих условиях возможно возделывание только относительно холодостойких культур (картофель и кормовые травы). На их урожайность большое влияние оказывает также водный режим почв. Благоприятный режим влажности пахотного слоя подзолистых почв, создающийся во влажные годы, позволяет получать урожаи холодостойких растений, в 1.5-2 раза превышающие урожаи, получаемые в сухие годы. На окультуренных торфяно-болотных почвах вдобавление к метеорологическим условиям года в пахотном горизонте водный режим почв близкий к оптимальному. Это дает возможность получать на торфяных почвах гарантированные (250-300 ц/га) и более высокие урожаи зеленой массы однолетних трав по сравнению с подзолистыми почвами, даже в сухие годы.

12. На окультуренных подзолистых почвах растения испытывают острый недостаток влаги. В связи с этим возникает необходимость его восполнения. Одним из способов создания благоприятного водного режима для растений может быть орошение дождеванием.

13. Улучшение водно-физических свойств и температурного режима окультуренных торфяно-болотных почв достигается пескованием пахотного слоя этих почв. В результате этого мероприятия объемный вес почв увеличивается в 2-2.5 раза, пол-

ная влагоемкость уменьшается, а температура пахотного слоя почв в период активной вегетации растений повышается на 1-3°C. Это обуславливает повышение урожайности однолетних трав на 10-30%. Доза песка в количестве 300 т/га является оптимальной.

Рекомендации

1. Коренное улучшение водного режима окультуренных подзолистых почв легкого механического состава возможно путем применения орошения. Внедрение наиболее прогрессивной его формы - дождевания позволит оперативно проводить поливы в критические периоды вегетации растений, когда они остро испытывают недостаток во влаге. На орошаемых площадях следует ожидать особенно резкого увеличения сочных кормов, в которых остро нуждается развивающееся животноводство Мурманской области. Внедрению орошения благоприятствует высокая энерговооруженность сельскохозяйственного производства, а также обилие и доступность источников воды хорошего качества.

2. Для создания на мелиорированных торфяно-болотных почвах более благоприятных для сельскохозяйственных растений температурных условий необходимо проведение тепловых мелиораций. Внесение песка в больших дозах (300-600 т/га) резко улучшает физические свойства и температурный режим торфяно-болотных почв, состоящих почти нацело из органического вещества, вследствие чего действие этого мероприятия сказывается в течение многих лет. В Мурманской области, где сильно развита горнодобывающая промышленность, возможно широкое применение этого приема тепловой мелиорации почв с использованием отходов промышленности. Подсобные хозяйства и совхозы, тяготеющие к горнорудным предприятиям, могут использовать эти отходы для внесения в торфяно-болотные почвы, что в ряде случаев может оказаться более экономичным по сравнению с применением для этих целей моренных песков.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Температурный режим целинных и окультуренных почв в условиях Крайнего Севера. В сб.: Биологические процессы и минеральный обмен в почвах Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1974, с.3-25 (в соавторстве с Б.Ф.Сергеевым).

2. Гидротермический режим подзолистой почвы в сосняке брусничном. В сб.: Почвенные исследования на Кольском полуострове. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1976, с.14-30.

3. Гидротермический режим торфяно-болотной почвы в условиях Крайнего Севера. Почвоведение, 1976, № 3, с.77-87.

4. Гидротермический режим окультуренной подзолистой почвы Кольского полуострова. Почвоведение, 1977, № 1, с.91-101.

5. Влияние окультуривания на гидротермический режим торфяно-болотной почвы в условиях Мурманской области. В кн.: Мелиорация земель Крайнего Севера. М., изд. "Колос", 1977, с.102-111.

6. Гидротермический режим почв северной тайги Кольского полуострова. Тезисы докладов У делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Минск, 1977, вып. I, с.58-60.

7. Влияние пескования на водно-физические свойства и гидротермический режим торфяно-болотной почвы на Кольском полуострове. Тезисы докладов VIII симпозиума по биологическим проблемам Севера. Апатиты, 1979, с.38-39.

Подписано к печати 18.I 1980 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.

Печ.л.1.5. Заказ № 14. Тираж 110 экз. ПИ 02056.

Стпечатано участком оперативной полиграфии
ордена Ленина Кольского филиала им.С.М.Кирова АН СССР
г.Апатиты, Мурманская область