

В первой позиции поворотная штага 10 с наружной шлицевой нарезкой входит в шлицевое соединение с втулкой 5, во второй – с ведущей звездочкой 12. Последняя прижимается пружиной 13, жестко соединенной верхним концом со стойкой 14, к режущему элементу 1 для обеспечения надежной связи. Ведущая звездочка 12 цепной передачей 15 связана с ведомой звездочкой 16. Последняя насажена жестко на ось вращения 9 подрезающего элемента 6. Диски 17 и 18 являются опорными. Стойки 14 соединены с диском 17 жестко. Фиксация устройства в скважине и изменение положения последнего осуществляется посредством штифтов 19 и отверстий 20 в стойках 15. Для отбора проб почвы в верхней пластине грунтозаборного устройства имеются отверстия диаметром или несколько больше диаметра пробоотборного стакана, а расстояния между пластинами 2 и 3 принимают равными или несколько меньшими его высоты. В исходном положении подрезающий элемент 6 на 2–4 мм входит в направляющие фаски 4 пластин 2 и 3.

Предлагаемое устройство позволяет производить отбор образцов почвы со стен скважины в малостойчивых грунтах с сохранением естественной структуры проб.

3.5.2. Исследование закономерностей промерзания торфяной почвы

Глубина промерзания почвы в предвесенний период определяет в значительной степени величину потерь талых вод на инфильтрацию. Характер хода нулевой изотермы в мерзлом слое почвы во времени непостоянный и определяется балансом теплотоков – атмосферы и земли. Мощность мерзлого слоя и запас холода в нем предопределяют возможность блокировки инфильтрующейся талой воды, приводя к формированию преимущественно поверхностного стока. Неравномерность промерзания почвы по площади формирует различный тепловой режим на сельскохозяйственных угодьях и обуславливает разновременность подготовки ее к весеннему севу.

Общая климатическая характеристика водосбора р. Бобрин

Климат данного района формируется в результате сложного взаимодействия солнечной радиации, циркуляции атмосферных потоков и подстилающей поверхности почвы. Большое значение в формировании климата имеют воздушные массы Атлантики, поступающие в зимний период на данную территорию.

Экспериментальные данные приняты за многолетний период с 1985 по 1988 год.

Годы исследований по состоянию увлажнения отличались существенно: 1985 год – обеспеченность по осадкам – 81,0 %, 1986 – 71 %, 1987 – 33 %, 1988 – 43 %. Таким образом, имели место засушливые, умеренные и влажные годы. Наибольшее количество осадков отмечалось в летние месяцы (июнь – август), наименьшее – в феврале и марте. Такая закономерность распределения осадков присуща Полесской низменности и обусловлена характером циклонической деятельности.

Зима на Полесской низменности наступает обычно в конце ноября, а со второй половины декабря отмечается устойчивый переход температуры через 0 °С.

Распределение температуры за годы наблюдений приведено в таблице 3.33.

Таблица 3.33 – Распределение среднемесячной температуры воздуха (0 °С) за годы исследований (данные Полесской болотной метеостанции)

Год	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7
1985	-12,4	-13,8	-2,1	7,3	14,5	14,9
1986	-3,3	-11,8	-0,4	8,8	13,5	15,5
1987	-16,5	-2,07	-5,2	4,5	13,3	16,2
1988	-3,5	-2,6	0,1	5,9	14,5	16,4
Год	Месяцы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
8	9	10	11	12	13	14
1985	15,8	17,9	10,5	7,2	-1,0	4,75
1986	17,4	17,3	9,5	5,3	-3,56	6,02
1987	17,5	14,2	11,3	6,1	-2,9	4,8
1988	19,4	16,9	12,5	4,9	-3,4	6,55

В годы исследований зимы отличались суровостью. Зима 1985–1986 гг. характеризовалась устойчивым снежным покровом. Средневзвешенная мощность снега за зиму составила 17 см при общей сумме отрицательных температур за зиму –6380 °С. Устойчивая отрицательная температура установилась во второй половине декабря. Оттепели были немногочисленны. Первая из них появилась в конце декабря и продолжалась один день. В январе наблюдалось две волны тепла, что привело

к четырехдневной оттепели с максимальной продолжительностью одной из них три дня. В результате этой волны тепла началось оттаивание мерзлого слоя снизу. Величина оттаивания в среднем составила 6 см. Однодневная оттепель в феврале не привела к сколько-нибудь существенным изменениям. Характеризуя зиму 1986–1987 гг., необходимо отметить ее контрастность и суровость. Сумма отрицательных температур составила -922°C при средневзвешенной мощности снежного покрова 25 см. Устойчивая отрицательная температура установилась также во второй половине декабря. Отсутствие оттепели в декабре и январе было компенсировано продолжительной девятидневной оттепелью в феврале. Хотя запас холода в мерзлом слое был очень велик, но реакция на процесс оттаивания также не превысила более одних суток. Общая величина оттаивания почвы составила за оттепель около 12 см, однако это не привело к изменению уровня грунтовых вод. Зима 1987–1988 гг. явилась пионером общего потепления последующих зим и климата в целом. При общей величине отрицательных температур за зиму -480°C и средневзвешенной мощности снежного покрова 5 см продолжительность оттепелей в декабре составила 6 дней, в январе – 11 дней, в феврале – 13 дней. Говорить о каком-либо одном устойчивом процессе промерзания или оттаивания не приходится. Снежный покров, установившийся в декабре, просуществовал тринадцать дней и восстановился только в марте. Это даже при невысокой среднемесячной температуре привело практически к такой же глубине промерзания 27 см, что и в предыдущие годы. Уровень грунтовых вод в течение зимы оставался неизменным.

Исследование факторов, влияющих на глубину промерзания почв

Глубина промерзания почвы, по данным полевых исследований, даже при незначительной разбежке по местности сильно разнится. Сказывается влияние разной мощности снега, его плотности, влажности и плотности почвы, положение уровня грунтовых вод.

Исследование глубины промерзания проводилось по десяти мерзлотометрам Данилина. Параллельно в местах установки мерзлотометров производилось измерение мощности снежного покрова. Температура почвы измерялась в одной из точек установки лизиметрического оборудования. Для получения качественной характеристики пространственной неравномерности распределения глубины промерзания в предвесенний период симметрично коллектору К-14 на участке 260 м в длину и 150 м в ширину (включая в себя и опытный участок) разбивалась прямоугольная сетка с разбивкой пикетажа в узловых точках. Каждый прямоугольник имел 50 м в длину и 40 м в ширину. В каждой из полученных таким образом 28 точек измерялась глубина промерзания методом шурфования по годам исследований. Анализ результатов измерений позволил установить, что характер распределения глубин промерзания почвы, выраженный в относительных единицах (по отношению к максимальной глубине промерзания на год исследования) на протяжении трехлетнего периода наблюдений повторяется в пределах точности измерения. На рисунке 3.33 приведена карта распределения глубин промерзания в относительных единицах на наблюдаемом участке.

Для выяснения столь явно выраженной закономерности был проведен анализ данных измерений глубины промерзания почвы, полученных с помощью мерзлотометров Данилина, исследовались такие частные связи, как зависимость глубины промерзания от суммы отрицательных температур, максимальной глубины промерзания от средневзвешенной высоты снежного покрова, максимальной глубины промерзания от влагозапасов в слое 0–40 см в предпаводковый период, максимальной глубины промерзания от уровня грунтовых вод.

Анализ частных графических зависимостей показал, что частная зависимость глубины промерзания от отдельного фактора сильно разнится. Например, для зависимости максимальной глубины промерзания от уровня грунтовых вод, намечается только тенденция этой зависимости. Причем характер этой зависимости мало выражен для зим 1986 и 1987 гг. с устойчивым снежным покровом и более ярко выражен для бесснежной зимы 1988 года. Коэффициент связи невысокий, не превышает 0,23. Близкая величина корреляционной связи и для зависимости максимальной глубины промерзания от влажности почвы в слое 0–40 см. Более точно опытные точки располагались в бесснежную зиму 1988 г. Отсутствие снега обеспечивало сравнительно равномерное накопление влаги почвой.

Более тесная связь наблюдается между максимальной глубиной промерзания и средневзвешенной высотой снежного покрова, а также между максимальной глубиной промерзания и суммой отрицательных температур воздуха. В первом случае коэффициент корреляции составляет 0,55, а во втором 0,66. Аппроксимируются они соответственно уравнениями вида

$$y = ax^b. \quad (3.122)$$

Анализ зависимостей позволил выявить наиболее весомые факторы – высоту снежного покрова и сумму отрицательных температур воздуха, оказывающих наиболее весомое влияние на формирование мерзлого слоя почвы.

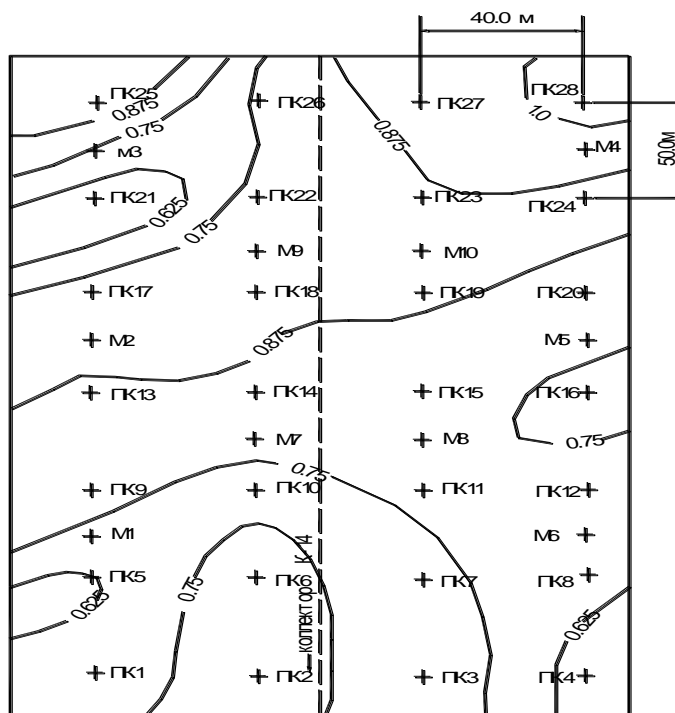


Рисунок 3.33 – Карта распределения средних глубин промерзания почвы на опытном участке, выраженная в относительных единицах к максимальной глубине промерзания

Устойчивый характер распределения глубины промерзания, выраженный в относительных единицах, очевидно, можно объяснить устойчивым во времени характером распределения указанных факторов, определяющих глубину промерзания почвы.

Параллельно производились исследования глубины промерзания в бороздах и смежных точках на загонах с целью получения их сравнительной характеристики. Глубины промерзания определяли осенью и в предпаводковый период по 6 поперечникам борозд. Место отбора на загоне было удалено от места отбора в борозде по створу на расстояние 4–5 м. По результатам обработки материала было установлено, что в осенний бесснежный период нарастание мерзлоты в борозде и на загоне идет с одинаковой скоростью и глубина в них колеблется в пределах точности измерений. В весенний период ситуация изменяется. Мощность мерзлого слоя почвы в борозде меньше в среднем в 1,5–2,0 раза по сравнению с загонем.

Результаты измерения глубины промерзания в борозде и на загоне приведены в таблице 3.34, которая показывает, сколь значительное утепляющее влияние оказывает снежный покров в условиях микрорельефа.

Таблица 3.34 – Результаты измерения глубины промерзания в борозде и на загоне за годы исследований, см

20.12.1985		22.03.1986		10.12.1986		10.03.1987		11.12.1987		17.03.1988	
борозда	загон	борозда	загон	борозда	загон	борозда	загон	борозда	загон	борозда	загон
7,0	9,0	17,5	32,0	10,5	10,8	16,2	26,8	9,0	11,0	23,0	23,5
7,0	8,0	18,4	31,8	10,4	10,6	15,9	27,5	9,0	10,0	25,0	26,0
10,0	9,0	19,5	31,2	10,6	10,4	16,4	27,5	9,0	8,0	24,0	26,0
9,5	11,0	20,0	32,0	10,8	11,0	16,0	28,0	8,0	8,0	21,5	25,5
11,0	12,0	21,0	33,0	11,4	11,2	17,5	32,0	7,0	7,0	24,5	27,0
8,5	9,0	21,0	33,0	11,4	9,5	17,0	27,0	9,0	7,0	28,8	27,0
8,5	10,0	20,0	31,5	11,4	9,8	18,1	28,5	8,5	9,5	23,0	28,0
9,2	7,0	19,5	31,5	11,0	11,0	16,5	29,0	8,5	10,0	26,5	29,0
9,5	8,0	18,0	32,0	11,5	11,6	16,0	29,0	9,0	8,5	25,5	27,0
9,0	8,5	17,0	34,0	11,0	11,6	16,0	31,0	7,0	8,5	21,5	26,5

Для решения ряда практических задач некоторые авторы [532, 570, 610, 611] предлагают эмпирические формулы расчета глубины промерзания почвы от суммы отрицательных температур воздуха и мощности снежного покрова. В итоге имеем постоянный рост глубины промерзания почвы с накоплением суммы отрицательных температур вне зависимости от хода температур во времени. Наблюдаются частые и глубокие зимние оттепели, приводящие нередко практически к полному оттаиванию почвы в конце декабря либо в январе – начале февраля, поэтому данная погодная аномалия

накладывает определенные ограничения на правомерность подобного подхода. В литературе [209] отмечается, что «актуальной является разработка непрерывного расчета изменения во времени толщины мерзлого слоя почвы начиная с осени». Однако в полученной автором формуле отсутствует физическое обоснование процесса промерзания почвы, поэтому формула громоздка и неудобна в пользовании. Глубина промерзания почвы на текущий момент, как предлагает автор [209], представляет собой алгебраическую сумму приращений мерзлоты за каждый расчетный период времени.

$$h_m = \sum h_i. \quad (3.123)$$

В основу расчетной модели положены некоторая наблюдаемая неоднократно на практике физическая закономерность, которая позволила полно отобразить процесс промерзания и оттаивания почвы. Наблюдаемое физическое явление проявляется в том, что при отрицательной температуре, но более высокой, чем в предыдущий период, тоже отрицательной по величине, имеет место оттаивание почвы с нижнего горизонта. Факт установлен автором путем непрерывного посуточного измерения температуры почвы глубинными вытяжными термометрами на Полесской опытно-мелиоративной станции, и он не учитывается ни в одной из эмпирических формул. Объясняется это, на наш взгляд, активным притоком тепла из глубинных горизонтов при резком уменьшении градиента температур. Хотя многие формулы, в том числе и приведенная выше, учитывают этот момент как увеличение глубины промерзания, так как наблюдается прирост суммы отрицательных температур.

Предлагаемая модель основана на балансе тепловых потоков: за границу расчета тепловых потоков принята нулевая изотерма, положение которой переменна во времени. Процесс промерзания рассматривается как неустановившийся. Однако в силу того, что данные метеостанций, например, по температуре воздуха выводятся в виде среднесуточной величины, то допускаем, что физические и тепловые свойства на этот период тоже постоянны, а процесс промерзания на рассматриваемом промежутке времени считаем установившимся.

Для данного промежутка времени можно записать, что тепловой поток, приходящий через слой снега и мерзлой почвы до нулевой изотермы, равен [458]

$$-g_1 = \frac{\Delta t}{\frac{h_c}{\lambda_c} + \frac{h_m}{\lambda_m}} - \frac{\Delta t_{cp}}{\frac{h_c}{\lambda_c} + \frac{h_m}{\lambda_m}}; \quad (3.124)$$

где Δt_{cp} – перепад температуры, равный среднесуточной температуре поверхности снега, $^{\circ}C$; h_c, h_m – толщина слоя снега и мерзлой почвы, см; λ_c, λ_m – теплопроводность снега и мерзлой почвы, $Bm/^{\circ}C$.

Навстречу направлен глубинный тепловой поток земли

$$+g_2 = \frac{\Delta t}{\frac{h}{\lambda_1} + \frac{h_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{h_i}{\lambda_i}} = \frac{\Delta t_{const}}{\sum_1^n \frac{h_i}{\lambda_i}}, \quad (3.125)$$

где Δt – градиент температуры, примерно равный постоянной температуре грунта на глубине 10 м, $^{\circ}C$; λ_i – теплопроводность i -го слоя земли, $Bm/^{\circ}C$.

Суммарный тепловой поток за расчетный период запишется в виде

$$g = -g_1 + g_2. \quad (3.126)$$

Тепловой поток g – переменный по знаку так же, как и температура воздуха. Тепловой поток земли всегда положительный. При значительной (после очень низкой) температуре воздуха срабатывает «поршневой эффект», когда накопленный запас холода создает теплоток, направленный в атмосферу, превышающий теплоток из нее. Отток холода способствует изменению баланса тепла на уровне нулевой изотермы в пользу глубинного теплоточка земли. Следствием этого является оттаивание почвы снизу при отрицательной температуре воздуха сверху. Выразим приращение глубины промерзания Δh как функцию результирующего теплоточка

$$\Delta h = f(g), \quad (3.127)$$

или

$$\Delta h = f \left[\frac{\Delta t_{cp}}{\frac{h_c}{\lambda_c} + \frac{h_m}{\lambda_m}} + \frac{t_{const}}{\sum_1^n \frac{h_i}{\lambda_i}} \right]. \quad (3.128)$$

Обработка результатов измерений за десятилетний период, по данным болотной метеостанции ПОМС, и измеренной глубины промерзания по 10 мерзлотомерам за двухлетний период наблюдения на опытном участке позволили установить общую закономерность распределения связи этих двух функционально зависимых величин. График связи приведен на рисунке 3.34. Данная зависимость для стадии промерзания и оттаивания аппроксимируется уравнением вида

$$y = Arshx - \ln(x + (x^2 + 1)^{0,5}) . \quad (3.129)$$

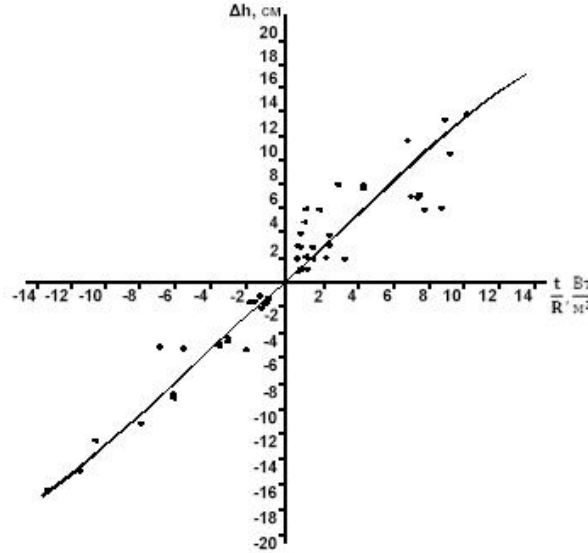


Рисунок 3.34 – Зависимость приращения мерзлого слоя от отношения температурного перепада к температурному сопротивлению

Тогда выражение для определения приращения суточной мерзлоты примет вид

$$\Delta h = 0,00345 \left[\left(\frac{\Delta t_{cp}}{\frac{h_c}{\lambda_c} + \frac{h_m}{\lambda_m}} + \frac{t_{const}}{\sum_1^n \lambda_i} \right) + \left(\left(\frac{\Delta t_{cp}}{\frac{h_c}{\lambda_c} + \frac{h_m}{\lambda_m}} + \frac{t_{const}}{\sum_1^n \lambda_i} \right)^2 + 1 \right)^{0,5} \right]. \quad (3.130)$$

Коэффициент корреляции связи равен 0,87.

Проверка работы уравнения проводилась по независимому 1987–1988 году наблюдения. Первое значение приращения глубины промерзания соответствует глубине промерзания и определяется подбором. В последующем значение глубины промерзания соответствует интегральной величине предыдущих приращений мерзлоты. Результаты расчета суточного изменения глубины промерзания приведены на рисунке 3.35. Отклонение расчетных значений от наблюдаемых можно объяснить не только недостатками данной формулы, но и отсутствием данных о посуточной мощности снега, а именно его плотности. Плотность снега является наиболее весомым фактором, так как от нее напрямую зависит теплопроводность снега. Теплопроводность снега принималась по известной плотности по рекомендациям [457]. При плотности снега $\rho_c < 350 \text{ кг/м}^3$

$$\lambda_c = 2,85 \cdot 10 \text{ Вт/м} \cdot \text{C} , \quad (3.131)$$

а при плотности снега $\rho_c > 350 \text{ кг/м}^3$

$$\lambda_c = 3,56 \cdot 10 \text{ Вт/м} \cdot \text{C} . \quad (3.132)$$

Предлагаемые расчетные формулы довольно полно учитывают водно-физические и тепловые свойства почвы. Необходимые расчетные данные могут быть получены экспериментальным путем или в научной или справочной литературе.

Новая конструкция мерзлотомера

При решении практических и ряда теоретических задач, как это видно из предыдущего материала, очень важно знать глубину промерзания почвы и грунта, причем желательно с максимально возможной точностью и непрерывно во времени. Точность измерения существенно влияет на результаты статистической обработки материалов, особенно если это связано с изменением суточной величины приращения мерзлоты.

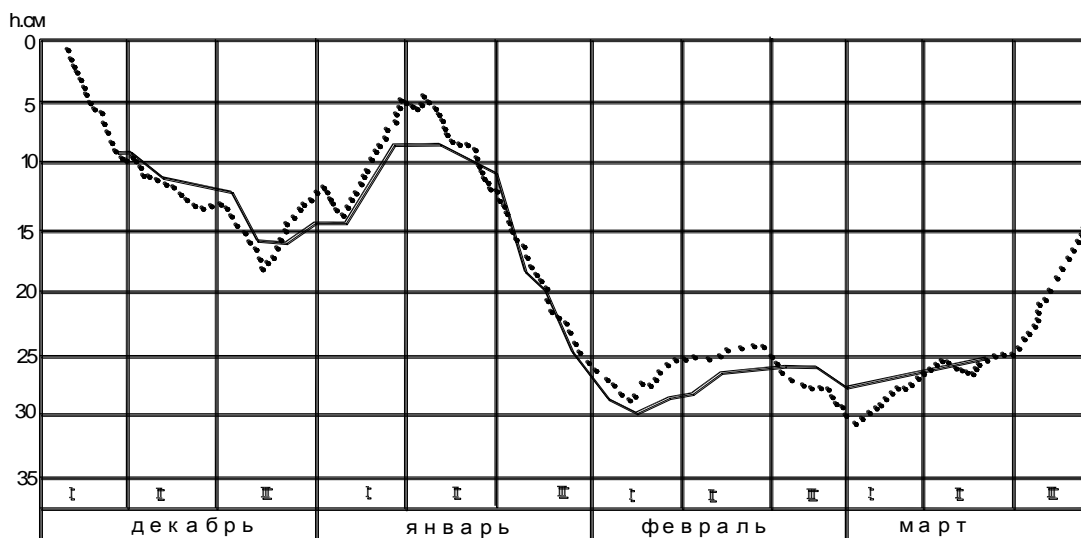


Рисунок 3.35 – Измеренные и рассчитанные глубины промерзания

Применяющиеся до текущего времени службой Белгидромета мерзлотомеры Данилина просты по конструкции и надежны, однако неудобны в эксплуатации и обладают низкой точностью измерения, не превышающей 0,5 см. Этого явно недостаточно при сборе материала для научных исследований. Извлечение при каждом измерении резиновой трубки и ее прощупывание неудобно. При неблагоприятных гидрометеорологических условиях, в частности сильном ветре, возможно разрушение целика льда, искажение отсчетов и т. д.

С учетом этих недостатков была разработана новая конструкция [266] на базе мерзлотомера Данилина. Принципиальная схема устройства показана на рисунке 3.36.

Мерзлотомер содержит жесткий кожух 1 с упругой трубкой 2, заполненной дистиллированной водой 3. Патрубок 4 одним концом соединен с кожухом 1, а другим – с датчиком давления 5. Последний замыкается на самописец 6. Полость 7 между кожухом и упругой трубкой 2 заполнена морозостойкой жидкостью 8 с коэффициентом теплопроводности, сопоставимым с коэффициентом теплопроводности воды.

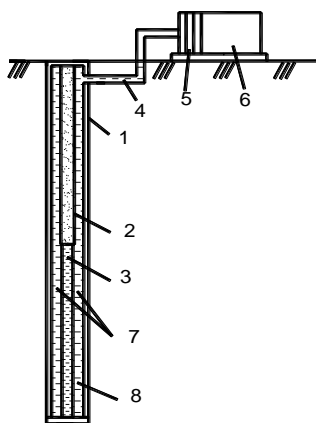


Рисунок 3.36 – Новая конструкция мерзлотомера

Мерзлотомер может регистрировать все наблюдаемые циклы промерзания и оттаивания почвы и работать с периодическим обслуживанием. Преимущества предлагаемого прибора над мерзлотомером Данилина очевидны: улучшаются условия эксплуатации устройства и точность измерений. Регистрация глубины промерзания может вестись непрерывно, что важно при проведении научно-исследовательских работ.

Оценка возможности образования водонепроницаемого слоя с учетом микрорельефа почвы

Предвесенняя влажность почвы и ее температура, формируемые в течение всего осенне-зимнего периода, определяют условия прохождения весеннего паводка. Результатом этого условия является преобладание либо поверхностного стока талых вод, либо грунтового.

Ранее уже упоминалось, что при определенных соотношениях влажности мерзлого слоя и температуры, названных авторами [158] критическими, мерзлая почва в процессе инфильтрации талой

воды становится водонепроницаемой. Этот водонепроницаемый слой, на основании многочисленных наблюдений [157, 158], может образоваться осенью до установления снежного покрова, во время зимних оттепелей и в период весеннего снеготаяния. Последнее возможно при наличии большого запаса холода в почве. Ход весеннего половодья определяется не только мощностью водонепроницаемого слоя, но и продолжительностью его оттаивания.

Водонепроницаемый слой чаще всего образуется на тяжелых маловодопроницаемых почвах: суглинках, глинах. Данные почвы относятся к тонкодисперсным и содержат много связанной воды, участвующей в фазовых превращениях. В грубодисперсных почвах процесс совершенно обратный. Возможность образования водонепроницаемого слоя мала [158], для его образования требуется, чтобы не менее 87–95 % пор были заполнены влагой.

Какие-либо сведения о формировании водонепроницаемого слоя на осушенных торфяниках отсутствуют. В материалах полевых наблюдений, проводившихся на Ивацевичской опытной станции, указывается на частое (8 из 10 лет) формирование поверхностного стока, но вместе с тем указывается на параллельный быстрый подъем уровня грунтовых вод [611].

Уплотнение верхнего слоя торфа механизмами и его минерализация приводят к увеличению плотности почвы с одновременным уменьшением пористости. Чем выше плотность, тем при меньшем значении влажности образуется водонепроницаемый слой [158].

Структура почвенного профиля балансового участка такова, что плотность от поверхности возрастает до подошвы пахотного слоя (в среднем от 0,02 до 0,27 г/см³) при последующем резком уменьшении плотности до 0,15–0,17 г/см³. Для этого же слоя характерна и более низкая интенсивность нарастания мерзлоты из-за увеличивающегося температурного сопротивления верхней мерзлой толщ [458], а это означает нарастание дополнительного объема влаги за счет миграции. Исходя из этого следует предположить, что наиболее вероятное расположение водонепроницаемого слоя в случае его образования – от 10 до 30 см глубины на загоне.

В бороздах верхний пахотный слой вскрыт. Плотность почвы незначительно колеблется около средней ее величины 0,17 г/см³ до подстилающего песка. Влажность в борозде, как следует из материалов наблюдения, наиболее высокая у поверхности, поэтому, очевидно, характер формирования водонепроницаемого слоя в случае образования его в борозде будет иной, чем на загоне.

На опытном участке ПОМС в 1985–1988 гг. проводили полевые исследования по изучению возможности образования водонепроницаемого слоя с целью установления особенностей его формирования в зависимости от микрорельефа. По нашим предположениям, это позволило бы выявить дополнительные факторы, объясняющие наличие активной инфильтрации талых вод сквозь мерзлую почву при мощном водонепроницаемом слое на загоне.

Образцы на влажность отбирали ежегодно по шести точкам балансового участка в предвесенний период на глубину 1,0 м. Влажность образцов почвы определялась термостатно-весовым способом. Влажность в этот период является показателем водопроницаемости почвы, чего нельзя сказать о температуре [157]. Температура в предвесенний период повышается, не приводя, однако, к оттаиванию гравитационной влаги, служащей основным препятствием к передвижению талой воды до уровня грунтовых вод. Поэтому «...когда после длительного периода с низкой отрицательной температурой наступает интенсивная оттепель, то глубину водонепроницаемого слоя следует определять по значению температуры почвы за период, предшествующий оттепели» [157]. Исходя из этого температуру мерзлого слоя почвы определяем по наиболее низкому ее значению за последнюю волну холода с небольшой разбежкой во времени от даты отбора образцов почвы на влажность. В проводимых исследованиях эта разбежка во времени составляла соответственно 13, 11 и 12 дней. Значения температуры мерзлого слоя были определены по формуле Ф. Н. Шехтера [613]

$$t_z = \frac{(h_m - h_z)}{h_m + \lambda_m (h_c / \lambda_c)}, \quad (3.133)$$

где t_z – температура почвы на глубине z ; t_{cp} – среднесуточная температура поверхности снега.

Возможность образования водонепроницаемого слоя определялась по известной методике путем анализа профилей температуры почвы и критической температуры, соответствующей формированию водонепроницаемого слоя при данной влажности. Критическая температура для каждой точки и каждого 10-сантиметрового слоя на глубину 40 см определялась по предварительно построенной номограмме (рис. 3.37). Нижняя граница водонепроницаемого слоя определялась по точке пересечения температуры почвы с критической температурой. Проекция этих точек на вертикаль дают мощность водонепроницаемого слоя и горизонт его расположения.

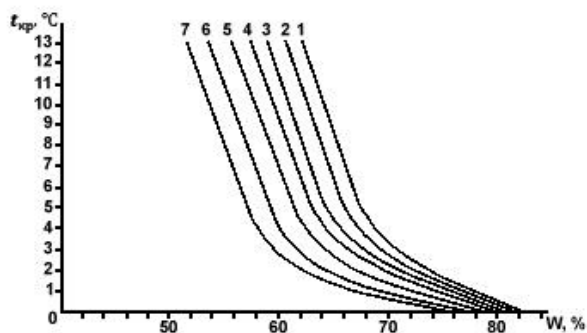


Рисунок 3.37 – Зависимость критической температуры от начальной влажности и плотности почвы
(1) 0,16; 2) 0,18; 3) 0,20; 4) 0,22; 5) 0,24; 6) 0,26; 7) 0,28 г/см³)

Анализ результатов полевых исследований

В соответствии с изложенной методикой были построены комплексные графики, образец которых приведен на рисунке 3.38. Результаты обработки графиков даны в таблице 3.35.

Стабильная отрицательная температура воздуха в течение зимы 1985–1986 года, незначительное число дней с оттепелями в общей сумме 5 дней и максимальной продолжительностью в 3 дня, способствовали формированию «глубинного» водонепроницаемого слоя мощностью от 11 до 18 см. По-видимому, его образование тесно связано с притоком влаги в мерзлую почву за счет миграции от уровня грунтовых вод. Слой образовался на всех без исключения точках наблюдения.

Динамичная и контрастная зима 1986–1987 года, с продолжительной девятидневной оттепелью, способствовала формированию водонепроницаемого слоя преимущественно у поверхности почвы. Мощность слоя колебалась от 13 до 19 см. Образовался он также на всех без исключения точках наблюдения.

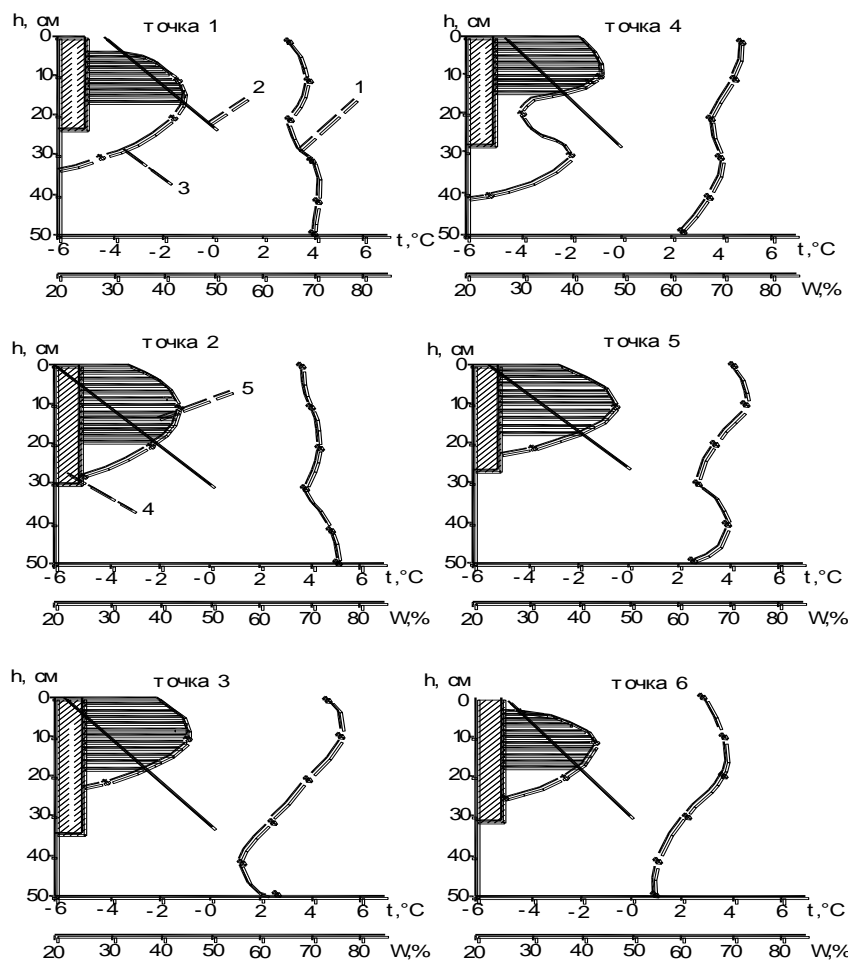


Рисунок 3.38 – К определению прогнозной мощности водонепроницаемого слоя
(1 – влажность почвы; 2 – температура почвы; 3 – критическая температура; 4 – мощность мерзлого слоя почвы; 5 – мощность водонепроницаемого слоя)

Таблица 3.35 – Основные характеристики водонепроницаемого слоя по годам исследований

Номер точки	Место и дата определения	Глубина промерзания, см	Мощность водонепроницаемого слоя, см	Глубина залегания водонепроницаемого слоя, см	Средняя объемная влажность, %	Средняя температура почвы, °С
1	2	3	4	5	6	7
1	загон 04.03.1986	30	10	10	69,52	-1
2		34	12	4	73,11	-1,1
3		33	18	0	72,10	-1,7
4		33	11	4	72,30	-1,3
5		36	12	5	70,58	-1,2
6		36	13	5	68,50	-1,5
1	загон 03.03.1987	23	9	3	66,70	-2,5
2		29	18	0	68,5	-4,4
3		33	17	0	71,5	-4,3
4		28	14	0	72,34	-3,5
5		26	16,5	0	72,15	-3,9
6		30	14	2	68,93	-3,5
1	загон 15.03.1988	26	7	5	65,50	-3,3
2		26	0	-	-	-
3		22	0	-	-	-
4		28/	0	-	-	-
5		26	0	-	-	-
6		26	0	-	-	-
1	борозда 04.03.1986	17	0	-	-	-
2		19	0	-	-	-
3		19	0	-	-	-
4		18	2	0	77,22	-0,8
5		19	3	0	79,00	-0,8
6		19	0	-	-	-
1	борозда 03.03.1987	14	0	-	-	-
2		12,5	2	0	79,00	-1,2
3		16	0	-	-	-
4		13	3,5	0	74,50	-1,3
5		13,5	2	0	79,00	-1,2
6		16	0	-	-	-
1	борозда 15.03.1988	20	7	0	74,15	-3,8
2		19	0	-	-	-
3		16	0	-	-	-
4		21	0	-	-	-
5		17	0	-	-	-
6		19	0	-	-	-

Как уже отмечалось, зима 1987–1988 гг. была теплее предшествующих лет и стала точкой отсчета для общего потепления климата. Бесснежная зима способствовала глубокому промерзанию почвы, поэтому запас холода, оцениваемый по температуре почвы, был не ниже прошлых лет. Это особенно характерно для предвесеннего состояния почвы. Кратковременное наступление холода не обеспечило значительного влагонакопления в зоне промерзающего слоя почвы. В то же время длительные оттепели при положительной температуре привнесли дополнительное количество тепла в мерзлый слой. Указанные факторы не способствовали значительному перераспределению и накоплению влаги в мерзлом слое почвы. Водонепроницаемый слой не образовался ни на одной из точек, за исключением точки 1, где локально увеличена плотность почвы. Анализируя все варианты возникновения водонепроницаемого слоя, необходимо также отметить, что его формирование происходило при влажности торфа не ниже $0,77 W_{нв}$ и при температуре от $-1,0$ °С и ниже. Эти значения влажности и температуры могут использоваться для предварительной оценки состояния водосбора в предвесенний период.

3.5.3. Полевые исследования аномальных процессов, обуславливающих гидротермический режим инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках

Отсутствие продолжительных наблюдений за стоком талых вод на осушенных торфяниках не позволяет применять традиционные способы их обобщения, а обилие внешних и внутренних факторов вносит значительные расхождения в наблюдаемые величины. Поэтому генетический анализ процессов формирования стока талых вод позволит усовершенствовать гидрологические расчеты регулирующей и проводящей сети. В задачу анализа входит выявление закономерностей инфильтрации