



УДК 626.86.631.445 (571.1)

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ
ДЛИТЕЛЬНО СЕЗОННО-МЕРЗЛОТНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ****А.С. МОТОРИН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник***Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья**625501, Россия, Тюменская обл., пос. Московский, ул. Булаки, 2**e-mail: a.s.motorin@mail.ru*

Изложены результаты многолетних (2011–2017) исследований водного режима длительно сезонно-мерзлотных торфяных почв Северного Зауралья. Показано, что колебание уровня грунтовых вод на болоте Тарманское до осушения характеризуется резким повышением уровней весной в период таяния снега, затем их летним минимумом, осенним повышением и зимним минимумом. Интенсивность спада грунтовых вод зависит от осадков ($r = 0,83$) и испарения. На изменение уровня грунтовых вод зимой существенное влияние оказывает ход промерзания верхнего слоя и оттепели. После осушения при атмосферно-намывном типе водного питания болота уровень грунтовых вод в течение вегетационного периода определяется главным образом количеством осадков ($r = 0,76$). Самое глубокое залегание грунтовых вод (1,97 м) в среднем за вегетационный период установлено в 2012 г., когда выпало 56,7 % среднемноголетней нормы осадков. На осушаемом гончарным дренажом участке с междренним расстоянием 24 м и глубиной заложения 1,5 м в осенний период не происходило подъема уровней грунтовых вод. Максимально низкий (2,5 м и более) уровень достигал к началу снеготаяния в конце марта – I декаде апреля. Весенний подъем составлял 1–1,5 м и зависел от предзимней влажности ($r = 0,65$), высоты снежного покрова и интенсивности таяния твердых осадков. Влажность корнеобитаемого слоя (0,3 м) среднемошной торфяной почвы при уровне 1,3–1,9 м под многолетними травами была в пределах 0,5–0,6 наименьшей влагоемкости. При формировании первого укоса многолетних трав влажность почвы находилась в оптимальных пределах (0,6–0,85 наименьшей влагоемкости); в острозасушливые годы для получения полноценного второго укоса отмечен ее дефицит. На границе талого и мерзлого слоев влажность почвы всегда находилась на верхнем пределе оптимума (0,85–0,95 наименьшей влагоемкости). Снижение влажности почвы в летний период носило временный характер. В течение зимнего периода запасы влаги в верхнем слое 0,5 м пополнялись на 20 % за счет нижележащих горизонтов. Основное пополнение почвы влагой при глубоком залегании грунтовых вод происходило в период снеготаяния.

Ключевые слова: торфяная почва, грунтовые воды, влажность, режим осушения, мерзлота, осадки, наименьшая влагоемкость.

В основе метода регулирования водного режима осушаемых торфяных почв лежит изменение положения грунтовых вод [1, 2]. Для нормального роста растений необходимо понижение их уровня в период вегетации ниже глубины распространения корней [3, 4]. Осушение болот следует проводить под требовательные к норме осушения культуры [5, 6]. Наиболее рациональным является соз-

дание «лугового» типа водного режима в торфяных почвах, при котором капиллярная кайма не отрывается от корнеобитаемого слоя [7, 8]. Нормы осушения принимают в соответствии с требованиями СНиП 2.06.85. Средние значения их для лугов на низинных болотах составляют 0,6 м [9]. При более глубоком осушении значительно снижается влажность пахотного слоя в связи с тем, что

испарение и транспирация влаги происходят интенсивней, чем капиллярный подъем грунтовых вод. Кроме этого, глубокое залегание их снижает наименьшую влагоемкость в слое 0,5 м [10].

В условиях длительно сезонно-мерзлотных почв определение оптимальной глубины грунтовых вод (нормы осушения) особенно актуально [11]. Возникают вопросы о норме осушения в период наличия мерзлоты в почве и роли зимнего положения грунтовых вод в водном режиме вегетационного периода [12]. Сезонная мерзлота – мощный природный фактор, противодействующий раннелетнему засушливому периоду [13].

Цель исследования – изучить особенности водного режима длительно сезонно-мерзлотных торфяных почв Северного Зауралья при возделывании многолетних трав.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на опытном дренажном участке Решетниково (Тюменская область), осушенном в 1980 г. гончарным дренажом с междренним расстоянием 24 м и глубиной заложения дренажа 1,5 м. Опытнo-мелиоративная система Решетниково расположена в центральной части Тарманского болотного массива, занимающего площадь 125,8 тыс. га на второй озерно-аллювиальной террасе р. Тура. Почвы опытного участка представлены низкозольным (4,7–6,5 %) осоково-тростниковым средне-мощным торфяником (150 см) со степенью разложения 20–45 %.

Первые 2 года после осушения и первичной обработки торфяника машинами МТП-42 на глубину 0,25–0,27 м возделывали овес на зеленый корм. После этого проведено залужение участка многолетними травами (кострец безостый + овсяница луговая) на сено.

Для наблюдений за уровнем грунтовых вод на опытном участке пробурена скважина глубиной 2,7 м. Уровень залегания грунтовых вод измеряли еженедельно в течение всего года. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом через 10–15 дней в течение теплого периода. Нако-

пление влаги в почве за холодный период устанавливали перед замерзанием в конце октября и перед снеготаянием, влияние зимних осадков на влажность почвы к началу вегетации многолетних трав – через 2–3 дня после снеготаяния.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ режима грунтовых вод на Тарманском болоте до осушения проведен на основании данных болотной станции «Тюмень», действующей с 1959 г.

Весенний подъем уровня грунтовых вод до осушения на Тарманском массиве начинается 13–16 апреля. Интенсивность подъема различная, на обводненных участках она составляла 7–10 см в сутки, на остальных – 1–2 см. Наступление максимального уровня происходит в I декаде мая. В отдельные годы в связи с погодными условиями могли наблюдаться значительные отклонения от средней даты до 30–40 дней. На снижение даты максимума подъема грунтовых вод оказывают влияние температура воздуха и осадки. Как правило, в естественном состоянии уровень воды находится выше поверхности болота. Однако в отдельные годы он отмечен на 0,1–0,2 м ниже поверхности. Максимальный уровень характеризуется большой изменчивостью: коэффициент вариации больше 1. Продолжительность подъема грунтовых вод по всему массиву составляет 28–35 дней. Иногда в зависимости от распределения температуры воздуха и осадков она изменяется от 3 до 70 дней.

Спад уровней воды продолжается 2–3 мес. В травяно-моховой группе средняя продолжительность спада составляет 100–110 дней, в кустарниковой – 50–75 дней. Интенсивность спада зависит от осадков и испарения, коэффициент корреляции указанных связей 0,83. После спада уровней наступает летняя межень. Средняя продолжительность этого периода 100–130 дней. В летний период положение уровней грунтовых вод зависит главным образом от осадков и испарения. Анализ показал, что прямой связи между этими величинами нет. Коэффициент

корреляции равен 0,49. При продолжительных осадках наблюдаются подъемы уровней, которые в среднем на исследуемом массиве достигают 0,2–0,3 м, в отдельные годы – 0,6 м.

Периодические колебания уровней характерны для болотных вод Тарманского массива в течение всего летнего периода. Величина подъема воды зависит от микрорельефа и высоты стояния уровней грунтовых вод к моменту выпадения осадков. Анализ многолетних данных показал, что чем ниже находился уровень болотных вод от поверхности болота к моменту выпадения осадков, тем больше разброс точек подъема, который зависит от микрорельефа болотного массива. Понижение уровня объясняется уменьшением водоотдачи торфяной залежи с его глубиной и разной величиной фильтрационного стока с верхних и нижних горизонтов торфяной залежи.

Минимальный уровень грунтовых вод в летний период наблюдается в разные месяцы в зависимости от погодных условий. Средний минимальный уровень в травяно-моховой группе составляет около 0,44–0,60 м от поверхности болота, кустарниковой – 0,21–0,37 м. В сухие годы минимальный уровень опускается до 1 м от поверхности болота.

С начала промерзания болота (с середины октября) наступает зимний сезон, характерная особенность которого – отсутствие испарения грунтовых вод. В связи с этим изменение уровней грунтовых вод на болотах происходит в основном под влиянием фильтрационного стекания по деятельному слою. На изменение уровня зимой существенное влияние оказывает ход промерзания верхнего слоя и оттепели.

Минимальный зимний уровень грунтовых вод на Тарманском болоте наблюдается в феврале – марте, средняя продолжительность зимней межени 150–170 дней.

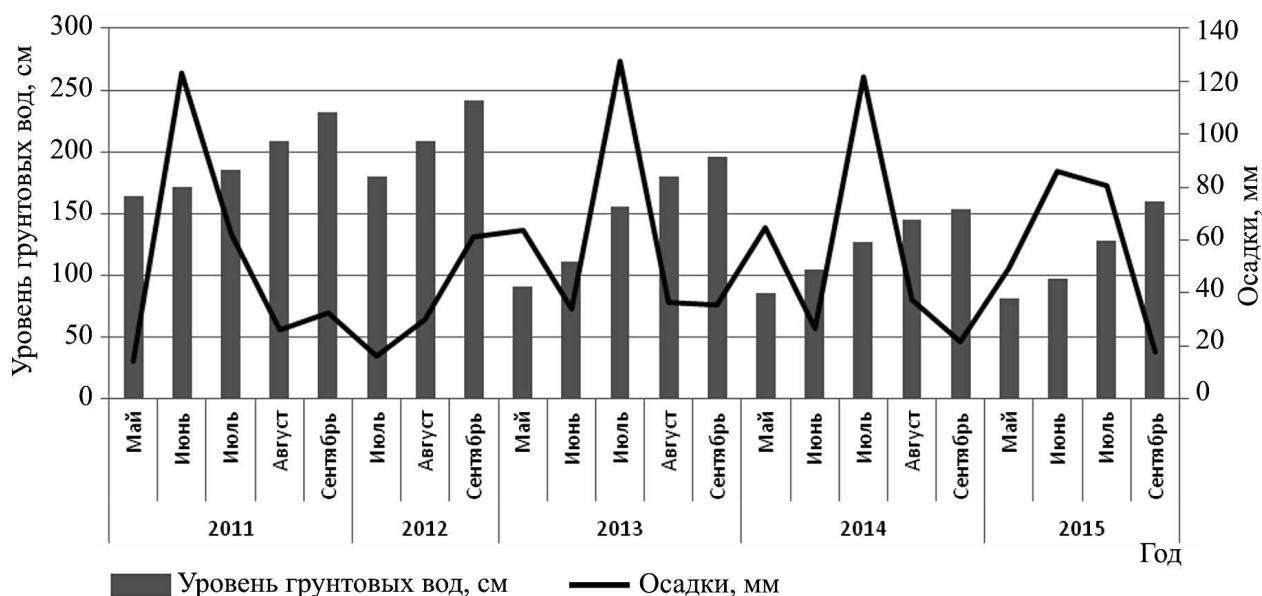
Осушение болота под сельскохозяйственное использование вызывает резкое снижение уровней грунтовых вод. В течение многих лет (1980–2016) на объекте Решетниково нами проведены исследования по режиму залегания грунтовых вод на участке, осушенном гончарным дренажом с глубиной заложения 1,5 м и междренним расстоянием

24 м. Полученные результаты имеют большое практическое значение, поскольку позволяют установить запасы влаги при глубоким залегании грунтовых вод в течение вегетационного периода. Рассмотрим это на примере последних лет исследований (2011–2015). При атмосферно-намывном типе водного питания болота уровень залегания грунтовых вод в течение вегетационного периода определяется главным образом количеством выпадающих осадков ($r = 0,76$). За последние годы исследований самое глубокое залегание грунтовых вод (1,97 м) отмечено в 2012 г., когда в течение мая – сентября выпало лишь 159,4 мм (56,7 %) осадков вместо 281 мм по среднемуголетней норме (см. рисунок). В первую половину вегетационного периода грунтовые воды находились на глубине 1,4–1,62 м. К середине сентября они опустились до 2,42 м, что более чем в 2 раза превышало оптимальную норму осушения.

Необходимо отметить, что аналогичная ситуация складывалась летом 2011 г., несмотря на то, что осадков выпало на 97,9 мм больше. Причиной этому послужила засуха 2010 г., когда в течение теплого периода осадков выпало лишь 211 мм. Влажность почвы опустилась до 0,4 наименьшей влагоемкости (НВ). В результате в полуметровом слое почвы появилась значительная регулирующая емкость. Выпадающие осадки на следующий год шли на пополнение влажности верхнего слоя почвы и не достигали уровня залегания грунтовых вод.

Обильные осенне-зимние осадки 2012 г. обеспечили весной 2013 г. подъем грунтовых вод к концу апреля до 1 м. Кроме этого, в мае выпало 63,9 мм осадков при норме 38 мм. В результате до конца июня грунтовые воды не опускались ниже 1,07 м, т.е. находились в оптимальных пределах. Во вторую половину вегетационного периода грунтовые воды активно снижались и к середине сентября достигли глубины 1,96 м. За этот период осадков выпало 120,3 мм вместо 180 мм по норме.

В мае – июне 2014 г. уровень залегания грунтовых вод также находился на оптимальной глубине (0,8–1,1 м); во время формирования второго укоса многолетних трав



Уровень залегания грунтовых вод в течение вегетационного периода в зависимости от осадков

снижался до 1,54 м. Особенно активно снижение грунтовых вод происходило в августе.

Установлено, что уровень залегания грунтовых вод определяется не только количеством осадков, но и их распределением по срокам. Так, в течение вегетационного периода 2013 г. выпало 297,1 мм осадков, в 2014 г. – 271,7 мм; за май – июнь 2013 г. – 97,8 мм, 2014 г. – 91,0 мм, а в июле – сентябре этих лет – соответственно 199,3 и 180,7 мм. При этом в оба года до конца июня уровень залегания грунтовых вод был практически одинаковым (0,88–1,07 и 0,84–1,1 м). К середине сентября 2014 г. он находился на глубине 1,54 м, в то время как на эту же дату 2013 г. – ниже на 0,42 м. Объясняется это обстоятельство особенностями выпадения осадков. В июле 2014 г. обильные осадки (117,9 мм, 196,5 % нормы) выпадали в течение двух декад. Регулирующая емкость почвы оставалась низкой, и осадки активно пополняли грунтовые воды.

Уровень залегания грунтовых вод в течение вегетационного периода 2015 г. был близок к предыдущему году. В течение летнего сезона его положение изменялось незначительно, чему способствовало относительно равномерное выпадение осадков.

Во все годы исследований в осенний период не происходило подъема уровня грун-

товых вод. Они медленно снижались и достигали своего максимально низкого положения к концу марта (2,5 м и более), т.е. к началу снеготаяния. Весенний подъем составил 1–1,5 м и зависел от предзимней влажности почвы ($r = 0,69$), высоты снежного покрова, интенсивности таяния твердых осадков и температуры воздуха.

Глубокое залегание грунтовых вод во все годы исследований стало основной причиной низкой влажности торфяной почвы в полуметровом слое (табл. 1).

В среднем за 5 лет исследований влажность слоя 0,1 м составила 125,9 % (0,57 НВ) с интервалом 112,4–151,1 % (0,5–0,68 НВ). Аналогичная ситуация складывалась в корнеобитаемом слое 0,3 м. В этом слое влажность почвы находилась в течение вегетационного периода в пределах 129,7–166,3 % (0,47–0,60 НВ). В целом для верхнего слоя 0,5 м влажность почвы составила 137,9–178,3 % (0,41–0,53 НВ). Полученные результаты дают основание для практического вывода: глубокое осушение приводит к дефициту влаги для выращиваемых сельскохозяйственных культур, особенно формирования второго укоса многолетних трав. Необходимо подчеркнуть, что в мае – июне, когда формируется первый укос, дефицита влаги в среднемощной торфяной почве нет

Таблица 1

Влажность среднемощной торфяной почвы под многолетними травами в течение вегетационного периода (среднее по срокам определения), %

Год	Влажность в слое, м				
	0–0,1	0–0,3	0–0,5	0,6–1,0	0–1,0
2011	151,1	166,3	174,8	376,4	275,6
2012	130,9	131,3	137,9	346,6	242,3
2013	121,5	129,7	155,8	311,0	233,4
2014	112,4	144,1	164,7	351,2	257,9
2015	113,8	134,2	178,3	368,3	273,3
Наименьшая влагоемкость	223,1	276,8	334,6	400,2	367,4

или он минимален. В среднем за годы исследований влажность почвы в слое 0,3 м за май – июнь составила 167,1 % (0,6 НВ). В мае, когда начиналась активная вегетация многолетних трав, влажность почвы всегда была оптимальной (0,7–0,85 НВ). Во вторую половину вегетационного периода влажность корнеобитаемого слоя снижалась до 107,7–152,2 % (0,39–0,55 НВ).

В качестве предупредительной меры снижения влажности может использоваться весеннее насыщение водой до полной влагоемкости к началу активного отрастания трав. Затем (через 3–6 дней) необходим сброс воды до уровня 0,5 м. После этого устанавливается заданный режим уровня грунтовых вод (0,8–1,0 м) [14].

Влажность почвы полуметрового слоя зависела главным образом от количества осадков. Самая низкая влажность почвы отмечена в 2012 г., когда выпало немногим более половины среднемноголетней нормы осадков. Высота капиллярного поднятия влаги у среднемощной торфяной почвы составила всего 0,75 м. В связи с этим грунтовые воды при уровне залегания 1,5 м и более не оказывали влияния на влажность корнеобитаемого слоя во вторую половину вегетационного периода.

В ранневесенний период (до конца мая) грунтовые воды находились под слоем мерзлоты, поэтому в данный период не оказывали влияния на влажность почвы. На открытых участках мерзлота исчезает на 2–3 нед раньше, чем на занятых раститель-

ностью, поскольку многолетние травы закрывают поверхность почвы и уменьшают величину теплового потока [15]. В годы исследований на объекте Решетниково не происходило подтопления верхнего слоя почвы при выпадении осадков, в том числе и интенсивностью более 10–15 мм в сутки. Мерзлота при низкой влажности почвы «рыхлая» и не представляет собой водонепроницаемого монолита. Влага, образующаяся при таянии твердых осадков, относительно легко передвигается вниз по профилю почвы до залегания грунтовых вод.

Кроме осадков, на влажность почвы существенное влияние оказывает мерзлота. Особенно заметно это проявляется в засушливый период. На границе талого и мерзлого слоев разница в содержании влаги достигает от 50 до 120 % и более. За счет медленного разморозания почвы осуществляется рациональное использование влаги. В годы исследований глубина промерзания изменялась незначительно из-за глубокого залегания грунтовых вод. Наши изучения подтвердили данные исследований [16], что глубина промерзания зависит от положения грунтовых вод в осенний и зимний периоды до определенной глубины. Величина промерзания почвы не зависит от уровня стояния грунтовых вод при глубине их больше 1,5 м. В связи с этим оттаивание почвы происходило примерно в одни сроки, что оказывало влияние на ее влажность.

Снижение влажности почвы в летний период носит временный характер. В течение

Таблица 2

Накопление влаги в среднемощной торфяной почве за осенне-зимний период, %

Дата определения	Глубина определения, м				
	0–0,1	0–0,3	0–0,5	0,6–1,0	0–1,0
07.10.10	88,5	111,0	149,2	368,2	258,7
05.04.11	156,9	129,7	153,8	309,2	236,5
23.10.11	184,2	156,6	145,4	393,6	269,5
27.05.12	191,6	237,9	294,1	410,0	352,0
26.10.13	154,4	180,7	166,6	393,1	250,2
26.03.14	250,6	246,4	241,4	333,7	317,3
30.10.14	220,3	227,4	188,1	366,2	277,2
19.03.15	239,2	233,5	199,5	345,5	278,5

ние холодного периода и во время таяния снега запасы влаги снова пополняются (табл. 2).

В полуметровом слое влажность почвы повышалась в среднем за три зимних периода исследований от 0,5 до 0,6 НВ (20 %). Основное пополнение почвы влагой происходило в период снеготаяния. Так, если за счет зимнего поступления влаги в мерзлый слой почвы она увеличивается на 20 % по сравнению с предзимним показателем, то после таяния снега – на 80 %. Следует добавить, что полученные результаты корректны для условий глубокого зимнего уровня залегания грунтовых вод. Увеличение влаги в мерзлом слое связано с ее передвижением в основном в виде воды. Роль конденсации паров невелика и составляет 4–7 % от общего количества воды, переместившейся в мерзлые слои почвы за сезон [17]. На глубине 0,6–1,0 м происходит снижение влажности почвы. Это означает, что накопление влаги в верхнем слое почвы компенсируется за счет ее нижележащих горизонтов. Грунтовые воды в этом процессе играют незначительную роль.

В результате многолетних исследований установлено, что даже при глубоком залегании грунтовых вод в течение вегетационного периода существенное изменение влажности ограничивается верхним слоем 0,5 м. На глубине 0,6–1,0 м влажность почвы в среднем за 5 лет составила 0,88 НВ, т.е. она находилась

на верхнем пределе оптимальности. Самая низкая влажность почвы за эти годы на глубине 0,6–1,0 м составила 0,78 НВ, максимальная – 0,94. Не отмечено ни одного раза превышения влажности выше наименьшей влагоемкости по всему метровому слою торфяной почвы.

ВЫВОДЫ

1. Колебание уровней грунтовых вод на болоте Тарманское до осушения характеризуется общей закономерностью: резким повышением уровней весной в период таяния снега, затем понижением и их летним минимумом, осенним повышением и зимним минимумом. Интенсивность спада грунтовых вод до осушения зависит от осадков ($r = 0,83$) и испарения. На изменение уровня грунтовых вод зимой существенное влияние оказывает ход промерзания верхнего слоя и оттепели.

2. После осушения при атмосферно-намывном типе водного питания болота уровень грунтовых вод в течение вегетационного периода определяется главным образом количеством осадков ($r = 0,76$). Самое глубокое залегание грунтовых вод (1,97 м) в среднем за вегетационный период установлено в 2012 г., когда выпало 56,7 % среднееголетней нормы осадков.

3. Уровень залегания грунтовых вод определяется не только количеством осадков в

течение вегетационного периода, но и их распределением. Обильные осадки (117,9 мм, 196,5 % нормы) в течение II и III декад в июле 2014 г. обеспечили подъем грунтовых вод на 0,42 м по сравнению с 2013 г., несмотря на практически одинаковое их количество в среднем за вегетацию – соответственно 297,1 и 271,7 мм.

4. В осенний период на осушаемом гончарным дренажом участке не происходило подъема грунтовых вод. Они медленно снижались и достигали своего максимально низкого положения (2,5 м и более) к концу марта (началу снеготаяния). Весенний подъем грунтовых вод составлял 1–1,5 м и зависел от предзимней влажности ($r = 0,65$), высоты снежного покрова и интенсивности таяния твердых осадков.

5. Влажность среднемошной торфяной почвы в корнеобитаемом слое (0,3 м) при глубоком залегании грунтовых вод (1,3–1,9 м) под многолетними травами в среднем за вегетационный период находится в пределах 0,5–0,6 НВ. Во время формирования первого укоса многолетних трав влажность почвы всегда была в оптимальных пределах (0,6–0,85 НВ). В острозасушливые годы установлен дефицит влаги (0,4–0,5 НВ) для получения полноценного второго укоса многолетних трав.

6. Мерзлота при низкой влажности почвы «рыхлая» и не представляет собой водонепроницаемого монолита. Влага, образующаяся при таянии твердых осадков и во время выпадения осадков, относительно легко передвигается вниз по профилю почвы до залегания грунтовых вод. На границе талого и мерзлого слоев разница в содержании влаги составляет 50–120 %.

7. Снижение влажности почвы в летний период носит временный характер. В течение холодного периода запасы влаги в полуметровом слое пополняются на 20 % (от 0,5 до 0,6 НВ). Накопление влаги в верхнем слое почвы компенсируется за счет ее нижележащих горизонтов. Грунтовые воды в этом процессе играют незначительную роль. Основное пополнение почвы влагой при глубоком залегании грунтовых вод происходит в период снеготаяния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Костяков А.Н.** Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 521 с.
2. **Маслов Б.С.** Гидрология торфяных болот. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 266 с.
3. **Моторин А.С.** Плодородие торфяных почв Западной Сибири. – Новосибирск: РПО СО РАСХН, 1999. – 284 с.
4. **Головко Д.Г.** Земледелие на торфяных почвах и осушаемых пойменных землях. – Л.: Колос, 1975. – 232 с.
5. **Зайдельман Ф.Р.** Минеральные и торфяные почвы полесских ландшафтов. – М.: КРАСАНД, 2013. – 440 с.
6. **Пыленок П.И., Сидоров И.В.** Природоохранные мелиоративные режимы и технологии. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 324 с.
7. **Скрынникова И.Н.** Некоторые проблемы мелиорации и сельскохозяйственного использования торфяных почв СССР // Материалы X Междунар. конгр. почвоведов. – М., 1974. – Т. 10. – С. 242–250.
8. **Черненко В.Я.** О подпитывании корнеобитаемого слоя осушаемых торфяников от грунтовых вод. – М.: ЦБНТИ ММиВХ СССР, 1973. – Вып. 11. – С. 3–7.
9. **Мелиорация и водное хозяйство. Осушение:** справочник / под ред. академика Б.С. Маслова. – М.: «Ассоциация ЭкоСт», 2001. – 606 с.
10. **Моторин А.С.** Водно-физические свойства маломощных торфяных почв Северного Зауралья // Аграр. вестн. Урала. – 2016. – № 9. – С. 37–42.
11. **Новохатин В.В.** Мелиорация болотных ландшафтов Западной Сибири. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2008. – 200 с.
12. **Калинин В.М., Моторин А.С.** Водный баланс и режим осушаемых низинных торфяников Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1995. – 176 с.
13. **Мукина Л.Р.** Теоретические и практические основы создания устойчиво функционирующих агросистем на торфяных почвах Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Красноярск, 2000. – 56 с.
14. **Моторин А.С.** Рекультивация выработанных торфяников и пирогенных образований Западной Сибири: учеб. пособие. – Тюмень, 2013. – 202 с.
15. **Моторин А.С.** Плодородие выработанных торфяников Северного Зауралья // Природно-техногенные комплексы: современное

- состояние и перспективы восстановления. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – С. 168–173.
16. **Маслов Б.С.** О районировании норм осушения // Режим осушения и методика полевых научных исследований. – М.: Колос, 1971. – С. 5–25.
 17. **Бишоф Э.А.** Результаты лизиметрических опытов на низинном болоте Центральной Барабы // Тр. СевНИИГИМ. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – Вып. 29. – С. 86–99.
- ### REFERENCES
1. **Kostyakov A.N.** Osnovy melioratsii. – M.: Sel'khozgiz, 1960. – 521 s.
 2. **Maslov B.S.** Gidrologiya torfyanykh bolot. – M.: Rossel'khozakademiya, 2009. – 266 s.
 3. **Motorin A.S.** Plodorodie torfyanykh pochv Zapadnoy Sibiri. – Novosibirsk: RPO SO RASKhN, 1999. – 284 s.
 4. **Golovko D.G.** Zemledelie na torfyanykh pochvakh i osushaemykh poymennykh zemlyakh. – L.: Kolos, 1975. – 232 s.
 5. **Zaydel'man F.R.** Mineral'nye i torfyanye pochvy polesskikh landshaftov. – M.: KRASAND, 2013. – 440 s.
 6. **Pylenok P.I., Sidorov I.V.** Prirodookhrannye meliorativnye rezhimy i tekhnologii. – M.: Rossel'khozakademiya, 2004. – 324 s.
 7. **Skrynnikova I.N.** Nekotorye problemy melioratsii i sel'skokhozyaystvennogo ispol'zovaniya torfyanykh pochv SSSR // Materialy X Mezhdunar. kongr. pochvovedov. – M., 1974. – T. 10. – S. 242–250.
 8. **Chernenok V.Ya.** O podpityvanii korneobitaemogo sloya osushaemykh torfyanikov ot gruntovykh vod. – M.: TsBNTI MMiVKh SSSR, 1973. – Vyp. 11. – S. 3–7.
 9. **Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo.** Osushenie: spravochnik / pod red. akademika B.S. Maslova. – M.: «Assotsiatsiya Ekost», 2001. – 606 s.
 10. **Motorin A.S.** Vodno-fizicheskie svoystva malomoshchnykh torfyanykh pochv Severnogo Zaural'ya // Agrar. vestn. Urala. – 2016. – № 9. – S. 37–42.
 11. **Novokhatin V.V.** Melioratsiya bolotnykh landshaftov Zapadnoy Sibiri. – Tyumen': Izd-vo TGU, 2008. – 200 s.
 12. **Kalinin V.M., Motorin A.S.** Vodnyy balans i rezhim osushaemykh nizinnnykh torfyanikov Zapadnoy Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1995. – 176 s.
 13. **Mukina L.R.** Teoreticheskie i prakticheskie osnovy sozdaniya ustoychivo funktsioniruyushchikh agrosistem na torfyanykh pochvakh Sredney Sibiri: avtoref. dis... d-ra s.-kh. nauk. – Krasnoyarsk, 2000. – 56 s.
 14. **Motorin A.S.** Rekul'tivatsiya vyrabotannykh torfyanikov i pirogennykh obrazovaniy Zapadnoy Sibiri: ucheb. posobie. – Tyumen', 2013. – 202 s.
 15. **Motorin A.S.** Plodorodie vyrabotannykh torfyanikov Severnogo Zaural'ya // Prirodno-tekhnogenные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2016. – S. 168–173.
 16. **Maslov B.S.** O rayonirovanii norm osusheniya // Rezhim osusheniya i metodika polevykh nauchnykh issledovaniy. – M.: Kolos, 1971. – S. 5–25.
 17. **Bishof E.A.** Rezul'taty lizimetriceskikh opytov na nizinnom bolote Tsentral'noy Baraby // Тр. СевНИИГИМ, вып. 29. – Novosibirsk: Zap. Sib. knizhnoe izd-vo, 1969. – S. 86–99.

WATER REGIME OF SEASONALLY FROZEN PEAT SOILS IN NORTHERN TRANS-URAL REGION

A.S. MOTORIN, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher

*Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural
2, Burlaki St, Moscovskiy, Tyumen Region, 625501, Russia
e-mail: a.s.motorin@mail.ru*

Results are given from long-term (2011–2015) investigations on water regime of seasonally frozen peat soils in Northern Trans-Ural region. It was shown that the fluctuation in the groundwater level in the Tarmanskoe swamp before draining was characterized by a sharp rise during snow melting in spring, followed by the summer minimum, autumn increase and winter minimum. The intensity of groundwater recession depends on precipitation ($r = 0.83$) and evaporation. Changes in the groundwater level in winter are strongly influenced by the process of topsoil freezing and thaws. After draining of the swamp, the groundwater level at the atmospheric-alluvial type of water nutrition during the vegetation period is mostly determined by the amount of precipitation ($r = 0.76$). The deepest occurrence of groundwater on average of 1.97 m during the vegetation

period was in 2012, when 56.7 percent of long-term averaged precipitation norm fell. There is no rise in the groundwater level during the fall period on a site drained by tile drains with the spacing of 24 m and depth of 1.5 m. The minimum level of 2.5 m and lower is reached by the beginning of snow melting from the end of March to the first ten-day period of April. The spring rise makes up 1–1.5 m, and depends on the pre-winter humidity ($r = 0.65$), the height of snow cover, and the intensity of solid sediments melting. The moisture content of the root layer (0.3 m) of medium-deep peat soil with 1.3–1.9 m of the groundwater level under perennial grasses is in the range of 0.5–0.6 HB. When the first cut of perennial grasses is formed, the soil moisture content is optimum (0.6–0.85 HB); in dry years moisture deficit is observed that fails to obtain a full-valued second cut. At the boundary of the thawed and frozen layers, soil moisture is always at the upper limit of the optimum (0.85–0.95 HB). A decrease in soil moisture in summer is temporary. During the winter period, moisture reserves in the topsoil of 0.5 m are replenished by 20 percent due to the underlying horizons. The replenishment of soil with moisture when groundwater is deep mostly occurs during snow melting.

Keywords: peat soil, groundwater, moisture, rehydration regime, permafrost, precipitation, minimum moisture capacity.

Поступила в редакцию 21.06.2017
