УДК 551.50

ПОТЕНЦИАЛ ВЛАГИ В УСЛОВИЯХ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА И В ТЕЧЕНИЕ ГОДА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

**© 2017 г. Н. А. Муромцев¹, К. Б. Анисимов¹,
Н. А. Семенов², В. В. Грибов¹**

*¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2*

*²Всероссийский институт кормов им. В.Р. Вильямса,
Россия, 141055, Московская обл., Лобня, Научный городок, 1*

Рассматривалась динамика потенциала влаги в почве и температуры на разных глубинах за годовой период. В качестве объекта исследования выступала дерново-подзолистая суглинистая слабооглеенная почва Зеленоградского опорного пункта Почвенного института. Данные по температуре почвы и потенциалу почвенной влаги получены с помощью автоматической метеостанции “VantagePro2”. Установлено явление резкого скачкообразного повышения потенциала влаги при переходе положительных значений температуры почвы через ноль в область отрицательных величин, т.е. в условиях фазового перехода почвенного раствора (при стабильном состоянии всех других параметров среды). Все виды изменения потенциала влаги (медленные и быстрые, незначительные и существенные) происходят в связи с изменениями (уменьшением или увеличением) содержания влаги и температуры почвы. Впервые в нашей стране вскрыто и описано термогидрофизическое явление (термодинамический процесс) резкого (5–6 раз) и быстрого (практически мгновенного) повышения потенциала влаги при переходе температуры почвы через ноль, из области положительных в область отрицательных значений. Знание особенностей динамики потенциала влаги в почве в зависимости от температуры позволит планировать сроки и нормы полива.

Ключевые слова: атмосферные осадки, суммарное испарение, потенциал влаги, температура почвы, влагообмен, зона аэрации, наименьшая влагоемкость, диффузия влаги.

DOI: 10.19047/0136-1694-2017-87-114-127

ВВЕДЕНИЕ

Температура является важнейшим термодинамическим параметром, функционально связанным с потенциалом почвенной влаги и существенно влияющим на него ([Глобус, 1977](#); [Durner et](#)

[al., 2008](#)). Изучению воздействия температуры воздуха и почвы на энергетическое состояние почвенной влаги и интенсивность ее потока посвящены работы [Нерпина, Чудновского \(1975\)](#), [Глобуса \(1977\)](#), [Муромцева и др. \(2013\)](#), [Durner, Or \(2006\)](#), [Nolz et al. \(2016\)](#) и др.

Однако воздействие температуры почвы на потенциал влаги в области высокого увлажнения почвы (полная влагоемкость 0.7 наименьшей влагоемкости), особенно в интервале низких положительных и отрицательных температур, изучено эпизодически, отсутствуют обобщения с достаточно удовлетворительным объяснением процессов влияния отрицательных температур на вододерживающие силы почвы.

Цель работы – изучение закономерностей трансформации потенциала почвенной влаги в годовом круге при переходе положительных значений температуры почвы в область отрицательных величин, т.е. в условиях фазового перехода почвенного раствора в различных слоях дерново-подзолистой суглинистой слабооглеенной почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на дерново-подзолистой суглинистой слабооглеенной почве Зеленоградского стационара Почвенного института им. В.В. Докучаева с использованием датчиков потенциала влаги, температуры почвы и метеостанции “Vantage Pro2” ([Руководство по монтажу..., 2009](#)). Принцип действия датчиков температуры почвы основан на их свойстве изменять внутреннее сопротивление под действием изменяющейся температуры, а датчиков потенциала – на сорбции ими влаги из почвы.

Морфогенетические и водно-физические свойства исследуемой почвы подробно описаны ранее ([Муромцев, Анисимов, 2014](#)). Кратко отметим некоторые наиболее важные для данной работы свойства.

Гранулометрический состав метрового слоя почвы несущественно различается в пределах площади опытного участка. Верхний полуметровый ее слой обычно характеризуется как средний суглинок, а нижняя часть (50–100 см) имеет тяжелосуглинистый состав. Плотность сложения (средние значения) этих толщ почвы находится в пределах 1.50 и 1.64 г/см³ соответственно. Макси-

мальная гигроскопическая влажность составляет 8.2 и 13.5%, влажность завядания – 10.0 и 18.5%, а наименьшая влагоемкость (НВ) в слоях 0–50 и 50–100 см – 35.3 и 31.4% соответственно.

Растительность опытного участка “залежь” – естественно-травянистая, преимущественно злаковая. Суммарный урожай (всех компонентов) растительного покрова составляет около 20.2 ц/га.

Датчики потенциала влаги (длина 70 мм, диаметр 18 мм) и температуры почвы (длина 30 мм, диаметр 5 мм) устанавливали на следующих глубинах дерново-подзолистой суглинистой почвы соответственно: 5–12 и 5–8 см (1), 30–37 и 30–33 см (2), 50–57 и 50–53 см (3) и 70–77 и 70–73 см (4).

Одновременно с потенциалом и температурой почвы проводили измерения температуры и влажности воздуха, скорости ветра, суммарного испарения, осадков, атмосферного давления и радиации. Информация со всех датчиков считывалась и поступала на дисплей автоматической метеостанции каждые 10 мин с июля 2014 г. по апрель 2016 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим изменение потенциала влаги и температуры почвы в варианте “залежь” в пределах почвенного профиля и во времени. Материалы представлены на рис. 1 и 2. Потенциал влаги на конец июля 2014 г. составлял 43, 35, 28 и 28 кПа соответственно в слоях почвы 5–12, 30–37, 50–57 и 70–77 см, что соответствует содержанию влаги в пределах НВ. В течение лета потенциал прогрессивно понижался в верхнем слое 5–12 см от 134 до 18 кПа. В слоях 30–37, 50–57 и 70–77 см, наоборот, он возрос соответственно до 81, 58 и 54 кПа. Это явление однозначно свидетельствует, что выпадавшие за этот период осадки промачивали только верхний слой почвы мощностью, не превышающей 30 см (27–29 см).

Данное обстоятельство указывает, что верхний слой почвы до глубины 40–50 см является слоем наиболее активного влагооборота и иссушения. До конца августа содержание влаги в верхнем слое (0–20 см) продолжало оставаться на высоком уровне. Об этом свидетельствуют невысокие значения потенциала, наблюдаемые в интервале от 16 (19.08) до 28 (31.08) кПа, что можно охарактеризовать как значения, несколько превышающие НВ дерново-

Рис. 1. Динамика потенциала влаги в дерново-подзолистой суглинистой слабооглеенной почве по слоям, см: 5–12 (1), 30–37 (2), 50–57 (3), 70–77 (4).

Рис. 2. Динамика температуры в дерново-подзолистой суглинистой слабооглеенной почве по слоям, см: 5–8 (1), 30–33 (2), 50–53 (3), 70–73 (4).

подзолистой слабооглеенной почвы ([Муромцев, Анисимов, 2014](#)). Вместе с тем величина потенциала в нижних слоях продолжала оставаться высокой (86–66 кПа), особенно в слое 30–37 см и, веро-

ятно, несколько более глубоко, но не ниже 50 см. В слое 50–80 см значения потенциала продолжали оставаться в пределах 58–61 кПа. Это свидетельствует, что из слоя 0–50 см происходит более интенсивный расход влаги, чем из слоев, расположенных глубже.

Такое явление согласуется с общей теорией влагообмена в зоне аэрации ([Муромцев и др., 2013](#)) и в определенной мере с динамикой потенциала в полевых вариантах опыта ([Муромцев, Анисимов, 2014](#)).

В целом по профилю почвы в июле и августе температура составляла 18–16°C и к первой декаде ноября понизилась до 4–2°C. Далее к декабрю в слое 5–8 см она перешла в область невысоких отрицательных значений (–1...–2°C), а в слоях 30–33, 50–53 и 70–73 см понизилась до 0.7–1.5°C. Эти значения температуры практически не изменились и в течение всей зимы и ранней весны, вплоть до 5 апреля 2016 г. (рис. 2).

Существенные изменения потенциала почвенной влаги наблюдались в верхнем (5–8 см) слое в летний и раннезимний (декабрь) периоды 2014 и 2015 гг. Его летние значения колебались в пределах 50–5 кПа. Однако в начале декабря они резко, в течение нескольких часов, увеличились до 200 кПа, и оставались на этом уровне в течение трех недель. И это изменение потенциала полностью согласуется с динамикой температуры почвы: на всех глубинах почвы она приблизилась к оси абсцисс (к нулю), а в самом верхнем слое (5–8 см) перешла в область отрицательных значений. Содержание влаги, особенно ее уменьшение, которое может влиять на резкий рост потенциала, оставалось стабильным, и не могло уменьшиться в замерзшем верхнем слое почвы. Возможный приток парообразной влаги диффузионным путем из нижележащих талых слоев почвы, наоборот, привел бы к понижению потенциала.

Следовательно, при переходе температуры из области положительных значений в область отрицательных величин потенциал влаги резко возрастает (в 5–6 раз), причем только в том слое почвы, где наблюдается изменение температуры. При этом важным является не абсолютные значения изменений температуры, а переход ее из области положительных в область отрицательных значений. Подобное явление повторилось (практически в тех же значениях потенциала) в декабре 2015 г. (рис. 1), что свидетель-

ствуется о постоянстве скрытого внутрипочвенного термодинамического процесса, не описанного ранее в отечественной почвоведческой и гидрологической литературе. Это явление обусловлено фазовым переходом водного (почвенного) раствора, представляющим собой процесс перехода вещества из одной формы в другую при изменении одного из основных параметров среды – температуры ([Корякин, 2003](#)).

Резкое возрастание потенциала в условиях фазового перехода объясняется специфическим состоянием почвенной влаги: активность и подвижность ионов воды весьма существенно снижаются, что равносильно уменьшению содержания влаги. Концентрация почвенного раствора возрастает. Оба этих фактора приводят к резкому повышению потенциала влаги, т.е. к сильному возрастанию водоудерживающих сил почвы ([Муромцев и др., 2013, 2014](#)). Последнее приводит к эффекту, аналогичному уменьшению содержания влаги.

За все время наблюдений (июль 2014–апрель 2016 гг.) значительного повышения потенциала влаги, сравнимого с его увеличением в начале декабря 2014 и 2015 гг., не наблюдается. Но отмечено заметное повышение его (до 137 кПа) в начале июля 2014 г., произошедшее за счет понижения содержания влаги до значений ниже оптимального (около 0.5 НВ).

Потенциал в верхнем слое (5–12 см) понизился к концу декабря 2014 г. до 40–35 кПа и приблизился к значениям в толще почвы 30–77 см. Изменения потенциала влаги в слоях 30–37, 50–57 и 70–77 см в течение всего времени наблюдений стабильны, без заметных изменений в ту или иную сторону. Динамика наблюдалась в течение длительного времени, вплоть до марта 2015 г. Температура почвы в течение всего этого периода не претерпела заметных изменений составляя, как и ранее, 0.2–0.4, 0.8–0.9, 0.7–0.8 и 1.3–1.4°C соответственно в слоях 5–8, 30–33, 50–53 и 70–73 см.

В продолжении первых двух месяцев весны 2015 г. потенциал влаги по-прежнему продолжал медленно понижаться на всех уровнях почвы. К концу этого периода он достиг 7–13 кПа для всей изучаемой почвенной толщи (5–77 см). Эти значения потенциала свидетельствуют о переувлажнении почвенного профиля до состояния, когда содержания влаги заметно превышает уровень НВ, достигая, примерно, капиллярной влагоемкости. Температура

почвы за этот период не претерпела заметных изменений и составила соответственно 0.7, 0.8, 0.7 и 1.2°C.

Следовательно, отмеченные медленные и незначительные понижения значений потенциала на фоне стабильного состояния температуры почвы происходят в связи с увеличением содержания влаги. Возрастание ее значений в толще почвы 0–77 см происходит путем подтягивания из нижележащих слоев. Сначала, в зимний период и в периоды с отрицательными величинами температуры – путем диффузии парообразной влаги, а в талой почве с положительной динамикой температуры и в жидком виде.

Однако в течение мая в верхнем слое потенциал медленно (1–2 кПа/сут) повышался до 20–25 кПа. В нижележащих слоях (30–37, 50–57 и 70–77 см) никаких изменений потенциала не происходило, его значения продолжительное время находилось на уровне 3–5 кПа, практически не различаясь по глубинам. Температура почвы хотя и увеличилась, но несущественно (на 1–2°C).

В течение февраля температура почвы на всех контролируемых уровнях находилась в пределах невысоких положительных значений (0.3–1.4°C). Температура воздуха колебалась в пределах от –3...–5 до 0.2–0.7...2–6°C, осадки были незначительны (13.4 мм), а суммарное испарение – в пределах 0.1–1.0 мм. Потенциал влаги понижался на всех контролируемых глубинах почвы в среднем с 33–28 до 31–23 кПа. Отсюда, сравнительно небольшое уменьшение потенциала происходило при практически постоянных значениях температуры и осуществлялось за счет диффузионных парообразных накоплений влаги из нижележащих слоев почвы.

Однако с 9 на 10 марта наблюдалось резкое понижение потенциала в верхнем слое с 29 до 14 кПа, а в нижних слоях до 10–12 кПа при постоянстве температуры почвы. И до 9 апреля его значения продолжали оставаться на отмеченных уровнях. Каких-либо резких изменений атмосферных показателей не происходило. Температура воздуха находилась в пределах 8–10°C, влажность воздуха уменьшилась с 74 до 50%, остальные параметры – в пределах обычных значений для этого времени года ([Муромцев, Анисимов, 2014](#)).

Следовательно, понижение потенциала влаги произошло при повышении температуры, воздействующей на влагу в направлении увеличения ее подвижности и активности. А это приводит к эффекту, аналогичному повышению ее содержания.

В дальнейшем, в течение мая и первой декады июня температура воздуха существенно повысилась, временами до 20°C (температура почвы соответственно до 12–13°C в верхних ее слоях). Динамика потенциала влаги в этот период имела пилообразный вид: повышение его значений сменялось (иногда резко) понижением, потом опять повышением и понижением. Главный действующий фактор – осадки, которые, например, за двое суток в середине мая 2015 г. составили около 39 мм. Причина такой динамики потенциала влаги объясняется высокой температурой воздуха (около 20°C), большим суммарным испарением (4.0–4.5 мм) и отсутствием осадков в течение с 5 по 11 мая. А когда 15 и 16 мая выпало много осадков (в сумме за двое суток 38.8 мм), то потенциал влаги понизился 17 мая во всех слоях до 4–3 кПа.

В дальнейшем, в течение всего лета, динамика потенциала аналогична описанной выше, и представляет собой чередование возрастаний и снижений потенциала влаги, главным образом, в верхнем (5–12 см) слое, а иногда после сильных осадков – и в некоторых нижележащих слоях почвы, контролируемых датчиками.

Интересно проследить за тем, как в течение суток изменяются значения потенциала в различных гидрологических и климатических условиях, т.е. при различных значениях важности почвы и атмосферных показателей. Аналогичные данные в отечественной гидрофизической литературе отсутствуют.

Сутки 5–6 августа 2014 г. характеризовались засушливыми условиями атмосферы, и в соответствии с этим низкими значениями влажности почвы. Эти сутки венчали длительный период без дождя, начавшийся в начале июля (7 августа впервые за длительный период выпало 32.6 мм). Суточная динамика потенциала влаги приведена в табл. 1.

Видно, что суточные изменения потенциала влаги невелики и укладываются в 3 кПа (три нижних слоя) и 9 кПа – в самом верхнем (5–12 см) слое почвы. При этом самые высокие значения потенциала, как и следовало ожидать, отмечены в верхнем слое 5–12 см, из которого происходит наибольшая потеря влаги на испаре-

Таблица 1. Динамика потенциала влаги (P_k) дерново-подзолистой почвы в варианте залежь, август–сентябрь, 2014 г.

Дата и время наблюдений	Динамика P_k , кПа в слоях почвы, см				Осадки, мм
	5–12	30–37	50–57	70–77	
06.08					
Среднее	112.0	68.0	49.0	46.0	Нет
03:00	115.0	69.0	49.0	46.0	»
06:00	116.0	70.0	50.0	47.0	»
09:00	117.0	70.0	50.0	47.0	»
12:00	116.0	70.0	51.0	47.0	»
15:00	114.0	71.0	51.0	48.0	»
18:00	116.0	71.0	51.0	48.0	»
21:00	119.0	71.0	51.0	48.0	»
24:00	117.0	71.0	51.0	48.0	»
20.08					
Среднее	15.7	15.7	15.6	15.7	»
03:00	18.0	84.0	59.0	61.0	»
06:00	18.0	84.0	59.0	61.0	»
00:09	18.0	84.0	59.0	61.0	»
12:00	18.0	84.0	59.0	61.0	»
15:00	18.0	84.0	59.0	61.0	»
18:00	18.0	83.0	59.0	61.0	»
21:00	19.0	82.0	58.0	61.0	»
00:00	19.0	83.0	58.0	61.0	»
03.09					
Среднее	9.0	62.0	51.0	56.0	»
03:00	10.0	61.0	51.0	56.0	»
06:00	10.0	61.0	51.0	56.0	»
09:00	11.0	61.0	51.0	56.0	»
12:00	12.0	61.0	51.0	56.0	»
15:00	12.0	61.0	51.0	56.0	»
18:00	13.0	61.0	51.0	56.0	»
21:00	13.0	60.0	51.0	56.0	»
00:00	14.0	60.0	51.0	56.0	»

ние и десукцию травянистой растительностью. К 20 августа в течение суток (20–21.08) установилась следующая суточная динамика потенциала в условиях “влажного” периода (с 7 по 17 августа выпало 79.2 мм). Самые низкие значения потенциала наблюдались в верхнем слое: интервал суточных изменений составлял

2 кПа (в пределах 17–19 кПа). Наибольшие значения – в слое 30–37 см (82–84 кПа), из которого происходит потеря влаги на суммарное испарение, а осадки до него не дошли, они аккумулировались полностью в верхнем слое. Интервал изменений потенциала составлял 2 кПа, а в нижнем (70–77 см) слое – всего 1 кПа.

Рассмотрим суточные изменения потенциала в начале сентября, характеризуемого низкими значениями суммарного испарения (около 1 мм/сут) и сравнительно высокими запасами почвенной влаги во всем профиле почвы (на уровне 65–85% НВ). Суточные изменения потенциала в нижних слоях 50–57 и 70–77 см отсутствуют, что указывает на стабилизацию содержания влаги и водоудерживающих сил почвы. В верхнем слое значения потенциала 9–14 кПа, что характеризуют содержание влаги, превышающей НВ.

Таким образом, суточные изменения потенциала влаги невелики и находятся в пределах 2–3 кПа. В нижних слоях почвы (глубже 50 см) при минимальных значениях влагообмена и стабилизации содержания влаги и водоудерживающих сил суточные изменения могут отсутствовать. Суточная динамика температуры почвы представлена в табл. 2.

Температура почвы плавно понижается как в пределах почвенного профиля (сверху вниз), так и во времени, уменьшаясь с понижением температуры воздуха. Максимальные значения температуры наблюдаются в верхнем слое почвы (5–8 см) и составляют в пределах суток (5 августа) величины в интервале 17.1–18.9°C. Несколько меньшие значения (до 2.0°C) – в нижнем слое (70–73 см). К 3 сентября понижение температуры составило 4.0°C в верхнем и 4–3°C в нижних слоях. Суточные изменения температуры составили величины в слое 5–8 см – от 1.9 до 0.6°C, в слое 30–33 см – от 0.4 до 0.1°C, в слое 50–53 см – от 0.3 до 0.0°C и в слое 70–73 см – 0.1°C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в нашей стране вскрыто и описано термогидрофизическое явление (термодинамический процесс) резкого (5–6 раз) и быстрого (практически мгновенного) повышения потенциала влаги при переходе температуры почвы через ноль, из области положительных в область отрицательных значений. Энергетический

Таблица 2. Суточная динамика температуры почвы в варианте залежь, август–сентябрь, 2014 г.

Дата и время наблюдений	Температура почвы, °С в слоях почвы, см				Осадки, мм
	5–8	30–33	50–53	70–73	
05.08					
Среднее	17.9	16.7	16.7	16.3	Нет
00:00	18.2	17.1	17.2	16.3	»
03:00	17.7	17.1	17.2	16.3	»
06:00	17.2	16.9	17.1	16.3	»
09:00	17.1	16.9	16.9	16.3	»
12:00	17.3	16.7	16.8	16.3	»
15:00	18.4	16.7	16.7	16.3	»
18:00	19.1	16.7	16.9	16.3	»
21:00	18.9	16.9	17.1	16.3	»
24:00	18.4	16.9	17.2	16.3	»
20.08					
Среднее	15.7	15.7	15.6	15.7	»
00:00	16.3	16.0	16.0	15.7	»
03:00	15.8	16.0	16.0	15.8	»
06:00	15.4	15.9	15.9	15.7	»
09:00	15.3	15.7	15.7	15.7	»
12:00	15.3	15.7	15.8	15.7	»
15:00	16.1	15.7	15.6	15.7	»
18:00	16.8	15.7	15.7	15.7	»
21:00	16.9	15.7	15.8	15.7	»
24:00	16.6	15.9	15.9	15.7	»
03.09					
Среднее	13.4	13.6	13.6	13.6	0.0
00:00	13.8	13.6	13.6	13.6	0.4
03:00	13.6	13.6	13.6	13.6	Нет
06:00	13.6	13.6	13.6	13.6	»
09:00	13.5	13.6	13.6	13.6	»
12:00	13.4	13.6	13.6	13.6	»
15:00	13.5	13.6	13.5	13.6	»
18:00	13.6	13.6	13.5	13.6	»
21:00	13.6	13.6	13.6	13.6	»
24:00	13.2	13.6	13.6	13.6	»

скачек (резкое возрастание потенциала) обусловлен фазовым переходом почвенного раствора при изменении одного из основных термодинамических параметров (температуры).

Все виды понижения потенциала влаги (медленные и незначительные, быстрые и существенные) происходят в связи с изменением (увеличением или уменьшением) содержания влаги и температуры воздуха и почвы. Возрастание ее содержания происходит, как из-за атмосферных осадков, так и путем подтягивания влаги из нижележащих слоев: в зимний период и периоды с отрицательными величинами температуры – путем диффузии парообразной влаги, а в талой почве с положительной динамикой температуры – и в жидком виде.

Понижение потенциала влаги (при постоянной влажности) при повышении температуры объясняется возрастанием подвижности и активности влаги. Последнее явление приводит к эффекту, аналогичному повышению содержания влаги. Понижение температуры приводит к возрастанию потенциала в связи с понижением активности и подвижности ионов воды. Данное явление аналогично уменьшению содержания влаги в почве.

Суточные изменения потенциала влаги невелики и находятся в пределах 2–3 кПа. Наиболее высокие значения потенциала наблюдаются в верхнем слое 5–12 см, из которого происходит наибольшая потеря влаги на испарение и десукцию травянистой растительностью. В нижних слоях почвы (глубже 50 см) при минимальных значениях влагообмена и стабилизации содержания влаги и водоудерживающих сил суточные изменения невелики и находятся в интервале нулевых значений.

Суточные изменения температуры почвы уменьшаются и сверху вниз почвенного профиля, и в течение суток с охлаждением атмосферного воздуха. Они лежат в пределах 1.9°C в верхних и 0.4–0.1°C в нижних слоях почвы, приближаясь к нулю с глубиной и стабилизацией изменений содержания влаги. Величины температур в 0.0 ч двух смежных суток (например, 5 и 6 августа) достигают обычно близких значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобус А.М. Неизотермический внутрипочвенный влагоперенос. Автореф. дис. ... докт. с.-х. н. Л., 1977. 48 с.

2. *Корякин Н.В.* Основы химической термодинамики. М.: Академия, 2003. 463 с.
3. *Муромцев Н.А., Коваленко П.И., Семенов Н.А., Мажайский Ю.А., Яцык Н.В., Шуравилин А.В., Воропай Г.В., Анисимов К.Б., Коломиец С.С.* Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев. Рязань, 2013. 300 с.
4. *Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Мажайский Ю.А., Анисимов К.Б.* [Закономерности накопления, потерь и возврата влаги и химических веществ при внутрипочвенном влагообмене](#) // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2014. № 76. С. 111–125.
5. *Муромцев Н.А., Анисимов К.Б.* [Некоторые особенности формирования водного режима дерново-подзолистой почвы на различных элементах геоморфологической катены](#) // Бюл. Почв. ин-та. 2014. № 77. С. 78–93.
6. *Нерпин С.В., Чудновский А.Ф.* Энергомассообмен в системе растение–почва–приземный воздух. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 358 с.
7. Руководство по монтажу и использованию автоматической метеостанции. Гавард, 2009. 63 с.
8. *Durner W., Or. D.* Soil Water Potential Measurement // Encyclopedia of Hydrological Sciences. 2006. Apr. P. 1–14.
9. *Durner W., Jansen U., Iden S. C.* [Effective hydraulic properties of layered soils at the lysimeter scale determined by inverse modelling](#) // European J. Soil Science. 2008. V. 59 (1). P. 114–124. doi: 10.1111/Дж.1365-2389.2007.00972.x
10. *Nolz R., Cepuder P., Balas J., Loiskandl W.* [Soil water monitoring in a vineyard and assessment of unsaturated hydraulic parameters as thresholds for irrigation management](#) // Agricultural Water Management. 2016. V. 164. Part 2. P. 235–242.

WATER POTENTIAL IN CONDITIONS OF SOIL SOLUTION PHASE CHANGE AND DURING THE YEAR

**N. A. Muromtsev¹, K. B. Anisimov¹,
N. A. Semenov², V. V. Gribov¹**

¹*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Pyzhevskii per., 7, Moscow, 119017 Russia*

²*All-Russian Williams Fodder Research Institute, Lobnya, Moscow Oblast,
Science Town, corp. 1, 141005 Russia*

The dynamics of the soil water potential and soil temperature at different depths during the year was studied. As the object of the investigation we took soddy-podzolic clay loamy weakly gleyed soils of Zelenogradskiy base of Soil

Science Institute. The data of soil water and temperature were derived from the automated meteorologic station “VantagePro2”. In conditions of the sustainable state of the other components of the environment, we discovered sharp spasmodic increase of the soil water potential at the passing of temperature values to the range below zero, i.e., in conditions of the phase overpass of the soil solution. All of the types of soil water potential changes (slow and rapid, significant and insignificant) occur due to the changes (decrease or increase) of the water content and soil temperature. For the first time in our country the thermohydrophysical phenomenon of (thermodynamic process) of sharp (at 5–6 times) and rapid (practically immediate) increase of the water potential after the overpass of the temperature over zero from the area of positive values to the negative values is discovered and described. The knowledge of specificities of the dynamics of soil water potential due to the temperature will allow us to plan the terms and norms of watering.

Keywords: precipitation, evapotranspiration, water potential, soil temperature, water exchange, aeration zone, minimum moisture-holding capacity, water diffusion.

Ссылки для цитирования: Муромцев Н.А., Анисимов К.Б., Семенов Н.А., Грибов В.В., Потенциал влаги в условиях фазового перехода почвенного раствора и в течение круглого года // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 87. С. 114-127. doi: 10.19047/0136-1694-2017-87-114-127

N.A. Muromtsev, K.B. Anisimov, N.A. Semenov, V.V. Gribov Water potential in conditions of soil solution phase change and during the year, Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva, 2017, Vol. 87, pp. 114-127. doi: 10.19047/0136-1694-2017-87-114-127