

Библиографический список

1. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л. Удельное сопротивление как один из основных физико-механических показателей, влияющих на стоимость земель сельскохозяйственного назначения // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: матер. Междунар. науч. конф. / под ред. Л.И. Гераско. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – С 499-502.
2. Бахтин П.У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. – М.: Колос, 1969. – 271 с.
3. Татаринцев В.Л. Гранулометрия агропочв юга Западной Сибири и их физическое состояние: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 261 с.
4. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л. Физическое состояние агропочв колючей степи в зависимости от текстуры гранулометрического состава // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10 (48). – С. 33-38.
5. Татаринцев В.Л. Структура гранулометрического состава почвы и её физическое состояние: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 150 с.
6. Татаринцев Л.М. Физическое состояние основных пахотных почв юго-востока Западной Сибири: дис. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 1993. – 368 с.
7. Татаринцев Л.М. Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 300 с.

References

1. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L. Udelnoe soprotivlenie kak odin iz osnovnykh fiziko-mekhanicheskikh pokazateley, vliyayushchikh na stoimost zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya // Geoekologicheskie problemy pochvovedeniya i otsenki zemel: materialy Mezhdunar. nauch. konf. / pod red. L.I. Gerasko. – Tomsk: Izd-vo TGU, 2002. – S. 499-502.
2. Bakhtin P.U. Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh i tekhnologicheskikh svoystv osnovnykh tipov pochv SSSR. – M.: Kolos, 1969. – 271 s.
3. Tatarintsev V.L. Granulometriya agropochv yuga Zapadnoy Sibiri i ikh fizicheskoe sostoyanie: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 261 s.
4. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L. Fizicheskoe sostoyanie agropochv kolochnoy stepi v zavisimosti ot tekstury granulometricheskogo sostava // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 10 (48). – S. 33-38.
5. Tatarintsev V.L. Struktura granulometricheskogo sostava pochvy i ee fizicheskoe sostoyanie: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2004. – 150 s.
6. Tatarintsev L.M. Fizicheskoe sostoyanie osnovnykh pakhotnykh pochv yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri: diss. ... doktora biol. nauk. – Novosibirsk, 1993. – 368 s.
7. Tatarintsev L.M. Fizicheskoe sostoyanie pakhotnykh pochv yuga Zapadnoy Sibiri: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 300 s.



УДК 630*114:631.436:630*17:630*271(571.15)

С.В. Макарычев, Л.В. Лебедева
S.V. Makarychev, L.V. Lebedeva

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПОД ДРЕВЕСНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕНДРАРИЯ

THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON SOIL THERMOPHYSICAL CONDITION UNDER TREE ECOSYSTEMS IN THE ARBORETUM

***Ключевые слова:** серые лесные почвы, дерново-подзолистые почвы, черноземы выщелоченные, дубовые, березовые и еловые насаждения, влажность почвы, общие запасы влаги, продуктивные запасы влаги, сумма температур.*

Тепло и влага как экологические факторы играют основную роль в жизни леса. Для произрастания древесных пород оптимальным является режим, обеспечивающий необходимым количеством тепла все биологические процессы. С вла-

гой тесно связаны процессы возобновления леса, формирование древостоев и само существование древесных насаждений. Длительное произрастание интродуцированных древесных пород в условиях дендрария привело к трансформации почвенного покрова. При этом основные зональные почвы – черноземы выщелоченные и обыкновенные оказались преобразованы под дубовыми насаждениями в серую лесную почву, а еловые породы обусловили формирование дерново-подзолистой почвы. В результате гидротермический режим

изученных почв под разными древостоями приобрели свои характерные особенности. Серая лесная почва хорошо прогревалась, но испытывала дефицит как общих, так и продуктивных влагозапасов. В дерново-подзолистой почве, наоборот, наблюдались переувлажнение и минимальная сумма температур. Оптимальный режим тепла и влаги отмечался в черноземе обыкновенном под березовыми насаждениями и черноземе выщелоченном под травяным покровом (поляна).

Keywords: *gray forest soils, sod-podzolic soils, leached chernozems, oak stands, birch stands, spruce stands, soil moisture, total soil moisture storage, available moisture, accumulated temperatures.*

Heat and moisture as environmental factors play a major role in forest development. The optimal regime for tree species growth is the one which pro-

vides all biological processes with the required amount of heat. The processes of forest regeneration, stand formation and the very existence of tree plantings are closely associated with moisture. Long-term growing of introduced tree species in the arbo-retum led to the soil cover transformation. The main zonal soils – leached chernozem and ordinary chernozems under oak plantings have converted into the gray forest soil; fir-trees have determined the formation of sod-podzolic soil. As a result, the hydrothermal regime of the studied soils under different forest stands has acquired their own features. The gray forest soil was well warmed up, but it was short on both total and available moisture. On the contrary, excessive moisture and the minimum accumulated temperatures were found in the sod-podzolic soil. The optimum heat and moisture regime was found in ordinary chernozem under birch stands and in leached chernozem under grass cover (grassy clearing).

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Лебедева Людмила Васильевна, ст. преп., аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Lebedeva Lyudmila Vasilyevna, Asst. Prof., post-graduate student, Chair of Physics, Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Устойчивое развитие г. Барнаула во многом определяется экологическим состоянием прилегающей к нему территории. Проблемы охраны окружающей среды пригородной зоны зависят от экологической оптимизации природопользования в ее пределах. Особую роль при этом играют зеленые зоны, прежде всего пригородные леса, которые являются основными средообразующими природными компонентами. Они эффективно вырабатывают кислород, регулируют водный режим и качество вод, а также обеспечивают сохранение экологического равновесия в целом. На городской территории особое значение имеют лесопарковые зоны, которые обладают более высокой устойчивостью к воздействиям со стороны отдыхающих.

В условиях г. Барнаула таким природоохранным компонентом является дендрарий, расположенный в его нагорной части на землях НИИСС им. М.А. Лисавенко, в составе которого множество разнообразных древесных и кустарниковых пород, таких как береза, сосна, ель, дуб, сирень, рябина и т.д.

Температурный режим почвы играет огромную роль в жизни древесных пород в условиях дендрария. При этом основное значение имеет микроклимат приземного слоя атмосферы и почвы [1]. Здесь теплопередача осуществляется за счет молеку-

лярной теплопроводности, конвекции, теплового излучения, а также передачи тепла жидкой влагой. Для произрастания этих культур оптимальным является режим, обеспечивающий необходимым количеством тепла все биологические процессы. С влагой, как экологическим фактором, тесно связаны процессы возобновления насаждений, формирование и само существование древесных и кустарниковых пород [2]. При этом влага представлена в трех формах: осадки, водяные пары в атмосфере, почвенная влага. Наибольшее значение имеют дожди, а также снегонакопление в зимний период. Важно также, в какое время вегетации выпадают осадки. Они дают растениям не только влагу, но и пищевые компоненты из атмосферы: минеральные вещества, соли азотной кислоты, аммиака и др.

Изучение таких абиотических факторов, как температура и влажность, а также их влияние на формирование теплофизического состояния почвенных профилей различного генезиса в зависимости от произрастающих древесных экосистем в условиях дендрария в Алтайском крае до настоящего времени не проводилось. Поэтому нами были организованы экспериментальные исследования режимов тепла и влаги в почвах под дубовыми, березовыми и еловыми насаждениями на территории НИИСС им. М.А. Лисавенко.

Объекты и методы

Объектами исследований явились черноземы обыкновенные под березовыми насаждениями, серые лесные почвы под дубовыми и дерново-подзолистые почвы под еловыми посадками. **Цель** – изучение гидротермического режима почв под различными древесными породами в условиях дендрария. В этой связи решалась **задача** экспериментального измерения температуры и влажности генетических горизонтов почвы в дубовых, березовых, еловых насаждениях и под травянистым покровом (поляна). Влажность почвы измерялась **весовым методом** [3], температура – **полевым электротермометром** [4, 5] в теплое время года до глубины 1 м через каждые 10 см.

Результаты исследований

Тепловой режим почвы тесно связан с температурой ее поверхности. В течение вегетации температура поверхности почвы в лесных насаждениях вследствие затененности всегда ниже температуры открытого пространства. Вместе с тем под еловыми насаждениями эта разница больше, чем под березовыми. С глубиной отличия в температурах уменьшаются, но не исчезают. В термическом режиме лесных почв нет резких перепадов на протяжении суток. Зимой почва в лесных лиственных насаждениях промерзает позднее и на меньшую глубину [6-8]. Аналогично изменяется температура и в хвойном лесу.

Режим влажности в почвенных профилях определяется совокупностью внешних и внутренних факторов: осадками, влагоемкостью и влагопроводностью, гранулометрическим составом и другими физическими свойствами. Также на влажность почвы, ее плотность и аэрацию оказывают свое влияние лесной опад, корни древесных пород. Они разрыхляют почву, увеличивают порозность, структурируют ее.

Таким образом, основная биологическая особенность леса – непрерывное образование и поступление органики в почву, ее трансформация и последующее потребление лесными породами. Почва, оказывая влияние на лес, сама подвергается его многостороннему преобразующему воздействию.

Следует отметить, что длительное произрастание (более 70 лет) интродуцированных древесных пород на территории дендрария НИИСС им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул) привело к трансформации почвенного

покрова. Основные зональные почвы – черноземы выщелоченные и обыкновенные оказались преобразованы под дубовыми насаждениями в серую лесную почву. Еловые породы привели к образованию дерново-подзолистой почвы с ярко выраженным подзолистым горизонтом. В то же время березовые насаждения улучшили плодородие черноземов, трансформировав выщелоченные черноземы в обыкновенные.

Нами были исследованы гидротермические режимы, формирующиеся в профиле серой лесной почвы под дубовыми насаждениями (дуб черешчатый летний), дерново-подзолистой почвы под ельником (ель Энгельмана), а также чернозема обыкновенного под березовыми насаждениями (береза тополелистная). Кроме того, было выявлено влияние температуры и влажности почвы на теплофизические показатели их гумусово-аккумулятивного горизонта, такие как теплопроводность и тепловой поток.

Целостная картина особенностей влагосодержания в почвах разного генезиса под древесным покровом в теплое время 2016 г. представлена в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что для гумусово-аккумулятивного горизонта влагосодержание в серой лесной почвы под дубовыми насаждениями в течение вегетации довольно низкое. С конца июня по сентябрь общие влагозапасы здесь варьируют от 66 мм в мае до 21 мм в октябре. В метровом почвенном слое они составляют, соответственно, 155,5 и 61,2 мм соответственно. Продуктивные запасы влаги в горизонте A_1 в течение вегетации снижаются от 46,9 до 1,9 мм. В то же время в профиле серой лесной почвы они уменьшаются от 89,2 в мае до 36,7 к концу июля. А с августа по октябрь в слое 0-100 см в почве наблюдается дефицит почвенной влаги. Уже 3 сентября он составляет 5 мм. Максимальный дефицит продуктивной влаги наблюдается в переходном горизонте A_2B и иллювиальном B уже с июня 2016 г. (табл. 1). Такое состояние увлажнения почвенного профиля требует определенных оросительных мероприятий.

Иная картина складывается в черноземе обыкновенном под березовыми насаждениями, где общие и продуктивные влагозапасы остаются весьма значительными в течение всего вегетационного периода.

Общие (числитель) и продуктивные (знаменатель) запасы влаги (мм) в генетических горизонтах почвы за вегетационный период 2016 г.

Горизонт	Глубина, см	Сроки наблюдений							
		14.05	28.05	11.06	25.06	23.07	20.08	03.09	24.09
Дубовые насаждения									
A ₁	0-26	<u>65,7</u> 46,9	<u>69,4</u> 50,6	<u>43,4</u> 24,6	<u>73,0</u> 54,2	<u>79,1</u> 60,3	<u>30,0</u> 11,2	<u>32,3</u> 13,5	<u>20,7</u> 1,9
A ₁ A ₂	26-35	<u>16,2</u> 10,1	<u>12,8</u> 6,7	<u>8,2</u> 2,2	<u>8,6</u> 2,5	<u>5,4</u> -0,7	<u>5,1</u> -1,0	<u>5,3</u> -0,8	He опр.
A ₂ B	35-53	<u>15,8</u> 8,2	<u>13,0</u> 5,5	<u>7,0</u> -0,6	<u>6,0</u> -1,6	<u>6,5</u> -1,1	<u>5,1</u> -2,5	<u>5,2</u> -2,2	He опр.
B	53-97	<u>41,7</u> 18,0	<u>40,8</u> 17,1	<u>31,5</u> 7,8	<u>15,2</u> -8,5	<u>7,7</u> -16,0	<u>11,0</u> -12,7	<u>12,2</u> -11,5	He опр.
BC	>97	<u>16,1</u> 6,0	<u>18,2</u> 8,0	<u>18,2</u> 8,0	<u>7,4</u> -2,8	<u>4,4</u> -5,8	<u>6,6</u> -3,6	<u>6,2</u> -4,0	He опр.
Сумма	0-100	<u>155,5</u> 89,2	<u>154,2</u> 87,9	<u>108,4</u> 42,0	<u>110,2</u> 43,8	<u>103,1</u> 36,7	<u>57,8</u> -8,6	<u>61,2</u> -5,0	He опр.
Березовые насаждения									
A	0-29	<u>113,7</u> 90,9	<u>81,9</u> 59,1	<u>62,1</u> 30,3	<u>97,7</u> 74,9	<u>106,6</u> 83,8	<u>65,3</u> 42,5	<u>62,9</u> 40,1	<u>55,5</u> 32,7
ABк	29-56	<u>56,1</u> 41,1	<u>49,5</u> 34,5	<u>43,6</u> 28,6	<u>45,6</u> 30,6	<u>49,5</u> 34,5	<u>47,0</u> 32,0	<u>41,7</u> 26,7	<u>40,0</u> 25,0
Bк	56-100	<u>84,0</u> 58,5	<u>77,2</u> 51,7	<u>74,6</u> 49,1	<u>70,6</u> 45,1	<u>70,0</u> 44,5	<u>63,1</u> 37,6	<u>60,1</u> 34,6	<u>56,8</u> 31,3
Сумма	0-100	<u>253,8</u> 190,5	<u>208,6</u> 145,3	<u>180,3</u> 88,4	<u>213,9</u> 150,6	<u>226,1</u> 162,8	<u>175,4</u> 112,1	<u>164,7</u> 101,4	<u>152,3</u> 89,0
Еловые насаждения									
A ₁	0-10	<u>42,3</u> 39,8	<u>21,1</u> 18,6	<u>13,6</u> 11,1	<u>44,4</u> 41,9	<u>49,1</u> 46,6	<u>22,6</u> 20,1	<u>33,8</u> 31,3	<u>15,7</u> 13,2
A ₁ A ₂	10-25	<u>28,1</u> 26,5	<u>19,7</u> 18,1	<u>16,2</u> 14,6	<u>29,2</u> 27,6	<u>30,2</u> 28,6	<u>18,8</u> 17,2	<u>15,6</u> 14,0	<u>13,4</u> 11,8
A ₂	25-44	<u>30,0</u> 28,7	<u>19,1</u> 17,8	<u>14,4</u> 13,1	<u>14,1</u> 12,8	<u>13,2</u> 11,9	<u>15,8</u> 14,5	<u>14,6</u> 13,3	<u>12,3</u> 11,0
B	44-87	<u>50,2</u> 46,2	<u>39,7</u> 35,7	<u>38,5</u> 34,5	<u>37,0</u> 33,0	<u>48,2</u> 44,2	<u>40,6</u> 36,6	<u>41,5</u> 37,5	<u>33,6</u> 29,6
C	>87	<u>18,3</u> 17,2	<u>12,6</u> 11,5	<u>9,0</u> 7,9	<u>8,8</u> 7,7	<u>14,1</u> 13,0	<u>13,4</u> 12,3	<u>11,1</u> 10,0	<u>9,6</u> 8,5
Сумма	0-100	<u>168,9</u> 158,4	<u>112,2</u> 101,7	<u>91,7</u> 81,2	<u>133,5</u> 123,0	<u>154,8</u> 144,6	<u>111,2</u> 100,7	<u>116,6</u> 106,1	<u>84,6</u> 74,1
Травянистая залежь (поляна)									
A	0-34	<u>130,8</u> 83,0	<u>75,3</u> 27,5	<u>79,3</u> 31,5	<u>113,9</u> 66,1	<u>144,3</u> 96,5	<u>118,5</u> 70,7	<u>126,4</u> 78,6	<u>121,1</u> 73,3
ABк	34-62	<u>31,2</u> 18,0	<u>25,5</u> 12,3	<u>26,6</u> 13,4	<u>25,2</u> 12,0	<u>33,3</u> 20,1	<u>27,6</u> 14,4	<u>29,7</u> 16,5	<u>27,2</u> 14,0
Bк	62-108	<u>84,2</u> 54,0	<u>80,5</u> 50,3	<u>72,3</u> 42,6	<u>72,8</u> 42,6	<u>81,1</u> 50,9	<u>86,8</u> 56,6	<u>86,2</u> 56,0	<u>75,0</u> 44,8
Сумма	0-100	<u>246,2</u> 155,0	<u>181,3</u> 90,1	<u>178,2</u> 87,0	<u>211,9</u> 120,7	<u>258,7</u> 167,5	<u>232,9</u> 141,7	<u>242,3</u> 151,1	<u>223,3</u> 132,1

В дерново-подзолистой супесчаной почве под ельником влагосодержание как в гумусово-аккумулятивном горизонте, так и в целом по профилю вполне достаточно для произрастания еловых пород с учетом ее легкого гранулометрического состава, хотя оно также снижается за период с мая по сентябрь, несмотря на выпадающие летние дожди.

Черноземы выщелоченные под травянистым покровом также не испытывают недостатка в почвенной влаге. Здесь влагосодержание максимально по сравнению с ра-

нее представленными почвенными разностями.

В таблице 2 показаны средняя влажность верхнего (20 см) слоя почв разного генезиса и разность температур на их поверхности и на глубине 20 см.

Данные этой таблицы показывают, что максимальная средняя влажность верхнего 20-сантиметрового слоя имеет место в черноземе выщелоченном под травянистым покровом. Довольно высокие значения влажности отмечаются также в черноземе обыкновенном и в дерново-подзолистой почве под березовыми и еловыми

насаждениями. Это наблюдалось в течение всего вегетационного периода. В серой лесной почве под дубами она, как следует из таблицы 2, гораздо меньше.

Разность температур на поверхности почвы и на глубине 20 см наиболее значительна под травянистым покровом. В июне она достигает 8,6⁰С. Под другими ценозами она ниже и довольно близка по величине. Эти данные позволили определить теплопроводность верхнего слоя почв и тепловые потоки в определенные моменты времени (табл. 3).

Анализируя данные таблицы 3, можно заключить, что наибольшая теплопроводность характерна для верхнего влагонасыщенного гумусово-аккумулятивного горизонта черноземов выщелоченных под травянистым покровом. Так, в июне-июле 2016 г. она близка к 2 Вт/м К. Минимальная теплопроводность имела место в еловых насаждениях и уменьшалась к сентябрю до 0,48 Вт/м К. В серой лесной уплотненной почве, несмотря на малое увлажнение, она

достигала значений 1,34 Вт/м К в июле, а в конце сентября оказалась равной 0,74 В/м К.

Полученные значения теплопроводности и разности температур позволили определить тепловые потоки в верхнем 20-сантиметровом слое почвы (табл. 3). Оказалось, что максимальные потоки тепла в течение всего вегетационного периода отмечались в черноземе под травянистым покровом, как следствие относительно высокой разности температур и значительной теплопроводности. На других вариантах были меньше, особенно под еловыми насаждениями. В результате почвенные профили прогревались по-разному. На поляне, открытой солнечной инсоляции этот процесс проходил интенсивнее, а под плотным еловым покровом гораздо слабее. К примеру почвенный теплоток в мае под травянистым покровом составлял 53,2 Вт/м К, а под елями – всего 9,3 Вт/м К. В сентябре в последнем случае оказались равными лишь 0,5 В/м К.

Таблица 2

Средняя влажность слоя почвы 0-20 см (% от веса почвы – числитель) и разность температур на поверхности почвы и на глубине 20 см (знаменатель), 2016 г.

Сроки наблюдений							
14.05	28.05	11.06	25.06	23.07	20.08	03.09	24.09
Дубовые насаждения							
16,2	18,4	11,0	20,2	22,8	7,8	8,6	5,4
3,6	1,3	2,8	1,4	1,8	1,2	1,1	0,8
Березовые насаждения							
32,8	23,4	16,0	28,8	31,1	17,3	17,2	15,3
3,6	2,3	2,1	1,5	1,9	0,3	0,2	0,3
Еловые насаждения							
27,8	14,5	10,5	28,8	31,3	15,4	19,9	11,0
4,1	2,5	2,3	1,1	1,5	0,4	0,2	0,2
Травянистая залежь (поляна)							
28,1	13,1	14,7	24,6	31,6	24,4	27,3	26,6
5,2	3,4	8,6	3,0	1,3	1,3	0,3	0,5

Таблица 3

Теплопроводность, Вт/(м К) (числитель) и тепловой поток, Вт/с (знаменатель) в слое почвы 0-20 см, 2016 г.

Сроки наблюдений							
14.05	28.05	11.06	25.06	23.07	20.08	03.09	24.09
Дубовые насаждения							
1,12	1,18	0,90	1,26	1,34	0,78	0,81	0,74
20,2	7,7	12,6	8,8	12,1	4,7	4,5	3,6
Березовые насаждения							
1,34	1,22	1,12	1,26	1,30	1,17	1,17	1,03
24,1	14,0	11,8	9,5	12,4	1,8	1,2	1,0
Еловые насаждения							
0,85	0,62	0,46	0,83	0,86	0,64	0,76	0,48
9,3	7,8	5,3	4,6	6,5	1,3	0,8	0,5
Травянистая залежь (поляна)							
1,90	1,10	1,16	1,81	2,04	1,80	1,86	1,83
53,2	38,3	49,9	27,2	13,3	11,7	4,8	4,6

Заключение

Проведенные нами исследования показали, что гидротермический режим в почвенном профиле, прежде всего, определялся характером лесных пород. Так, в серой лесной почве, сформированной под дубовыми насаждениями, наблюдался дефицит почвенной влаги, особенно в нижних горизонтах. Общие влагозапасы в метровом слое почвы здесь составили только 155,5 мм, а продуктивные к концу вегетации оказались отрицательными. Поэтому для сохранения дубового подроста необходимы оросительные мелиорации. Оптимальный режим почвенной влажности складывался в березовой роще, а переувлажнение имело место в дерново-подзолистой почве под ельником.

В свою очередь максимальная теплопроводность характерна для гумусово-аккумулятивного горизонта чернозема под травяным покровом, а минимальная под ельником. Аналогичные результаты получены и по тепловым потокам.

Библиографический список

1. Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. – М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1960. – 162 с.
2. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Физические основы экологии: учебное пособие. – Владимир: Изд-во Вл. НИИСХ, 2000. – 244 с.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 399 с.
4. Мазиров М.А., Макарычев С.В. Теплофизическая характеристика почвенного покрова Алтая и западного Тянь-Шаня. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2002. – 447 с.
5. Мазиров М.А., Макарычев С.В. Теплофизика почв: антропогенный фактор. – Суздаль: Изд-во Вл. НИИСХ, 1997. – Т. 2. – 186 с.
6. Макарычев С.В., Иванов А.Н., Трофимов И.Т. Теплофизические особенности серой лесной почвы Бие-Чумышской возвышенности // Почвенно-аграрные проблемы Западной Сибири. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2000. – С. 63-65.

7. Макарычев С.В., Пастухов В.И. Сезонная динамика запасов тепла в дерново-подзолистых почвах ленточных боров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (102). – С. 24-28.

8. Макарычев С.В., Пастухов В.И. Сезонные особенности формирования запасов влаги в дерново-подзолистых почвах ленточных боров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (103). – С. 79-82.

References

1. Geyger R. Klimat prizemnogo sloya vozdukh. – M.: Izd-vo inostrannoy literatury, 1960. – 162 s.
2. Makarychev S.V., Mazirov M.A. Fizicheskie osnovy ekologii: uchebnoe posobie. – Vladimir: Izd-vo Vl. NIISKH, 2000. – 244 s.
3. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv i gruntov. – M.: Vysshaya shkola, 1973. – 399 s.
4. Mazirov M.A., Makarychev S.V. Teplofizicheskaya kharakteristika pochvennogo pokrova Altaya i zapadnogo Tyan-Shanya. – Vladimir: Izd-vo VIGU, 2002. – 447 s.
5. Mazirov M.A., Makarychev S.V. Teplofizika pochv: antropogennyy faktor. Tom 2. – Suzdal: Izd-vo Vl. NIISKH, 1997. – 186 s.
6. Makarychev S.V., Ivanov A.N., Trofimov I.T. Teplofizicheskie osobennosti seroy lesnoy pochvy Bie-Chumyshskoy vozvyshennosti // Pochvenno-agronomicheskie problemy Zapadnoy Sibiri. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2000. – S. 63-65.
7. Makarychev S.V., Pastukhov V.I. Sezonnaya dinamika zapasov tepla v dornovo-podzolistykh pochvakh lentochnykh borov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 4 (102). – S. 24-28.
8. Makarychev S.V., Pastukhov V.I. Sezonnye osobennosti formirovaniya zapasov vlagi v dornovo-podzolistykh pochvakh lentochnykh borov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 5 (103). – S. 79-82.

