

г. Улан-Удэ. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – 128 с.

2. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1115-1164.

3. Калманова В.Б. Экологический каркас урбанизированных территорий (на примере города Биробиджана) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 2 (2). – С. 385-388.

4. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

5. Исаченко Г.А., Резников А.И. Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие // Биосфера. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 231-249.

6. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с.

7. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Ростов н/Д.: Изд-во Южного федерального университета, 2013. – 380 с.

#### References

1. Ubugunov V.L., Kashin V.K. Tyazhelye metally v sadovo-ogorodnykh pochvakh i rasteniyakh

g. Ulan-Ude. – Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2004. – 128 s.

2. Prokofeva T.V., Gerasimova M.I., Bezuglova O.S., Bakhmatova K.A., Goleva A.A., Gorbov S.N., Zharikova Ye.A., Matinyan N.N., Nakvasina Ye.N., Sivtseva N.Ye. Vvedenie pochv i pochvopodobnykh obrazovaniy gorodskikh territoriy v klassifikatsiyu pochv Rossii // Pochvovedenie. – 2014. – No. 10. – S. 1115-1164.

3. Kalmanova V.B. Ekologicheskiy karkas urbanizirovannykh territoriy (na primere goroda Birobidzhana) // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2016. – T. 18, No. 2 (2). – S. 385-388.

4. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – M.: Nauka, 1975. – 656 s.

5. Isachenko G.A., Reznikov A.I. Landshafty Sankt-Peterburga: evolyutsiya, dinamika, raznoobrazie // Biosfera. – 2014. – T. 6, No. 3. – S. 231-249.

6. Grigor'ev N.A. Raspredelenie khimicheskikh elementov v verkhney chasti kontinentalnoy kory. – Yekaterinburg: UrO RAN. 2009. – 383 s.

7. Alekseenko V.A., Alekseenko A.V. Khimicheskie elementy v geokhimicheskikh sistemakh. Klarki pochv selitebnykh landshaftov. – Rostov n/D.: Izd-vo Yuzhnogo federalnogo universiteta, 2013. – 380 s.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00086-А).*



УДК 630.181

Ю.В. Беховых  
Yu.V. Bekhovyykh

## ВЛИЯНИЕ ХВОЙНОГО ПОЛЕЗАЩИТНОГО ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА РЕЖИМ ТЕПЛА И ВЛАГИ ПОЧВЫ ПРИЛЕГАЮЩЕГО АГРОФОНА

### THE INFLUENCE OF CONIFEROUS SHELTER-BELT ON SOIL HEAT AND MOISTURE REGIMES OF ADJACENT AGRICULTURAL BACKGROUND

**Ключевые слова:** чернозём южный, гидротермический режим почвы, температура почвы, влажность почвы, полезащитные лесонасаждения.

Рассматривается влияние хвойного полезащитного лесонасаждения (лесополосы) на гидротермический режим почвы прилегающего агрофона в летнее время. Объектом исследования являлся чернозём южный При-

обского плато. В задачи исследования входило изучение особенностей гидротермического режима и потоков тепла в почве агрофона пшеницы на различном удалении от хвойного полезащитного насаждения лиственницы сибирской. Исследовались гидротермический режим и потоки тепла в почве непосредственно на территории лесонасаждения. Было выявлено, что в летнее время суммарное количество поступающей в почву энергии на аг-

рофоне вне зоны влияния лесополосы за сутки было больше, чем в зоне непосредственной близости к лесополосе. В летнее время прогревание почвенного профиля на агрофоне пшеницы происходит интенсивнее, чем под деревьями лесополосы. За счёт затенения и теплоизолирующего воздействия лесной подстилки летом под деревьями суточный теплопоток, проникающий в почву, значительно меньше, чем на агрофоне пшеницы в зоне и вне зоны влияния лесополосы. В начале августа увлажнение почвенных слоёв в зоне и вне зоны влияния хвойного защитного лесонасаждения было практически одинаковым. Увлажнение поверхностного слоя в хвойном лесонасаждении лиственницы было заметно ниже, чем на агрофоне пшеницы. Увлажнение в остальных почвенных слоях под лесонасаждением и на агрофоне было практически одинаковым.

**Keywords:** *southern chernozem, soil hydrothermal regime, soil temperature, soil moisture, shelter-belt forest plantations.*

The paper deals with the impact of coniferous shelter-belt forest plantation (windbreak) on soil hydrothermal regime of

the adjacent agricultural background in summer. The research target was the southern chernozem of the Priobskoye Plateau. The research objectives included studying the features of the hydrothermal regime and heat fluxes in the soil of the agricultural background of wheat at different distances from the coniferous shelter-belt of Siberian larch (*Larix sibirica*). The hydrothermal regime and heat flows in the soil directly in the windbreak were also studied. It was found that in the summer the daily total amount of energy entering the soil in the agricultural background out of the influence of the windbreak was greater than that in the area close to the windbreak. In summer, the heating of the soil profile in wheat background is more intense than under the trees of the windbreak. In summer, due to shading and heat-insulating effect of forest litter under the trees, the heat flow penetrating the soil was much less than in the agricultural background of wheat. In early August, the soil moisture under and outside the effect of coniferous shelter-belt was almost the same. The moisture content of the surface layer in Siberian larch windbreak was noticeably lower than in the agricultural background of wheat. The moisture content in the remaining soil layers under the windbreak and in the agricultural background was almost the same.

**Беховых Юрий Владимирович**, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-31-10. E-mail: Phys\_asau@rambler.ru.

**Bekhovych Yuriy Vladimirovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Physics, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-31-10. E-mail: Phys\_asau@rambler.ru.

### Введение

Полезащитные лесные насаждения, реализованные на территории России в виде лесополос, оказывают заметное влияние на физические свойства почв и их гидротермический режим [1, 2]. За счёт воздействия древесных пород и травянистой растительности изменяются влажность и температура воздуха [3, 4] и почвы [1, 2, 5-7] в лесополосе и в межполосном пространстве. Изменяется скорость ветра как в самой лесополосе, так и на прилегающих полях [8]. За счёт гашения скорости ветрового потока уменьшается физическое испарение с поверхности почвы [4]. В зимний период в зоне действия полеззащитного лесонасаждения происходит накопление снега [8, 9], что способствует увеличению почвенного влагозапаса и уменьшению глубины промерзания почвы [2].

Температура и влажность почвы являются одними из определяющих факторов, влияющих на деятельность микрофлоры, протекание обменных процессов, скорость и направленность почвенного генезиса [10], а также на рост и развитие растений [11].

Большинство территории Алтайского края, на которой ведётся растениеводство, относится к зонам рискованного земледелия с точки зрения тепло- и влагообеспеченности [12]. Поэтому изу-

чение режима тепла и влаги на этих земельных ресурсах с целью его оптимизации является одной из актуальных проблем, решение которой, несомненно, будет способствовать успешному развитию сельскохозяйственного производства.

**Целью** работы было исследование влияния хвойного полеззащитного лесонасаждения на гидротермический режим почвы прилегающего агрофона в летнее время.

### Объект и методы

**Объектом** изучения был чернозём южный Приобского плато.

В ходе исследований решались следующие **задачи**:

- изучить особенности температурных условий почвы агрофона на различном удалении от хвойной лесополосы в зоне и вне зоны её влияния;
- определить теплопотоки в пахотном слое почвы агрофона в разное время суток на различном удалении от хвойной лесополосы в зоне и вне зоны её влияния;
- изучить увлажнение почвы агрофона в зоне и вне зоны влияния хвойной лесополосы.
- изучить температурные условия, теплопотоки и увлажнение почвы непосредственно в полеззащитном лесонасаждении лиственницы сибирской.

Исследования проводились в Волчихинском районе на агрофоне пшеницы. Точки для измерения температуры, влажности и теплоточков располагались на различном расстоянии от участка лесопосадки лиственницы сибирской в лесополосе Рубцовск-Славгород (квартал № 155). Одна точка находилась в непосредственной близости от лесополосы в зоне её влияния (около 4-5 м от лесополосы). Вторая точка была расположена практически на середине межполосного поля и находилась вне зоны влияния лесополосы на расстоянии около 9-10 м (средней высоты деревьев лесополосы). Определение параметров гидротермического режима и теплоточков проводились также в лесонасаждении непосредственно под деревьями лиственницы сибирской. Измерения температуры почвы осуществлялись электронным термометром [13]. Глубина для измере-

ния температур и теплоточков была выбрана в соответствии с рекомендациями по определению составляющих теплового баланса в почве [14]. Влажность почвенных образцов устанавливали термостатно-весовым методом [15].

**Экспериментальная часть  
и обсуждение результатов**

Суточные измерения температур почвы и определение её влажности были организованы в начале августа до сбора урожая на агрофоне пшеницы. Изучение температурного режима чернозёма южного было проведено на глубинах 0, 5, 10, 15, 20 см с интервалом 5 см. Определены значения температур на глубинах 50 и 100 см. Результаты измерений представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

**Результаты суточных наблюдений за температурой (°С) и влажностью чернозёма южного Приобского плато (начало августа)**

Глубина, см	16:00	19:00	1:00	7:00	10:00	13:00	16:00	Сумма	Влажность, %
Лиственница сибирская, лесополоса									
0	15,4	13,9	13,1	13,1	13,9	17,7	21,1	108,2	11,73
5	15,5	14,9	14,1	13,7	14,1	15,6	18,1	106,0	
10	15,4	15,2	14,5	14,0	13,5	14,8	15,9	103,3	9,86
15	15,5	15,4	14,8	14,3	14,6	14,6	15,2	104,4	
20	15,3	15,1	15,3	14,8	14,5	14,5	14,8	104,3	9,51
Сумма 0-20	77,1	74,5	71,8	69,9	70,6	77,2	85,1	526,2	
50	14,8	14,7	14,6	14,5	14,4	14,4	14,5	101,9	9,28
100	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	12,7	12,6	88,9	7,24
Сумма 0-100	104,7	102,0	99,1	97,1	97,6	104,3	112,2	717,0	
Пшеница в зоне влияния лесополосы									
0	16,7	15,2	12,5	12,3	13,6	21,3	22,6	114,2	17,65
5	18,0	16,9	14,5	19,3	14,4	18,3	21,6	123,0	
10	17,8	17,5	15,7	14,3	14,6	16,3	19,4	115,6	10,02
15	17,3	17,3	15,2	14,8	14,8	15,4	17,4	112,2	
20	14,2	14,3	13,7	12,6	12,3	12,4	13,6	93,1	10,56
Сумма 0-20	84	81,2	71,6	73,3	69,7	83,7	94,6	558,1	
50	17,0	17,0	16,8	16,7	16,6	16,5	16,4	117,0	10,01
100	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	108,8	8,37
Сумма 0-100	116,6	113,8	104	105,5	101,8	115,7	126,5	783,9	
Пшеница вне зоны влияния лесополосы									
0	16,2	14,3	13,0	12,6	13,9	22,9	22,6	115,5	16,42
5	17,2	16,2	14,5	13,5	14,6	18,3	20,4	114,7	
10	17,0	16,6	15,4	14,4	14,7	16,1	18,4	112,6	10,16
15	17,4	17,4	16,4	15,4	15,3	15,8	17,4	115,1	
20	17,3	17,3	16,9	15,9	15,6	15,7	16,7	115,4	10,50
Сумма 0-20	85,1	81,8	76,2	71,8	74,1	88,8	95,5	573,3	
50	17,6	17,5	17,3	17,2	17,0	16,9	16,9	120,4	10,77
100	15,4	15,7	15,6	15,6	15,6	15,3	15,6	108,8	9,62
Сумма 0-100	118,1	115,0	109,1	104,6	106,7	121,0	128,0	802,5	

Из данных таблицы 1 следует, что в пахотном слое 0-20 см на агрофоне пшеницы в зоне влияния лесополосы и вне зоны в течение суток устанавливались довольно близкие значения температур соответствующих слоёв почвенного профиля. Однако по сумме температур в почвенном слое 0-20 см (табл. 1) наглядно видно, что пахотный слой почвы вне зоны влияния лесополосы прогревался более сильно, чем на участке в зоне влияния лесополосы. Суммарная суточная температура пахотного слоя вне зоны влияния лесополосы оказалась почти на 15°C больше, чем в зоне её влияния. Данный факт подтверждается более высокими значениями суточных теплоточков в пахотном слое 0-20 см агрофона вне зоны влияния лесополосы (табл. 2).

Сумма температур в слое 0-100 см (табл. 1) показывает, что весь почвенный профиль агрофона пшеницы до этой глубины вне зоны влияния лесополосы прогревается интенсивнее. Это может свидетельствовать о том, что общее количество поступающей в почву энергии на агрофоне вне зоны влияния лесополосы за сутки было больше, чем в зоне непосредственной близости к лесополосе за счёт её затеняющего действия и изменения температуры приземного воздуха, происходящей при изменении скорости ветра лесополосой [4].

В полезащитном лесонасаждении лиственницы сибирской в начале августа пахотный слой 0-20 см и почвенный профиль до глубины 100 см ожидаемо прогревались менее интенсивно, чем на агрофоне пшеницы. Это также нагляднее всего видно по сумме суточных температур (табл. 1) и по численным значениям суточных теплоточков (табл. 2). Суточный почвенный теплоточок в пахотном слое 0-20 см на агрофоне пшеницы в зоне влияния лесополосы оказался на 17%, а вне зоны – почти на 33% выше, чем в лесонасаждении лиственницы сибирской. Сумма суточных температур пахотного слоя 0-20 см в лесонасаждении

оказалась на 31°C ниже, чем на участке агрофона в зоне его влияния, и почти на 47°C вне этой зоны.

На глубинах 50 и 100 см на агрофоне пшеницы зарегистрированы температуры, превышающие на 2-3°C температуру под лесонасаждениями (табл. 1). Это также свидетельствует о том, что в летнее время прогревание почвенного профиля на агрофоне пшеницы происходит значительно лучше, чем под деревьями. В результате поглощения большего количества солнечного тепла древесной растительностью лесонасаждений по сравнению со злаковой агрофона и теплоизолирующего воздействия лесной подстилки, меньший теплоточок проникал в почву под деревьями в дневное время (табл. 2).

В ночные часы температура поверхности почвы на агрофоне пшеницы уменьшается быстрее, чем под лесонасаждениями. Как следствие, пахотный слой почвы на агрофоне отдаёт больше тепловой энергии (табл. 2), чем почва под древесными породами. Это также является следствием теплоизолирующего эффекта воздействия лесной подстилки. Однако за счёт того, что на агрофоне в дневное время почвенные слои прогреваются более интенсивно, а ночью прогретые нижележащие слои почвы поддерживают температуру вышележащих слоёв, абсолютные значения ночных температур здесь, за исключением поверхностного слоя, были более высокими, чем в лесонасаждении под деревьями лиственницы.

Наблюдения за влажностью проводились на глубинах 0-5; 10-15; 20-25; 50-55; 100-105 см в те же дни, что и наблюдения за температурой (табл. 1). Наиболее увлажнённым, благодаря выпавшим накануне небольшим осадкам, на всех точках наблюдения оказался поверхностный слой 0-5 см. Заметных отличий во влажности почвы агрофона в зоне влияния лесополосы и вне зоны её влияния не было обнаружено.

Таблица 2

**Теплоточки в слое 0-20 см чернозёма южного Приобского плато (начало августа) на разных участках наблюдения**

Интервал времени, ч-ч	13:16	16:19	19:1	1:7	7:10	10:3	Сутки
Лиственница сибирская, лесополоса							
Теплоточок, Вт/м <sup>2</sup>	-12,8	-9,4	-5,1	5,4	35,6	48,0	61,8
Пшеница в зоне влияния лесополосы							
Теплоточок, Вт/м <sup>2</sup>	-18,6	-28,6	21,8	-50,6	79,6	70,8	74,4
Пшеница вне зоны влияния лесополосы							
Теплоточок, Вт/м <sup>2</sup>	-19,0	-17,7	-11,9	17,3	78,0	45,2	91,9

Из-за защитного воздействия деревьев и лесной подстилки увлажнение поверхностного слоя в лесонасаждении лиственницы сибирской было ниже, чем на агрофоне пшеницы. Увлажнение в остальных почвенных слоях под хвойным лесонасаждением в начале августа было незначительно ниже, чем на агрофоне пшеницы.

### Выводы

1. Почвенный профиль агрофона пшеницы в начале августа вне зоны влияния лесополосы прогревается интенсивнее, чем в зоне её влияния.

2. В летнее время суммарное количество поступающей в почву энергии на агрофоне вне зоны влияния лесополосы за сутки было больше, чем в зоне непосредственной близости к лесополосе.

3. В летнее время прогревание почвенного профиля на агрофоне пшеницы происходит интенсивнее, чем под деревьями.

4. Летом за счёт затенения и теплоизолирующего воздействия лесной подстилки под деревьями численное значение суточного теплопотока, проникающего в почву, значительно меньше, чем на агрофоне пшеницы в зоне и вне зоны влияния лесополосы.

5. В начале августа увлажнение почвенных слоёв в зоне и вне зоны влияния хвойного защитного лесонасаждения было практически одинаковым.

6. Из-за защитного воздействия деревьев и лесной подстилки увлажнение поверхностного слоя в лесонасаждениях было заметно ниже. Увлажнение в остальных почвенных слоях под лесонасаждением и на агрофоне было практически одинаковым.

### Библиографический список

1. Трофимов И.Т., Беховых Ю.В., Болотов А.Г., Сизов Е.Г. Физические свойства черноземов под хвойными лесополосами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 9. – С. 23-27.

2. Макарычев С.В., Шишкин А.В., Федотов И.А. Влияние сажозащитных лесополос на снегонакопление и температурный режим почвы в насаждениях облепихи // Вестник Алтайского государ-

ственного аграрного университета. – 2007. – № 12 (38). – С. 17-20.

3. Лобанов А.И. Влияние полезащитных лесных полос на температуру воздуха // Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития: материалы Международной научно-практической конференции. – Вологда, 2018. – Ч. 1. – С. 111-113.

4. Бурнацкий Д.П. Влияние лесных полос на климат приземного слоя воздуха, почву и урожай сельскохозяйственных растений // Вопросы травопольной системы земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 1. – С. 24-57.

5. Балакай Н.И. Роль защитных лесных насаждений в формировании микроклимата и водно-физических свойств почвы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 4 (64). – С. 182-187.

6. Каргин В.И., Чегодаева Н.Д., Каргин И.Ф. Влияние полезащитных лесных полос на водный режим выщелоченного чернозема // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1179-1187.

7. Вольнов В.В., Сухарьков Е.А., Бойко А.В. Влияние лесных полос на увлажнение почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 3 (23). – С. 41-44.

8. Иващенко Н.Н. Влияние лесных полос различных конструкций на ветровой поток и снегораспределение // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 16-19.

9. Узолин А.И., Кулик А.В. Эффективность защитных лесных полос в формировании и перераспределении снежного покрова на водосборах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 100-106.

10. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия. – М.: Колос, 1971. – 392 с.

11. Физические условия почвы и растение: пер. с англ. Е.А. Яриловой / под ред. и с предисл. проф. И.Н. Антипова-Каратаева и проф. А.А. Ничипоровича. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – 568 с.

12. Усенко В.И. Алтайский край действительно является зоной рискованного земледелия //

Официальный сайт органов власти Алтайского края. – Режим доступа: URL:<http://www.altairregion22.ru/ex/8531/91434/> (дата обращения: 14.03.2019).

13. Болотов А.Г., Макарычев С.В., Беховых Ю.В., Сизов Е.Г. Электронный измеритель температуры почвы // Проблемы природопользования на Алтае: сб. науч. тр. – Барнаул: ООО «Принт-Инфо», 2001. – С. 55-57.

14. Руководство по градиентным наблюдениям и определению составляющих теплового баланса. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 120 с.

15. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

### References

1. Trofimov I.T., Bekhovykh Yu.V., Bolotov A.G., Sizov Ye.G. Fizicheskie svoystva chernozemov pod khvoynymi lesopolosami // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 9. – S. 23-27.

2. Makarychev S.V., Shishkin A.V., Fedotov I.A. Vliyanie sadozashchitnykh lesopolos na snegonakoplenie i temperaturnyy rezhim pochvy v nasa-zhdeniyakh oblepikhi // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – No. 12 (38). – S. 17-20.

3. Lobanov A.I. Vliyanie polezashchitnykh lesnykh polos na temperaturu vozdukhа // Nauka segodnya: globalnye vyzovy i mekhanizmy razvitiya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Vologda, 2018. – Ch. 1. – S. 111-113.

4. Burnatskiy D.P. Vliyanie lesnykh polos na klimat prizemnogo sloya vozdukhа, pochvu i urozhay selskokhozyaystvennykh rasteniy // Voprosy travopolnoy sistemy zemledeliya. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1952. – T. 1. – S. 24-57.

5. Balakay N.I. Rol zashchitnykh lesnykh nasa-zhdeniy v formirovanii mikroklimata i vodno-fizicheskikh svoystv pochvy // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. – 2016. – No. 4 (64). – S. 182-187.

6. Kargin V.I., Chegodaeva N.D., Kargin I.F. Vliyanie polezashchitnykh lesnykh polos na vodnyy rezhim vyshchelochnogo chernozema // Pochvovedenie. – 2004. – No. 10. – S. 1179-1187.

7. Volnov V.V., Sukharkov Ye.A., Boyko A.V. Vliyanie lesnykh polos na uvlazhnenie pochvy i produktivnost selskokhozyaystvennykh kultur // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2006. – No. 3 (23). – S. 41-44.

8. Ivashchenko N.N. Vliyanie lesnykh polos razlichnykh konstruksiy na vetrovoy potok i snegoraspredelenie // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 3 (41). – S. 16-19.

9. Uzzolin A.I., Kulik A.V. Effektivnost zashchitnykh lesnykh polos v formirovanii i pereraspredelenii snezhnogo pokrova na vodosborakh // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2018. – No. 2 (50). – S. 100-106.

10. Maltsev T.S. Voprosy zemledeliya. – M.: Kolos, 1971. – 392 s.

11. Fizicheskie usloviya pochvy i rastenie / per. s angl. Ye.A. Yarovoy; pod red. i s predisl. prof. I.N. Antipova-Karataeva i prof. A.A. Nichiporovicha. – M.: Izd-vo inostr. lit., 1955. – 568 s.

12. Usenko V.I. Altayskiy kray deystvitelno yavlyaetsya zonoy riskovannogo zemledeliya [elektronnyy resurs] // Ofitsialnyy sayt organov vlasti Altayskogo kraya. – URL: <http://www.altairregion22.ru/ex/8531/91434/> (data obrashcheniya: 14.03.2019).

13. Bolotov A.G., Makarychev S.V., Bekhovykh Yu.V., Sizov Ye.G. Elektronnyy izmeritel temperatury pochvy // Problemy prirodnopolzovaniya na Altae: sb. науч. тр. – Барнаул: ООО «Принт-Инфо», 2001. – С. 55-57.

14. Rukovodstvo po gradientnym nablyudeniya-m i opredeleniyu sostavlyayushchikh teplovogo balansa. – L.: Gidrometeoizdat, 1964. – 120 s.

15. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

