

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА  
НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА  
ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ОРОШАЕМЫХ УЧАСТКОВ****THE EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SNOW COVER ON THE TEMPERATURE REGIME  
FORMATION OF LEACHED CHERNOZEM IN IRRIGATED AREAS**

**Ключевые слова:** снежный покров, высота снега, температура почвы, влагозапасы, чернозем, информационно-логический анализ.

Температура почвы под влиянием снега достаточно полно и обстоятельно изучена. Однако с учетом зональных особенностей некоторых почв вопрос изучения влияния снежного покрова на теплофизическое состояние почв требует дополнительной проработки с учетом имеющихся современных подходов и методов. Исследования по изучению воздействия снежного покрова на температурный режим почвы проводились в зимний период 2012-2013 гг. на Лосихинской оросительной системе в Первомайском районе Алтайского края. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный, среднесуглинистый. Установлено, что промерзание почвы произошло в конце октября – начале ноября, еще до образования устойчивого снежного покрова. Затем интенсивность промерзания почвы замедлилась, поскольку снег блокировал теплообмен между почвой и воздухом. В декабре установившиеся аномальные морозы способствовали, с некоторым запозданием, глубокому промерзанию почвы, несмотря на значительную мощность снежного покрова, достигающего 65 см. В январе температура воздуха была выше климатической нормы. Высота снега и его плотность за месяц практически не изменились, промерзание почвы продолжилось, но интенсивность снизилась. В феврале температура почвы до глубины 50 см стала выше в среднем на 1,2°C, однако на глубине 1 м температура оказалась еще ниже на 0,8°C, а глубина промерзания превысила 200 см. Запасы влаги в снежном покрове в конце февраля были приближены к максимальным значениям за зимний период и составили в среднем по вариантам 200 мм. При помощи информационно-логического анализа выявлены связи между температурным режимом почвы зимой и факторами, его определяющими: высотой и плотностью снежного покрова, температурой воздуха. По степени влияния на термический режим почвы на 1-м месте оказалась

плотность снежного покрова, на 2-м – его высота, на 3-м – температура воздуха.

**Keywords:** snow cover, snow depth, soil temperature, moisture reserves, chernozem, information and logical analysis.

Soil temperature under the influence of snow is sufficiently fully and thoroughly studied. However, taking into account the zonal characteristics of some soils, the issue of studying the influence of snow cover on the thermal state of soils requires additional study taking into account the available modern approaches and methods. The studies on the impact of snow cover on the soil temperature regime were conducted in the winter of 2012-2013 at the Losikhinskaya Irrigation System in the Pervomaiskiy District of the Altai Region. The soil of the experimental site was leached chernozem, low-humus, medium-loamy. It was found that the freezing of the soil occurred in late October - early November, before the formation of a stable snow cover. Then the intensity of soil freezing slowed down as the snow blocked the heat exchange between the soil and the air. In December, the set abnormal frosts contributed to deep soil freezing with some delay, despite the significant snow cover thickness reaching 65 cm. In January, the air temperature was above the climatic norm. The snow depth and its density for the month practically did not change, soil freezing continued but the intensity decreased. In February, the soil temperature to a depth of 50 cm became higher by an average of 1.2°C, but at a depth of 1 m, the temperature was lower by 0.8°C, and the freezing depth exceeded 200 cm. The moisture reserves in the snow cover at the end of February were close to the maximum values for the winter period and averaged 200 mm in the variants. By means of information and logical analysis, the relationships between the temperature regime of the soil in winter and its determining factors were revealed: the depth and density of snow cover, air temperature. According to the degree of influence on the thermal regime of the soil, the density of snow cover was in the first place, its depth was in the second place, and the air temperature was in the third place.

**Зайкова Наталья Ивановна**, к.с.-х.н., доцент ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: n.zaykova2015@yandex.ru.

**Zaykova Natalya Ivanovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: n.zaykova2015@yandex.ru.

**Шишкин Александр Викторович**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: shishkin8@yandex.ru.

**Дёмина Ирина Владимировна**, к.с.-х.н., доцент ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: dyominaira@yandex.ru.

**Shishkin Aleksandr Viktorovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: shishkin8@yandex.ru.

**Demina Irina Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: dyominaira@yandex.ru.

### Введение

Одним из ведущих элементов окружающей среды является снежный покров. Снег, обладая низким коэффициентом теплопроводности, разрывает теплообмен между почвой и воздухом, существенно изменяя тепловой режим системы «почва-снег-атмосфера». Температура почвы зимой во многом определяется временем установления снежного покрова, его высотой и плотностью. Благоприятный тепловой режим почвы создается при плотности снега 0,25-0,30 г/см<sup>3</sup> и его высоте в конце зимы 50-70 см [1-4].

Образование почвенной мерзлоты чаще начинается до возникновения устойчивого снежного покрова, и снег ложится на замерзшую почву. Реже снежный покров устанавливается на охлажденной, но еще не замерзшей почве. Снег, выпавший после замерзания почвы и покрывший ее толстым рыхлым слоем, как бы утепляет почву, и она далее сильно не охлаждается, хотя и продолжает промерзать. Ряд исследователей [5, 6] указывают на то, что особенно активно промерзание почвы происходит до установления снежного покрова и нередко почва успевает промерзнуть на глубину до 46-52 см за 1,5-2 декады октября-ноября.

Считается, что температура почвы под влиянием снега достаточно полно и обстоятельно изучена [7]. Однако с учетом зональных особенностей некоторых почв и ввиду значительного влияния их мерзлотно-температурного режима на характер гидротермического состояния в весенне-летний период вопрос изучения влияния снежного покрова на теплофизическое состояние почв, в том числе черноземов, требует дополнительной проработки с учетом имеющихся современных подходов и методов.

**Цель** работы заключалась в исследовании влияния снежного покрова на температурный режим чернозема выщелоченного участков регулярного орошения и оценке этого влияния с помощью информационно-логического анализа.

### Объекты и методы

Исследования проводились в рамках изучения влияния орошения на урожайность свеклы столовой в период 2012-2013 гг. Экспериментальные участки располагались на Лосихинской оросительной системе в Первомайском районе Алтайского края на территории крестьянского хозяйства А.П. Кучмина. Сравнивались 2 варианта режима орошения свеклы столовой (0,7 и 0,8 НВ) с контрольным вариантом без орошения. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный, среднесуглинистый, хорошо структурированный, обладающий высокой влагоудерживающей способностью [8].

Погодные условия в годы исследования значительно отличались от климатической нормы. Так, по данным отдела наблюдений ГУ «Алтайский ЦГМС» г. Барнаула осенью 2012 г. выпало большое количество осадков, средняя высота снежного покрова уже в ноябре составляла 75 см. В декабре 2012 г. температура воздуха опускалась до -42,7°C, а осадки были наполовину меньше нормы – лишь 16 мм. В январе 2013 г. средняя температура воздуха за 1 мес. составила -14,0°C, что выше нормы на 1,4°C, а количество осадков превысило среднемесячные значения на 29 мм. Февраль по всем климатическим данным оказался близок к норме [8].

Высоту снежного покрова определяли снегомерной рейкой в трехкратной повторности, плотность снега устанавливали при помощи весового снегомера ВС-43. Температуру почвы измеряли при помощи полевого электротермометра на глубине 0, 5, 10, 15, 20, 50, 100 см. Определение степени влияния характеристик снежного покрова на температурный режим почвы проводили при помощи информационно-логического анализа [9].

### Результаты исследований

Наблюдениями установлено, что временный снежный покров образовался 3 ноября 2012 г., а постоянный – 7 ноября. К началу ноября температура почвы на поверхности опустилась ниже нуля, а распространение нулевой изотермы доходило до 5 см (табл. 1). Вместе с тем с образо-

ванием устойчивого снежного покрова интенсивность промерзания почвы замедлилась, поскольку снег, обладая низким коэффициентом теплопроводности, блокировал теплообмен между почвой и воздухом. Так, к 19 ноября толщина снежного покрова достигала 25-30 см, а температура почвы на глубине 20-50 см почти не изменилась. Измерения температуры почвы, проведенные 30 ноября, показали, что промерзание произошло лишь до глубины 29 см, чему способствовали значительная для этого периода мощность снежного покрова (в среднем 40 см) и низкая его плотность 0,21 г/см<sup>3</sup> при среднесуточной температуре воздуха третьей декады -10,4°С (табл. 2). Отмечено, что отложения снега на опытном участке были неравномерные, что связано прежде всего с интенсив-

ностью метелей и воздействием ветра на свежеснеговываливающий снег.

В начале декабря атмосферные процессы перестроились, и во 2-й декаде декабря наблюдались сильные морозы. Днем температура воздуха опускалась до -38°С, ночью – до -42°С, при этом температура воздуха во 2-й декаде декабря была ниже климатической нормы на 18,5°С, что с некоторым опозданием сказалось на температуре почвы. В декабре почва промерзла еще на 1 м (до 130 см) несмотря на значительную мощность снежного покрова, достигающую 65 см. Скорость охлаждения почвы увеличилась, например, на глубине 50 см за 1 мес. температура почвы снизилась на 7°С, в то время как за предыдущий месяц – лишь на 0,6°С.

Таблица 1

Температура почвы на глубине 0-100 см в зимний период 2012-2013 гг.

Глубина, см	Дата					
	29 октября	30 ноября	30 декабря	29 января	27 февраля	24 марта
0	-0,3	-4,8	-9,3	-13,1	-11,1	-4,9
5	0,0	-3,9	-9,1	-12,8	-10,9	-4,6
10	0,1	-2,3	-8,9	-12,5	-10,2	-4,0
15	0,1	-1,8	-7,5	-10,3	-9,8	-4,1
20	0,2	-0,5	-7,3	-9,8	-9,7	-3,9
50	1,7	1,1	-5,8	-6,5	-6,3	-3,1
100	6,3	3,2	-2,1	-4,3	-5,1	-3,0

Таблица 2

Характеристики снежного покрова и запасы воды в нем в зимний период 2012-2013 гг.

Вариант	Дата														
	30.11.2012 г.			30.12.2012			29.01.2013			27.02.2013			24.03.2013		
	высота снега, см	плотность снега, г/см <sup>3</sup>	запасы влаги, мм	высота снега, см	плотность снега, г/см <sup>3</sup>	запасы влаги, мм	высота снега, см	плотность снега, г/см <sup>3</sup>	запасы влаги, мм	высота снега, см	плотность снега, г/см <sup>3</sup>	запасы влаги, мм	высота снега, см	плотность снега, г/см <sup>3</sup>	запасы влаги, мм
0,7 НВ	35	0,20	70	70	0,29	202	72	0,33	238	78	0,33	256	31	0,41	127
0,8 НВ	40	0,21	84	65	0,24	155	68	0,24	163	69	0,26	179	25	0,38	95
Контроль	45	0,22	98	60	0,28	170	65	0,25	163	58	0,27	159	21	0,43	90
Среднее	40	0,21	84	65	0,27	175	68	0,27	188	68	0,29	198	26	0,41	104

В 1-ю декаду января температура воздуха опускалась до  $-31,0^{\circ}\text{C}$ , затем оказалась выше нормы и составила в среднем за месяц  $-14,0^{\circ}\text{C}$ . Высота снега и его плотность за месяц практически не изменились. Этому способствовали оттепели и перенос снега под действием ветра в пониженные элементы рельефа. Вместе с тем в силу инерционности процесса распространения теплового потока в почве произошло еще более значительное снижение температуры. Промерзание почвы отмечено до глубины почти 2 м, что связано с увеличением плотности снега до  $0,29 \text{ г/см}^3$  и более высокой скоростью теплопередачи в нижних более плотных слоях почвенного профиля.

В феврале характер распределения температур в почвенном профиле поменялся: до глубины 50 см температура почвы стала немного выше (в среднем на  $1,2^{\circ}\text{C}$ ), однако на глубине 1 м температура стала ниже еще на  $0,8^{\circ}\text{C}$ , а глубина промерзания превысила 200 см. При этом плотность снега увеличилась на  $0,02 \text{ г/см}^3$ , а высота снега осталась прежней – 68 см. Запасы влаги в снежном покрове в конце февраля были приближены к максимальным значениям за зимний период и составили в среднем по вариантам порядка 200 мм. Измерения, проведенные 24 марта, показали, что влагозапасы значительно уменьшились вследствие возгонки и изменения структуры снега, а температура в профиле почвы выровнялась.

Для выявления степени влияния характеристик снежного покрова и температуры воздуха на термический режим почвы в зимний период использован информационно-логический анализ, позволяющий определить количественные и качественные связи между рассматриваемыми явлениями [9]. Данные наблюдений были подвергнуты информационно-логическому анализу на ЭВМ, исследовалось влияние следующих ведущих факторов формирования температурного режима почвы на различной глубине: высота и плотность снежного покрова, температура воздуха в сопряженных условиях с температурой почвы на глубине 0, 20, 50 и 100 см.

Общая информативность  $T$  и коэффициенты эффективности передачи информации  $K$  от исследуемого фактора к тепловому режиму почвы были определены и показаны на рисунках 1-3.

Проанализировав полученные зависимости, представленные на рисунке 1, можно прийти к выводу, что показатель связи между высотой

снежного покрова (по декадам) и температурой почвы на рассматриваемых глубинах достаточно высок. Это можно увидеть по коэффициентам:  $T=1,3323; 1,2521; 1,1555$  и  $1,2525$  бит; а коэффициент эффективности передачи информации  $K= 0,6802; 0,6092; 0,5622$  и  $0,6095$ . Влияние высоты снежного покрова на тепловой режим почвы имеет как прямолинейный, так и криволинейный характер. Вследствие увеличения высоты снежного покрова к концу зимнего периода зависимость температуры почвы от этого фактора обратная.

Использование информационно-логического анализа позволило выявить закономерности влияния плотности снежного покрова на температурный режим почвы на различной глубине (рис. 2). Исследуемый фактор на глубине почвы 0 и 20 см проявлял ту же закономерность, что и при оценке влияния высоты снежного покрова (рис. 1), но с небольшими отклонениями. Установлено, что с увеличением плотности снега промерзание почвы повышалось, зависимость – от прямолинейной в верхнем горизонте до криволинейной в нижних слоях почвы. Степень связи между элементами влияния значительна ( $T_{0\text{см}}=1,4281; T_{20\text{см}}=1,4832$  бит), при этом  $K_{0\text{см}}=0,6744$  и  $K_{20\text{см}}=0,7004$ . Воздействие плотности снежного покрова на температурный режим нижележащих слоев почвы (до 100 см) носило слабый характер в связи с тем, что потоки тепла из подстилающих слоев оказывали своё влияние. Это подтверждается значениями коэффициентов:  $T_{50\text{см}}=1,2266; T_{100\text{см}}=1,3413$  бит;  $K_{50\text{см}}=0,6261$  и  $K_{100\text{см}}=0,6704$ .

Температура воздуха не являлась решающим фактором в формировании термического режима почвы в зимний период. Об этом свидетельствует характер кривых, представленных на графиках (рис. 3), которые в слое почвы 0-20 см носят прямолинейный характер, это говорит о том, что при уменьшении температуры воздуха понижается температура почвы. Степень связи и эффективность передачи информации между факторами влияния снижены ( $T_{0\text{см}}=0,9277; T_{20\text{см}}=0,9803$  бит;  $K_{0\text{см}}=0,4758$  и  $K_{20\text{см}}=0,5028$ ).

График зависимости нижележащих слоев почвы носит криволинейный характер, где четкой закономерности не наблюдается, что говорит о слабом воздействии данного фактора ( $T_{50\text{см}}=0,8208; T_{100\text{см}}=0,8805$  бит;  $K_{50\text{см}}=0,4200$  и  $K_{100\text{см}}=0,4028$ ).

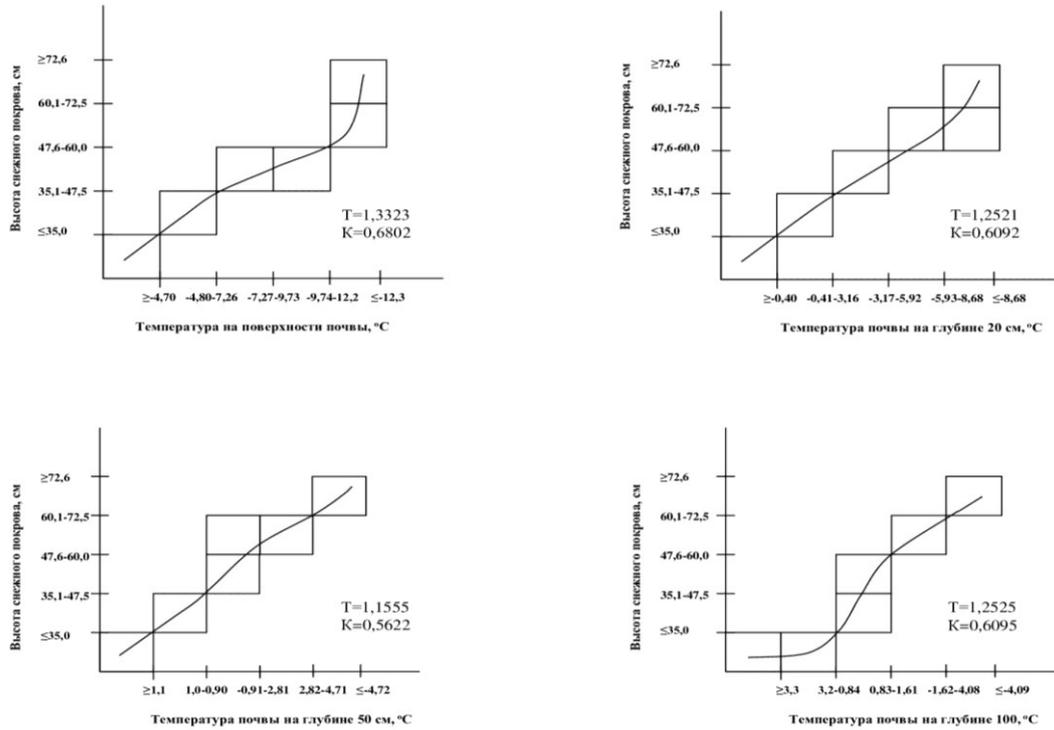


Рис. 1. Зависимость температуры почвы на различной глубине от высоты снежного покрова

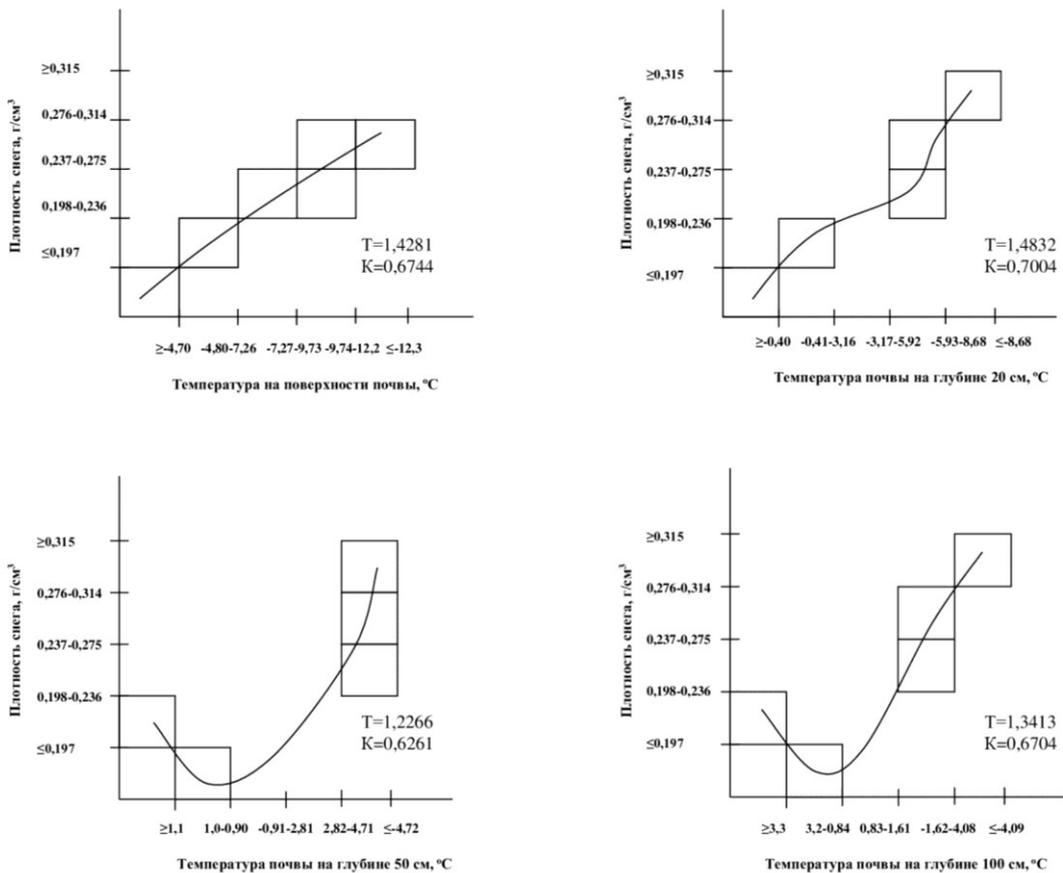


Рис. 2. Зависимость температуры почвы на различной глубине от плотности снежного покрова

По определенным коэффициентам эффективности передачи информации K и общей информативности T была выявлена доля влияния всех изучаемых факторов на температурный режим почвы.

На поверхности почвы наибольшее влияние на тепловой режим оказывают следующие факторы: плотность снежного покрова (31%), высота снежного покрова (30%), средняя температура воздуха (21%).

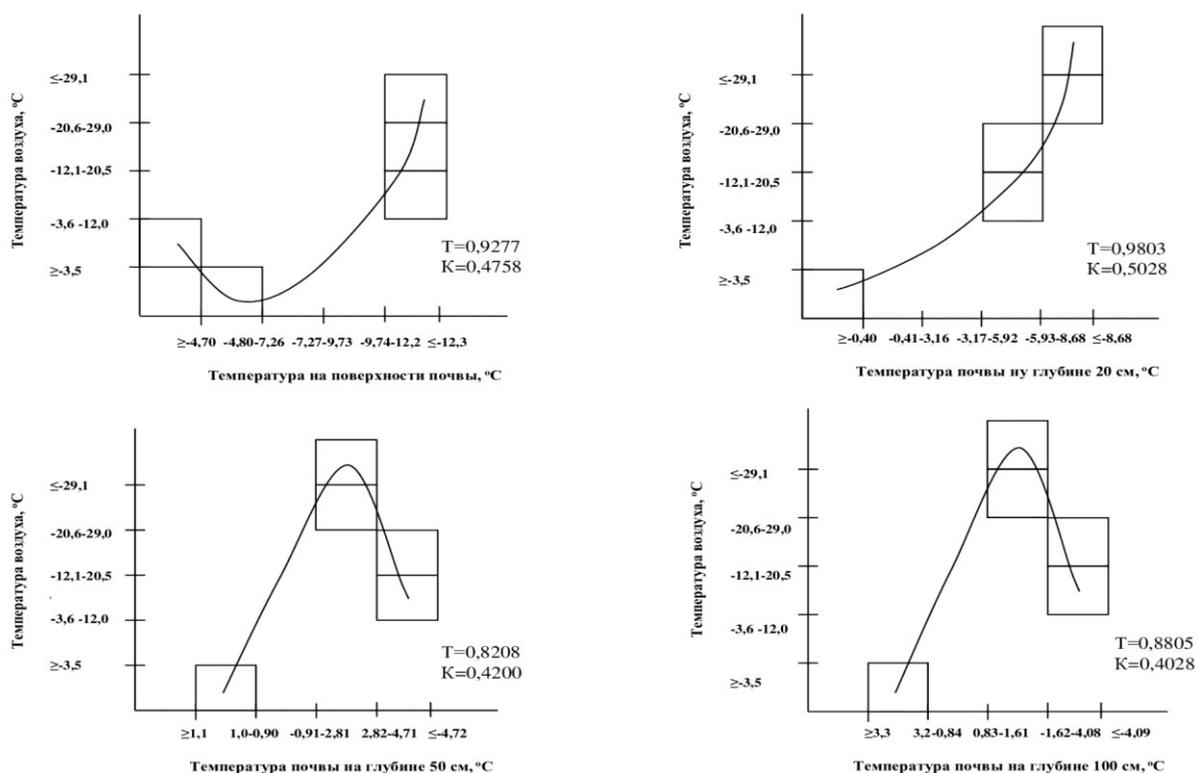


Рис. 3. Зависимость температуры почвы на различной глубине от температуры воздуха

Аналогичные математические модели формирования термического режима почвы в зимний период построены для глубин 20, 50 и 100 см и имеют следующий вид:

$$T_{п\ 20\text{см}} = (\rho_{34\%}) \boxtimes (h_{29\%}) \boxtimes (T_{в\ 24\%});$$

$$T_{п\ 50\text{см}} = (\rho_{32\%}) \boxtimes (h_{28\%}) \boxtimes (T_{в\ 21\%});$$

$$T_{п\ 100\text{см}} = (\rho_{33\%}) \boxtimes (h_{30\%}) \boxtimes (T_{в\ 19\%}).$$

Как следует из представленных моделей формирования температурного режима почвы в зимний период, наиболее важным из факторов является плотность снежного покрова. На 2-м месте по доле влияния стоит высота снежного покрова, на 3-м – среднедекадная температура воздуха.

На основании информационно-логического анализа можно предложить математическую модель зависимости температурного режима почвы от ряда факторов:

$$T_{п} = (\rho) \boxtimes (h) \boxtimes (T_{в}),$$

где  $T_{п}$  – температура почвы, °C;

$\rho$  – плотность снежного покрова, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – высота снежного покрова, см;

$T_{в}$  – температура воздуха, °C;

$\boxtimes$  – знак операции логической функции нелинейного произведения.

### Выводы

1. Глубокому промерзанию почвы способствуют позднее образование постоянного снеж-

ного покрова и установление низких отрицательных температур воздуха. Даже после образования снежного покрова инерция в проникновении отрицательных температур в почву сохраняется.

2. Во вторую половину зимы на интенсивность процесса промерзания почвы влияет уплотнение снега, а также снижение теплоотдачи из нижних, не промерзших, слоев почвы.

Минимальная температура чернозема на глубине 1 м отмечена в конце февраля и составила  $-5,1^{\circ}\text{C}$ , при этом нулевая изотерма распространялась на глубину до 2 м.

3. Использование информационно-логического анализа позволило установить степень влияния факторов на формирование температурного режима почвы в зимний период. Максимальное влияние оказывают плотность и высота снежного покрова. На поверхности почвы доля влияния этих факторов составила 31 и 30% соответственно, на глубине 20 см – 34 и 29%. Меньшее воздействие на температуру почвы зимой оказывала средняя температура воздуха, доля влияния этого фактора составила на поверхности почвы 21%, на глубине 20 см – 24%. На глубине 50 и 100 см распределение факторов по доли влияния сохранялось: на 1-м месте – плотность снега, на 2-м – его высота, на 3-м – температура воздуха.

**Библиографический список**

1. Васильченко, Г. В. Снежный покров и сад / Г. В. Васильченко. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. – 120 с. – Текст: непосредственный.

2. Хабаров, С. Н. Снегонакопительные особенности культур сада / С. Н. Хабаров. – Текст: непосредственный // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. – Барнаул, 1979. – С. 54-56.

3. Макарычев, С. В. Влияние садозащитных лесополос на снегонакопление и температурный режим почвы в насаждениях облепихи / С. В. Макарычев, А. В. Шишкин, И. А. Федотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 12. – С. 17-21.

4. Шишкин, А. В. Тепловой режим черноземов выщелоченных Алтайского Приобья под облепиховыми насаждениями / А. В. Шишкин, С. П. Щеглов, И. А. Федотов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей IV Международной научно-практической конференции: в 3 книгах. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 2. – С. 333-336.

5. Верещагина, И. В. Особенности термического режима почвы в зоне перезимовки декоративных многолетников в Алтайском крае / И. В. Верещагина. – Текст: непосредственный // Климат почвы: доклады совещания научного совета по изучению климатических и агроклиматических ресурсов (г. Ленинград, ноябрь 1969 г.). – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – С. 140-145.

6. Хабаров, С. Н. Почвозащитные мероприятия в садах Западной Сибири / С. Н. Хабаров. – Москва: Росагропромиздат, 1991. – 190 с. – Текст: непосредственный.

7. Васильченко, Г. В. Снежный покров Алтая и его роль в биосфере / Г. В. Васильченко. – Текст: непосредственный // Охрана, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1975. – С. 91-101.

8. Зайкова, Н. И. Режимы орошения столовой свёклы в условиях Алтайского Приобья: специальность 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Зайкова Наталья Ивановна; Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул, 2014. – 151 с. – Текст: непосредственный.

9. Бурлакова, Л. М. Применение информационно-логического анализа в агрономии / Л. М. Бурлакова. – Текст: непосредственный // Современные методы исследований в агрономии: сб. науч. трудов. – Барнаул, 1990. – С. 29-36.

**References**

1. Vasilchenko, G. V. Snezhnyy pokrov i sad / G. V. Vasilchenko. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. – 120 s. – Tekst: neposredstvennyy.

2. Khabarov, S. N. Snegonakopitelnye osobennosti kultur sada / S. N. Khabarov. – Tekst: neposredstvennyy // Biologicheskie resursy Altayskogo kraya i puti ikh ratsionalnogo ispolzovaniya. – Barnaul, 1979. – S. 54-56.

3. Makarychev, S. V. Vliyanie sadozashchitnykh lesopolos na snegonakoplenie i temperaturnyy rezhim pochvy v nasazhdeniyakh oblepikhi / S. V. Makarychev, A. V. Shishkin, I. A. Fedotov. – Tekst: neposredstvennyy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – No. 12. – S. 17-21.

4. Shishkin, A. V. Teplovoy rezhim chernozemov vyshchelochennykh Altayskogo Priobya pod oblepikhovymi nasazhdeniyami / A. V. Shishkin, S. P. Shcheglov, I. A. Fedotov. – Tekst: neposredstvennyy // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 3 knigakh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – Kn. 2. – S. 333-336.

5. Vereshchagina, I. V. Osobennosti termicheskogo rezhima pochvy v zone perezimovki dekorativnykh mnogoletnikov v Altayskom krae / I. V. Vereshchagina. – Tekst: neposredstvennyy // Klimat pochvy: doklady soveshchaniya nauchnogo sojeta po izucheniyu klimaticheskikh i agroklimaticheskikh resursov (g. Leningrad, noyabr 1969 g.). – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. – S. 140-145.

6. Khabarov, S. N. Pochvozashchitnye meropriyatiya v sadakh Zapadnoy Sibiri / S. N. Khabarov. – Moskva: Rosagropromizdat, 1991. – 190 s. – Tekst: neposredstvennyy.

7. Vasilchenko, G. V. Snezhnyy pokrov Altaya i ego rol v biosfere / G. V. Vasilchenko. – Tekst: neposredstvennyy // Okhrana, ratsionalnoe ispolzovanie i vosproizvodstvo prirodnykh resursov Altayskogo kraya. – Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1975. – S. 91-101.

8. Zaykova, N. I. Rezhimy orosheniya stolovoy svekly v usloviyakh Altayskogo Priobya: spetsialnost 06.01.02 «Melioratsiya, rekultivatsiya i

okhrana zemel»: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk / Zaykova Natalya Ivanovna; Altayskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Barnaul, 2014. – 151 s. – Tekst: neposredstvennyy.

9. Burlakova, L. M. Primenenie informatsionnolozhicheskogo analiza v agronomii / L. M. Burlakova. – Tekst: neposredstvennyy // Sovremennyye metody issledovaniy v agronomii: sb. nauch. trudov. – Barnaul, 1990. – S. 29-36.



УДК 630\*114:631.436:630(571.15)

В.Ю. Патрушев, С.В. Макарычев, А.В. Бойко  
V.Yu. Patrushev, S.V. Makarychev, A.V. Boyko

## ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

### THERMOPHYSICAL STATE OF SOD-PODZOLIC SOILS AT STRAWBERRY CULTIVATION UNDER THE CONDITIONS OF DRIP IRRIGATION

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, земляника садовая (клубника), теплоемкость, тепло- и температуропроводность, теплоусвояемость, водный режим, влагосодержание, плотность, наименьшая влагоемкость, влажность завядания, орошение, поливная норма.

При капельном орошении земляники во всех генетических горизонтах дерново-подзолистой почвы объемная теплоемкость возрастает при увеличении почвенного увлажнения. В то же время теплопроводность почвы при увлажнении до НВ экспоненциально увеличивается, затем скорость этого возрастания снижается и при заполнении всего порового пространства водой достигает максимума (насыщается). Увлажнение увеличивает температуропроводность, которая при НВ достигает максимума, а затем уменьшается. Динамика влажности в течение вегетации земляники при орошении показывает, что в корнеобитаемом слое почвы влагосодержание достигало наибольших значений с середины июня до начала июля. Минимальное увлажнение наблюдалось 05.06 и 10.07, но и в эти сроки оно превосходило НВ в 2 раза. Более высокие значения почвенной влажности отмечены в иллювиальном горизонте. Через сутки влажность почвы снижалась на 4-12%. Минимальные значения теплоаккумуляции наблюдались 10 июля. В иллювиальной толще теплоемкость колебалась в пределах 51%. Теплоемкость характеризует количество тепла, которое накапливается в почвенном профиле, в то время как теплопроводность обеспечивает его распространение по горизонтам почвы. При этом теплоемкость с ростом влагосодержания увеличивается вплоть до ПВ, а коэффициенты теплопередачи прекращают свой рост при ВРК (8-10% от веса почвы). Кроме того, температуропроводность по мере дальнейшего увеличения влажности уменьшается. В результате прогревание замедляется,

что приводит к понижению температуры почвенного профиля, который становится «холодным». Это обуславливает замедление плодоношения земляники, а ее плоды содержат значительное количество влаги, что способствует ухудшению качества ягод. В связи этим поливные нормы при орошении должны соответствовать влагосодержанию в почве, не превышающему НВ, что требует их постоянного регулирования.

**Keywords:** sod-podzolic soil, garden strawberry, thermal capacity, thermal conductivity, thermal diffusivity, heat assimilation, water regime, moisture content, density, lowest moisture capacity, wilting moisture, irrigation, irrigation rate.

Under drip irrigation of strawberries, the volumetric heat capacity increases with increasing soil moisture in all genetic horizons of sod-podzolic soil. At the same time, the thermal conductivity of the soil increases exponentially when moistened to the lowest moisture capacity, and then the rate of this increase decreases and when the entire pore space is filled with water, it reaches the maximum (it saturates). Moisture content increases the thermal diffusivity which at the lowest moisture capacity reaches the maximum and then decreases. Moisture content dynamics during the growing season of strawberries under irrigation shows that the moisture content in the root layer of the soil reached the highest values from mid-June to early July. The minimum moisture content was observed on June 05 and July 10, but even on these dates it exceeded the lowest moisture capacity twice. Higher values of soil moisture were revealed in the illuvial horizon. In a day, the soil moisture decreased by 4-12%. The minimum values of heat accumulation were observed on July 10. In the illuvial soil depth, the thermal capacity fluctuated within 51%. The thermal capacity characterizes the amount of heat that accumulates in the soil profile, while the thermal conducti-