

**Заключение**

Таким образом, чтобы повысить экологическую стабильность и снизить антропогенную нагрузку на землях сельскохозяйственного назначения муниципальных районов Присалаирской зоны, необходимо увеличивать в структуре этих земель площади экологически устойчивых угодий [7]. Следовательно, всё вышеизложенное указывает на необходимость пересмотра существующей системы землепользования и существенную корректировку соотношения угодий с целью сохранения почвенного плодородия, защиты водных ресурсов реки Чумыш и его притоков и достижения экологической устойчивости агроландшафтов.

**Библиографический список**

1. Землеустроительное проектирование: учеб. / С.Н. Волков, В.П. Троицкий, Н.Г. Конокотин и др.; под ред. С.Н. Волкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1998. – 632 с.
2. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Ерёмин Е.А. Охрана и использование земель сельскохозяйственного назначения в Присалаирской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – 17 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
5. Волков С.Н. Землеустройство. Внутрихозяйственное землеустройство. – М.: Колос, 2001. – Т. 2. – 648 с.

6. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
7. Масютенко Н.П., Кузнецов А.В., Масютенко М.Н., Брескина Г.М., Панкова Т.И. К вопросу нормирования антропогенной нагрузки для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 10. – С. 14-18.

**References**

1. Zemleustroitel'noe proektirovanie: ucheb. / S.N. Volkov, V.P. Troitskii, N.G. Konokotin i dr.; pod red. S.N. Volkova. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Kolos, 1998. – 632 s.
2. Agroekologiya / V.A. Chernikov, R.M. Aleksakhin, A.V. Golubev i dr. – M.: Kolos, 2000. – 536 s.
3. Eremin E.A. Okhrana i ispol'zovanie zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Prisalairskoi lesostepi: avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – 17 s.
4. Reimers N.F. Prirodopol'zovanie: Slovar'-spravochnik. – M.: Mysl', 1990. – 637 s.
5. Volkov S.N. Zemleustroistvo. Vnutrikhozyaistvennoe zemleustroistvo. T2. – M.: Kolos, 2001. – 648 s.
6. Kiryushin V.I. Ekologicheskie osnovy zemledeliya. – M.: Kolos, 1996. – 367 s.
7. Masyutenko N.P., Kuznetsov A.V., Masyutenko M.N., Breskina G.M., Pankova T.I. K voprosu normirovaniya antropogennoi nagruzki dlya formirovaniya ekologicheski sbalansirovannykh agrolandshaftov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 10. – S. 14-18.



УДК 631.445.15

**С.В. Макарычев, И.В. Шорина**  
**S.V. Makarychev, I.V. Shorina**

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ  
 ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

**THE FEATURES OF CHERNOZEM THERMAL REGIME FORMATION IN WINTER**

**Ключевые слова:** температура, криогенез, промерзание, оттаивание, высота снега, плотность снега.

Снежный покров является одним из ведущих элементов окружающей среды. Снег как плохой проводник тепла разрывает теплообмен между почвой и воздухом, существенно изменяя тепло-

вой режим ее генетических горизонтов. Температура почвы зимой во многом определяется временем установления снежного покрова, его высотой и плотностью. Установлено, что осеннее влагонакопление и значительные величины объемной теплоемкости обусловили медленное охлаждение почвенного профиля. В то же время весной, когда градиенты температур невысоки за счет нако-

пленных запасов холода зимой, чернозем оттаивал с большой задержкой, что укорачивало период вегетации.

**Keywords:** *temperature, cryogenesis, freezing, thawing, snow depth, snow density.*

Snow cover is one of the major environmental elements. Being a poor heat conductor, snow interrupts the heat exchange between soil and air significantly changing the thermal regime of soil

genetic horizons. The soil temperature in winter is largely determined by the time of snow cover formation, its height and density. It was found that moisture accumulation in autumn and significant of volumetric heat capacity caused slow cooling of the soil profile. At the same time, in spring, when the temperature gradients were not high due to the cold accumulation in winter, the chernozem was thawing with a long delay, and that shortened the growing season.

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Шорина Ирина Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Chair of Physics, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Shorina Irina Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

### Введение

В почвенной теплофизике большой интерес представляют особенности формирования температурного режима почвы в зимний период в связи с влиянием глубины промерзания почвы на длительность вегетации.

Основными факторами почвенного криогенеза являются время пребывания почвы в мерзлом состоянии, отрицательные температуры и льдистость почвы [1].

Изучению почвенного криогенеза посвящен ряд работ ученых как в России, так и за рубежом. Ими было исследовано, в частности, влияние высоты и плотности снежного покрова и характер промерзания различных типов почв [2-8].

Снежный покров является одним из ведущих элементов окружающей среды. Снег как плохой проводник тепла разрывает теплообмен между почвой и воздухом, защищает озимые растения от непосредственного действия низких температур, 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  $0,30 \text{ г/см}^3$  и его высоте 55-65 см [9].

**Целью** работы явилось изучение влияния снежного покрова на формирование температурного режима в почвенном профиле выщелоченного чернозема. Для ее достижения решалась задача экспериментального определения температуры почвы в зимний период в зависимости от высоты и плотности снега в течение 2005-2007 гг. на территории Западно-Сибирской овощной опытной станции (ЗСООС).

### Результаты исследований

Высота снежного покрова в годы исследования изменялась незначительно (табл.).

Снег распределялся довольно равномерно, за исключением участков, расположенных с подветренной стороны и вблизи лесополос, где высота снега составляла 100-130 см.

Таблица

**Средняя высота снега на конец месяца, см**

Годы	Месяцы			
	ноябрь	декабрь	январь	февраль
2004/2005	-	45	50	50
2006/2007	11	44	47	38

Уже к середине декабря 2005 г. сформировался снежный покров, достаточный для предотвращения глубокого промерзания почвы. Плотность снега в этом месяце на изучаемых вариантах составляла  $0,21 \text{ г/см}^3$ . В январе и феврале произошло увеличение мощности снежного покрова вследствие интенсивных метелей. Плотность снега увеличилась до  $0,29 \text{ г/см}^3$ , что было обусловлено действием ветра и его собственным весом.

В 2006 г. устойчивый снежный покров сформировался к концу ноября и составил 20 см. В зимние месяцы высота снежного покрова варьировалась в незначительных пределах (45-50 см). Плотность снега при этом не превышала  $0,31 \text{ г/см}^3$ .

Снег содержит в себе определенное количество воды, которая в условиях Алтайского Приобья в отдельные годы является единственным источником влагозарядки почвы. Запасы влаги зимой 2004/2005 гг. колебались в пределах 130-150 мм в зависимости от плотности снега и его высоты.

Количество воды в снежном покрове в зимние месяцы 2006/2007 гг. не превышало 142 мм.

В связи с тем, что особенности зимнего периода и, главным образом, характер отложения снега накладывают отпечаток на температуру почвы и условия её промерзания, мы исследовали закономерности формирования термического режима выщелоченного чернозема. Для этого были проведены круглогодичные измерения температуры на глубинах 5, 10, 15, 20, 50, 100 см и на поверхности почвы.

На рисунке представлены графики, показывающие изменение температуры чернозема в период его промерзания в зимние месяцы 2005/2006 и 2006/2007 гг.

Из графиков видно, что 10 января 2005 г. распределение температур в профиле чернозема было достаточно равномерным вследствие образования устойчивого снежного покрова. Скорость остывания почвы определялась градиентами температур, и наиболее равномерно этот процесс протекал в нижних горизонтах почвенного профиля.

Сумма температур метровой толщи чернозема составляла  $-11,8^{\circ}\text{C}$ . Градиент температур его 20-сантиметрового слоя не превышал  $0,035^{\circ}\text{C}/\text{см}$ . При этом снег защищал почвенный профиль от промерзания, поэтому на глубине 100 см температура почвы составляла  $+0,9^{\circ}\text{C}$ . Морозная погода и низкие температуры воздуха (более  $25^{\circ}\text{C}$ ) привели к смещению температурной кривой в сторону низких температур (рис. 1 А, 21.02.05).

Некоторые исследователи (Павлов, 1979; Воронина, 1983) считают, что температура почвы ниже  $0^{\circ}\text{C}$  еще не означает промерзание почвы. Оно начинается через 10-20 дней после проникновения в почву отрицательных температур.

Полученные нами результаты полностью подтвердили данное утверждение. Так, в начале марта 2005 г. на метровой глубине температура почвы составляла  $-0,3^{\circ}\text{C}$  (рис. А). При этом градиент температур почвенного профиля зимой колебался в пределах  $0,013-0,044^{\circ}\text{C}/\text{см}$ . На графике представлено изменение температуры чернозема в зимний период 2006/2007 гг.

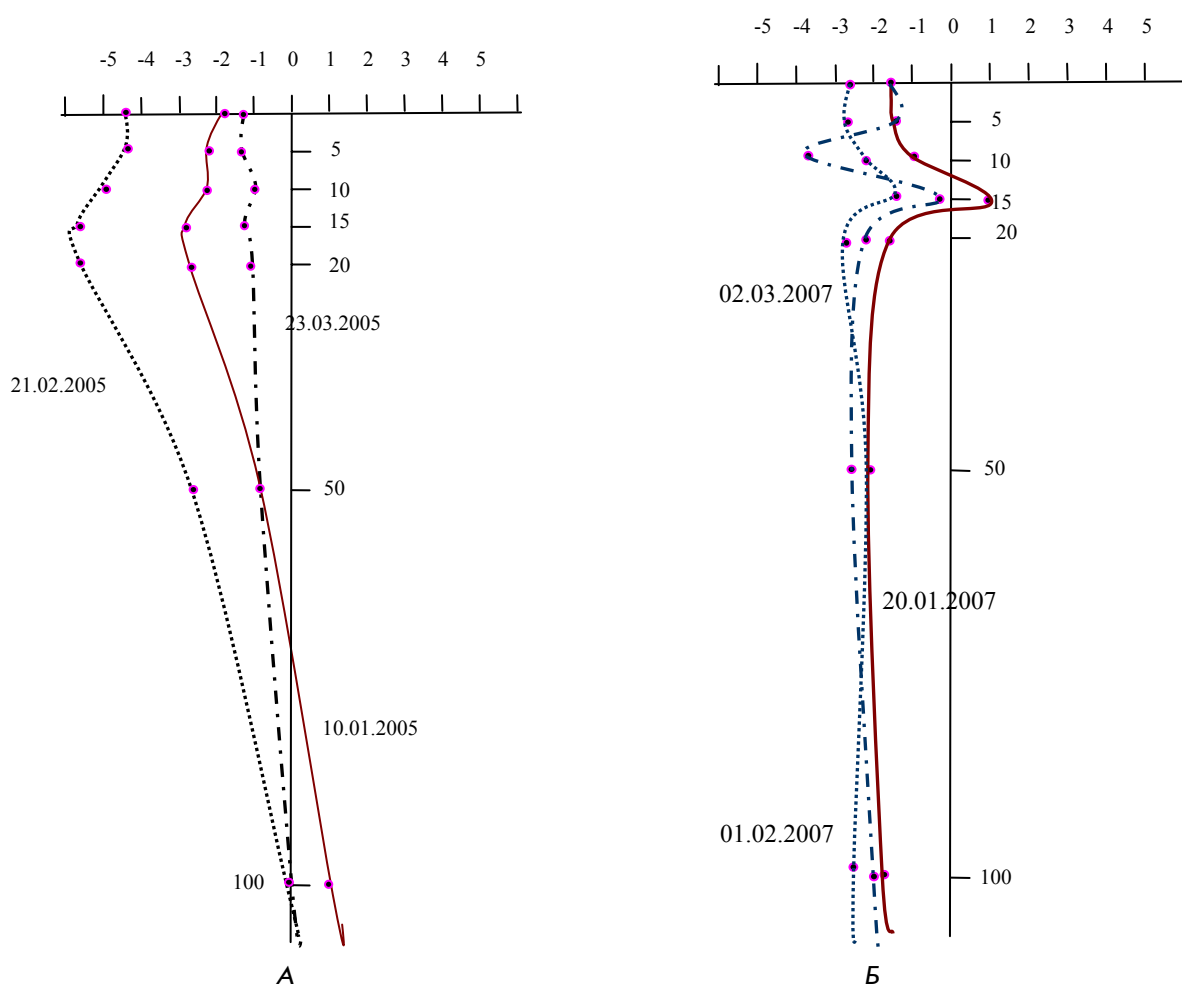


Рис. Температура чернозема выщелоченного в период активного промерзания: А – 2005/2006 гг., Б – 2006/2007 гг.

Аномально высокая температура воздуха в ноябре 2006 г. привела к тому, что нижние слои чернозёма выщелоченного имели температуру +2°C. Отрицательные температуры почвы до образования устойчивого снежного покрова (18 декабря) отмечались только на ее поверхности и составляли -2°C. Такое распределение температур и значительный снежный покров привели к тому, что в пахотном слое чернозема их градиент оказался равен 0,2 /см. Средняя температура воздуха в конце второй декады января не опускалась ниже -10°C, вследствие чего промерзание почвенной толщи проходило постепенно. Сумма температур профиля чернозема в этот период была равна -5,6°C. Меньше всего подвергались температурным изменениям почвенные горизонты, находящиеся на глубине 50 и 100 см. Здесь колебания температуры не превышали 0,5°C, а их охлаждение происходило с интенсивностью 0,003°C/сут.

Нами определено, что глубина промерзания в начале марта 2007 г. составляла более 100 см при высоте снега 50 см. На фоне затянувшегося снеготаяния весной 2007 г. продолжительность мерзлотного состояния чернозема сохранялась в течение 5 мес.

### Заключение

Таким образом, было установлено, что скорость охлаждения почвенного профиля чернозёма зависит не только от атмосферного климата, но и высоты снежного покрова. Именно он создает надежную защиту, препятствующую глубокому промерзанию почвы.

В силу сезонных особенностей увлажнения и формирования значительных теплофизических характеристик осенью чернозем медленно остывал. Весной, когда градиенты температур невысоки, благодаря накопленным запасам холода зимой чернозем оттаивал с большой задержкой, что укорачивало период вегетации растений.

### Библиографический список

1. Худяков О.И., Буценко А.Н. Тепловой режим мерзлотных лугово-болотных почв Забайкалья // Климат почв: сб. науч. тр. – Пушино, 1985. – С. 154-157.

2. Булатова М.С. Некоторые данные о глубине сезонного промерзания почвы на территории Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. – Пермь, 1981. – С. 43-49.

3. Черепанов М.Е., Ковтунов В.Е. Зависимость промерзания и оттаивания почвы от плотности снежного покрова // Научные труды Омского с.-х. ин-та. – Омск, 1970. – С. 9-11.

4. Бойко О.С., Оликова И.С. Материалы многолетних наблюдений за температурой, глубиной промерзания почв и высотой снежного покрова в Центрально-черноземном заповеднике // Труды Центрально-черноземного заповедника. – 1997. – № 15. – С. 5-30.

5. Скворцова Е.Б., Сапожников П.М. Трансформация порового пространства уплотненных почв в ходе сезонного промерзания и оттаивания // Почвоведение. – 1998. – № 11. – С. 1371-1381.

6. Веретельников В.П., Рядовой В.А. Промерзание и оттаивание черноземов типичных // Почвоведение. – 1997. – № 2. – С. 203-205.

7. Панфилов В.П., Макарычев С.В., Лунин А.И. и др. Некоторые закономерности влагопереноса в почвах разного механического состава // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1982. – С. 13-17.

8. Мазиров М.А., Макарычев С.В. Теплофизическая характеристика почвенного покрова Алтая и Западного Тянь-Шаня. – Владимир, 2002. – 448 с.

9. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – С. 6.

### References

1. Khudyakov O.I., Butsenko A.N. Teplovoi rezhim merzlotnykh lugovo-bolotnykh pochv Zabaikal'ya // Klimat pochv: sb. nauch. tr. – Pushchino, 1985. – S. 154-157.

2. Bulatova M.S. Nekotorye dannye o glubine sezonnogo promerzaniya pochvy na territorii Permskoi oblasti // Fiziko-geograficheskie osnovy razvitiya i razmeshcheniya proizvoditel'nykh sil Nechernozemnogo Urala. – Perm', 1981. – S. 43-49.

3. Cherepanov M.E., Kovtunov V.E. Zavisimost' promerzaniya i ottaivaniya pochvy ot plotnosti snezhnogo pokrova // Nauchnye trudy Omskogo s.-kh. in-ta. – Omsk, 1970. – S. 9-11.

4. Boiko O.S., Olikova I.S. Materialy mnogoletnikh nablyudenii za temperaturoi, glubinoi promerzaniya pochv i vysotoi snezhnogo pokrova v Tsentral'no-chernozemnom zapovednike // Trudy Tsentral'no-chernozemnogo zapovednika. – 1997. – № 15. – S. 5-30.

5. Skvortsova E.B., Sapozhnikov P.M. Transformatsiya porovogo prostranstva uplotnennykh pochv v khode sezonnogo promerzaniya i ottaivaniya // Pochvovedenie. – 1998. – № 11. – S. 1371-1381.

6. Veretel'nikov V.P., Ryadovoi V.A. Promerzanie i ottaivanie chernozemov tipichnykh // Pochvovedenie. – 1997. – № 2. – S. 203-205.

7. Panfilov V.P., Makarychev S.V., Lunin A.I. i dr. Nekotorye zakonomernosti vlagoperenosa v pochvakh raznogo mekhanicheskogo sostava // Problemy pochvovedeniya. – M.: Nauka, 1982. – S. 13-17.

8. Mazirov M.A., Makarychev S.V. Teplofizicheskaya kharakteristika pochvennogo pokrova Altaya i Zapadnogo Tyan'-Shanya. – Vladimir, 2002. – 448 s.

9. Shul'gin A.M. Klimat pochvy i ego regulirovanie. – L.: Gidrometeoizdat, 1972. – S. 6.

