

speditsii. – Moskva: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1954. – Vyp. 3. – S. 7-183.

12. Donskaia, O.L. Ekologicheskaiia otsenka agroekosistem iuga Srednei Sibiri / O.L. Donskaia, Z.N. Nikolaeva. – Abakan: Izd-vo KhGU im. N.F. Katanova, 2008. – 176 s.

13. Sovershenstvovanie agrolandshaftnogo raionirovaniia erozionno opasnoi territorii Respubliki Khakasiia i agroekologicheskaiia gruppirovka zemel / E.Ia. Chebochakov, G.M. Shaposhnikov, A.I. Kap-sargin, V.N. Murtaev // Vestnik KrasGAU. – 2019. – No. 10 (151). – S. 24-31.



УДК 631.6:631.4(57115)

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-220-2-38-43

С.В. Макарычев, И.В. Шорина

S.V. Makarychev, I.V. Shorina

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ МЕЗОРЕЛЬЕФА В АЛТАЙСКОМ ПРИОБЬЕ

### TEMPERATURE REGIME OF CHERNOZEM IN VARIOUS MESORELIEF FEATURES IN THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

**Ключевые слова:** мезорельеф, склон, элементы склона, чернозем, эрозия, температура, сумма температур, теплопоток.

Любые колебания почвенного микроклимата воздействуют на скорость накопления органических веществ и тем самым на рост сельскохозяйственных культур. При этом максимальное увлажнение имело место на водоразделе и северо-восточном склоне, минимальное – на южном. Гидротермический режим почвы является важным фактором влияния на интенсивность процессов почвообразования и урожайность. В гумусово-аккумулятивном горизонте в 2005 г. наблюдался интенсивный теплообмен между приземным слоем воздуха и почвой. При этом на верхней части склона температура поверхности чернозема была выше, чем на нижней. Максимум температуры почвы на вершине склона имел место между 16-17 часами дня и был равен 32°C. У подошвы склона наибольшая температура наблюдалась между 17-18 часами и составляла 28°C, а минимальные температуры поверхности почвы были приурочены к утренним часам как в средней, так и в нижней частях склона. В конце июня 2006 г. в элювиально-транзитной зоне сумма температур оказалась максимальной. В транзитной составила 1030°C, а в аккумулятивно-транзитной – только 935°C. В июле наиболее прогретой стала середина склона вогнутой формы, а нижняя осталась наиболее холодной при разнице температур 150°C. В августе на всех элементах склона сумма суточных температур снизилась. В течение вегетационного периода 2007 г. в тех же числах июня суточная сумма температур ока-

залась выше, чем в предыдущем году под влиянием солнечной инсоляции. Ее значения составили на вершине 1064°, а в средней и нижней частях склона – 1048 и 1037°C соответственно. Вогнутая транзитная зона склона оказалась наиболее теплой.

**Keywords:** mesorelief, slope, slope elements, chernozem, erosion, temperature, accumulated temperature, heat flow.

Any fluctuations of the soil microclimate affect the rate of organic matter accumulation, and thereby, the crop growth. At the same time, the maximum moisture content occurred on the watershed and the northeastern slope, and the minimum - on the southern slope. The soil hydrothermal regime is an important factor influencing the intensity of soil formation processes and crop productivity. In the humus-accumulative horizon in 2005, an intense heat exchange between the surface air layer and the soil was observed. On the upper part of the slope, the surface temperature of the chernozem was higher than that on the lower part. The maximum soil temperature at the top of the slope took place between 4 and 5 p.m. and was equal to 32°C. At the bottom of the slope, the highest temperature was observed between 5 and 6 p.m and amounted to 28°C; and the minimum temperatures of the soil surface were confined to the morning hours both in the middle and in the lower parts of the slope. At the end of June 2006, the accumulated temperature in the eluvial-transit zone turned out to be the maximum. In transit zone it amounted to 1030, and in accumulative-transit zone - only 935 degrees. In July, the middle of the concave slope became the most heat-

ed, while the lower one remained the coldest at a temperature difference of 150 degrees. In August, the accumulated daily temperatures decreased in all elements of the slope. During the growing season of 2007, on the same dates in June, the daily accumulated temperature turned out to be higher than in the previous year under

the influence of solar insolation. Its values were 1064 at the top, and 1048 and 1037 degrees in the middle and lower parts of the slope, respectively. The concave transition zone of the slope turned out to be the warmest one.

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

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

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

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

### Введение

Известно, что почва формируется под влиянием пяти факторов, таких как климат, растительность, почвообразующие породы, рельеф и деятельность человека. Физические свойства и гидротермические режимы почвы в значительной степени определяют их плодородие [1, 2]. Это требует организации и проведения исследований, направленных на изучение общеземельных, водных и теплофизических характеристик во взаимосвязи с факторами почвообразования и, прежде всего, с климатом и рельефом. Знание таких почвенных показателей позволяет разработать приемы их оптимизации и исключить влияние негативных процессов.

Мезорельефом называют форму земной поверхности, которая определяется колебанием высот от одного до сотни метров. Наиболее распространенной его формой являются склоны, ложбины, балки, террасы. В малых формах рельефа перераспределяются и аккумулируются ресурсы тепла и влаги в пределах склонов, от которых зависят особенности почвенного микроклимата.

В пределах геохимических ландшафтов от местного водораздела к местной депрессии формируются топографические ряды почв, связанные между собой боковой миграцией веществ (поверхностной, внутрипочвенной или через грунтовые воды) [3].

Антропогенная эрозия приводит к частичному нарушению или полному уничтожению почвенного профиля. Чаще всего создаются факторы для возникновения водной эрозии [4]. С целью предотвращения негативных явлений в сельско-

хозяйственном производстве используются различные приемы обработки земельных угодий, такие как поверхностная обработка, щелевание, обваловка. В условиях Юго-Западной Сибири изучением эрозионных процессов занимался ряд ученых [5, 6], поскольку в условиях Приобского плато имеют место талые воды, и возникает реальная угроза для смыва и размыва почвенного профиля, особенно плоскостной эрозии.

Любые колебания почвенного микроклимата воздействуют на скорость накопления органических веществ и тем самым на рост сельскохозяйственных культур [7]. Гидротермический режим почвы является важным фактором влияния на интенсивность процессов почвообразования и урожайность сельскохозяйственных культур. Его закономерности в черноземах Алтайского Приобья нашли освещение в ряде работ [8, 9]. Тем не менее гидротермические свойства черноземов на склонах Алтайского Приобья практически не изучены, поэтому нами были проведены исследования температурного режима в течение вегетации сельскохозяйственных культур на различных элементах склона.

### Объекты и методы

**Целью** работы явилось изучение температурного режима на различных элементах мезорельефа Алтайского Приобья. Объект исследований – чернозем выщелоченный под многолетними травами (2005 г.), гречихой (2006 г.) и зерносмесью (2007 г.). Измерение температуры проводилось электронными термометрами [10, 11], а влажность почвы – методом взвешивания [12].

### Результаты исследований

Нами были исследованы температурные режимы, возникающие в почвенном профиле чернозема выщелоченного на разных элементах склона, что сопряжено с определением влажности, плотности и температуры в метровом слое почвы в течение вегетационных периодов 2005-2007 гг.

Суточные температурные колебания в элювиально-транзитной (верхняя часть склона), транзитной (середина) и аккумулятивно-транзитной (подошва склона) зонах склона показаны на рисунке 1, откуда следует, что суточные колебания температуры близки к синусоиде в слое 0-20 см на всех элементах склона. Естественно, что максимальные амплитуды характерны для поверхности почвы, а с глубиной они нивелируются и на 100-сантиметровой глубине эти изменения практически исчезают. В гумусово-аккумулятивном горизонте наблюдается интенсивный теплообмен между приземным слоем воздуха и почвой. При этом на верхней части склона температура поверхности чернозема выше, чем на нижней. Кроме того, высота многолетних трав в середине 2005 г. в первом случае составляла 45 см, а во втором – 67 см. Максимум температуры почвы на вершине склона имел место между 16-17 ч и был равен 32°C. У подошвы склона наибольшая температура наблюдалась между 17-18 ч и составляла 28°C. Минимальные температуры поверхности почвы были приурочены к утренним часам как в средней, так и в нижней частях склона. Так, в 7 ч утра температура поверхности почвы в средней части склона опустилась до 13°C, а на водоразделе и в ложине оказалась равной 18°C. На глубине 10 см она была выше и практически одинаковой вдоль склона. Характер изменений температуры в течение суток на 20 см оказался параболическим, а ее максимум запаздывал во времени. В почвообразующей породе она нивелировалась и составляла в элювиально-тран-

зитной зоне 15,5°C, в транзитной – 14,5°C, а в аккумулятивно-транзитной зоне – только 13°C. Таким образом, вершина склона прогревалась сильнее, чем его средняя часть и тем более нижняя.

Важной интегральной характеристикой теплового режима в почвенном профиле является сумма суточных температур в метровой почвенной толще. Для ее определения нами измерялась температура почвенного профиля на глубинах 0, 5, 10, 15, 20, 50 и 100 см в 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00, 1:00 и 7:00 ч согласно руководству [13]. После этого температуры суммировались по глубине и во времени (табл.).

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в почвенном профиле чернозема наблюдаются довольно высокие суммы температур на исследованных элементах склона. В конце июня 2006 г. в элювиально-транзитной зоне сумма температур оказалась максимальной. В транзитной составила 1030°C, а в аккумулятивно-транзитной только 935°C, т.е. разница оказалась равной 109°C. В июле наиболее прогретой стала середина склона вогнутой формы, а нижняя осталась наиболее холодной при разнице температур 150°C. В августе на всех элементах склона сумма суточных температур снизилась, но более теплой стала верхняя часть склона, а нижняя холодной, в которой сумма составила только 886°C.

В течение вегетационного периода 2007 г. (табл.) в тех же числах июня суточная сумма температур оказалась выше, чем в предыдущем году под влиянием солнечной инсоляции. В то же время ее значения были довольно близки и составили на вершине 1064°C, а в средней и нижней частях склона – 1048 и 1037°C соответственно. Вогнутая транзитная зона склона оказалась наиболее теплой в последующие месяцы, тогда как верхняя часть имела меньшую температуру, вероятно, за счет ветрового воздействия.

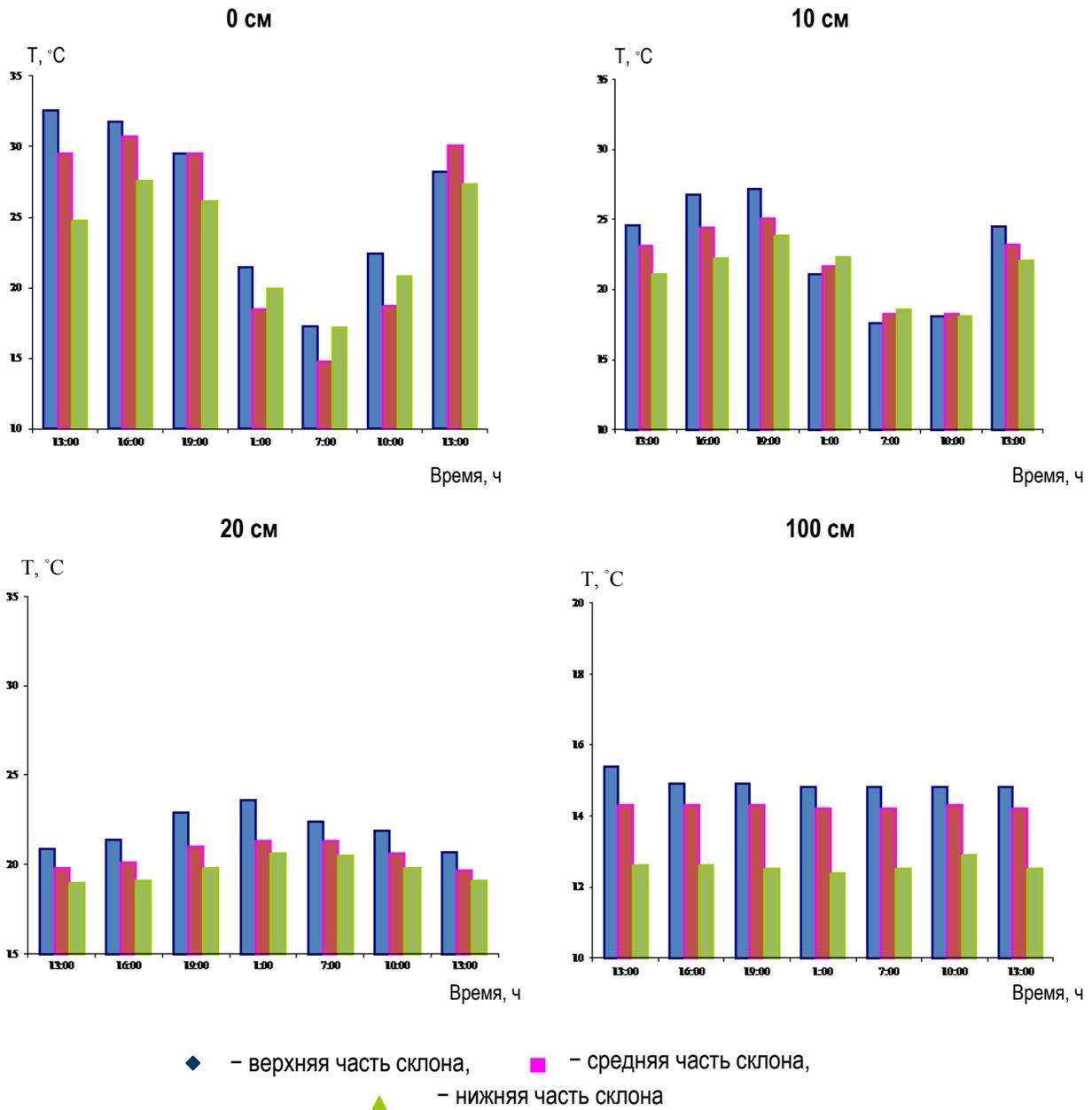


Рис. Суточное изменение температур в черноземе на различных элементах склона 29-30 июня 2005 г.

Таблица

Сумма суточных температур в профиле чернозема летом 2006-2007 гг.

2006 г.			
Срок	29-30.06	12-13.07	16-17.08
Верх	1044	990	950
Середина	1030	1056	943
Подшва	935	906	885
2007 г.			
Срок	29-30.06	10.11.07	18-19.08
Верх	1064	986	953
Середина	1048	1060	1031
Подшва	1037	1035	999

**Выводы**

1. В гумусово-аккумулятивном горизонте в 2005 г. наблюдался интенсивный теплообмен между приземным слоем воздуха и почвой. При этом на верхней части склона температура поверхности чернозема была выше, чем нижней. Максимум температуры почвы на вершине склона имел место между 16-17 ч и был равен 32°C. У подошвы склона наибольшая температура наблюдалась между 17-18 ч и составляла 28°C, а минимальные температуры поверхности почвы были приурочены к утренним часам как в средней, так и в нижней частях склона.

2. В конце июня 2006 г. в элювиально-транзитной зоне сумма температур оказалась максимальной. В транзитной она составила 1030°C, а в аккумулятивно-транзитной – только 935°C. В июле наиболее прогретой стала середина склона вогнутой формы, а нижняя осталась наиболее холодной при разнице температур 150°C. В августе на всех элементах склона сумма суточных температур снизилась.

3. В течение вегетационного периода 2007 г. в тех же числах июня суточная сумма температур оказалась выше, чем в предыдущем году под влиянием солнечной инсоляции. Ее значения составили на вершине 1064°C, а в средней и нижней частях склона – 1048 и 1037°C соответственно. Вогнутая транзитная зона склона оказалась наиболее теплой.

**Библиографический список**

1. Бурлакова, Л. М. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов. – Барнаул: АСХИ, 1988. – 69 с. – Текст: непосредственный.

2. Макарычев, С. В. Теплофизические свойства и гидротермические режимы черноземных почв на склонах высокого Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Шорина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – 120 с. – Текст: непосредственный.

3. Кудрявцев А. Е. Состояние почвенного плодородия на склоновых землях Алтайского Приобья: доклады, выступления, рекомендации

/ А. Е. Кудрявцев, Е. В. Кононцева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 12-21.

4. Путилин, А. Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири / А. Ф. Путилин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 283 с. – Текст: непосредственный.

5. Каштанов, А. Н. Методические рекомендации по разработке ландшафтных систем земледелия в многоукладном сельском хозяйстве / А. Н. Каштанов, А. П. Щербаков. – Курск: ВНИИЗИЗПЭ, 1993. – 54 с. – Текст: непосредственный.

6. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – Москва: Колос, 1996. – 367 с. – Текст: непосредственный.

7. Мусохранов, В. Е. Повышение продуктивности склоновых земель / В. Е. Мусохранов. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1979. – 92 с. – Текст: непосредственный.

8. Воронин, А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв / А. Д. Воронин. – Москва, 1984. – 203 с. – Текст: непосредственный.

9. Шорина, И. В. Влияние рельефа на гидротермический режим черноземов Приобья / И. В. Шорина. – Текст: непосредственный // Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сборник научных трудов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – С. 121-124.

10. Болотов, А. Г. Электронный измеритель температуры почвы / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, Ю. В. Беховых. – Текст: непосредственный // Проблемы природопользования на Алтае: сборник научных трудов молодых ученых. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 55-57.

11. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

12. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный

13. Руководство по градиентным наблюдениям и определению составляющих теплового баланса. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1964. – 120 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Burlakova L.M. Pochvy Altaiskogo kraia: ucheb. posob. / L.M. Burlakova, L.M. Tatarintsev, V.A. Rassypnov. – Barnaul, Izd-vo ASKhl, 1988. – 69 s.

2. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva i gidrotermicheskie rezhimy chernozemnykh pochv na sklonakh vysokogo Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Shorina. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2012. – 120 s.

3. Kudriavtsev A.E. Sostoianie pochvennogo plodorodiia na sklonovykh zemliakh Altaiskogo Priobia: doklady, vystupleniia, rekomendatsii / A.E. Kudriavtsev, E.V. Konontseva. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 12-21.

4. Putilin A.F. Eroziia pochv v lesostepi Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. – 283 s.

5. Kashtanov A.N. Metodicheskie rekomendatsii po razrabotke landshaftnykh sistem zemledeliia v mnogoukladnom selskom khoziaistve / A.N. Kashtanov, A.P. Shcherbakov. – Kursk: VNIIZIPE, 1993. – 54 s.

6. Kiriushin V.I. Ekologicheskie osnovy zemledeliia. – Moskva: Kolos, 1996. – 367 s.

7. Musokhranov V.E. Povyslenie produktivnosti sklonovykh zemel. – Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1979. – 92 s.

8. Voronin A.D. Strukturno-funktsionalnaia gidrofizika pochv. – Moskva, 1984. – 203 s.

9. Shorina I.V. Vliianie relefa na gidrotermicheskiy rezhim chernozemov Priobia // Problemy ratsionalnogo prirodopolzovaniia v Altaiskom krae: sb. nauch. tr. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – S.121-124.

10. Bolotov A.G. Elektronnyi izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Iu.V. Bekhovyykh // Problemy prirodopolzovaniia na Altae. – Sb. nauch. tr. molodykh uchenyykh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 55-57.

11. Shein E.V. Opredelenie profilnogo raspredeleniia temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti / E.V. Shein, A.G. Bolotov, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.

12. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoystv pochvy / A.F. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

13. Rukovodstvo po gradientnym nabliudeniim i opredeleniiu sostavliaiushchikh teplovogo balansa. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1964. – 120 s.



УДК 630\*114:631.436:630(571.15)

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-220-2-43-49

**В.Ю. Патрушев, С.В. Макарычев**

**V.Yu. Patrushev, S.V. Makarychev**

## ОРОШЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

### IRRIGATION OF GARDEN STRAWBERRIES IN A FIELD EXPERIMENT

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

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