

Оригинальная статья

УДК 631.62:631.436

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-47-54>

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И ВЛАЖНОСТЬ В СЛОЯХ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВОЙ ГАЛЕЧНИКОВОЙ ПОЧВЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

А.Е. Хаджиди^{1✉}, Е.В. Кузнецов², А.Н. Куртнезирова³^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация³ ООО «Омега», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация¹ dtn-khanna@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-1375-9548² dtn-kuz@rambler.ru; ORCID: 0000-0003-0524-8390³ ars2507@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2449-3415

Аннотация. Цель исследований заключалась в том, чтобы экспериментально установить влияние экстремальной температуры на поверхности аллювиально-луговой галечниковой почвы в пахотном горизонте на тепловой режим и влажность для определения глубины заделки семян при дождевании. Исследовалась аллювиально-луговая галечниковая почва из пахотного слоя, образцы которой были доставлены со второй террасы горной реки Лабы. Исследовалась почва каменистостью 55,1 и 22%, а также почва без галечника. Над почвой на высоте 0,5 м размещалась лампа, имитировавшая солнечную радиацию 700 лк. Измерение параметров почвы влажности и температуры производилось каждые 15 мин в течение 24 ч. Проводился равномерный полив дождеванием нормой 9 мм. Выяснилось, что аллювиально-луговая галечниковая почва каменистостью 55,1% является непригодной для орошения дождеванием; пахотный горизонт иссушался под действием экстремальных температур; влажность находилась в диапазоне 7-8%. Поверхность пахотного горизонта почвы с каменистостью 22% испытывает нагревание до 65,01°C и иссушение, в слое 10-15 см температура понижается до 29,1°C и является благоприятной для посадки семян в почву на глубину не менее 12 см при дождевании. Влажность в почве в слое 10-15 см держится на уровне 43-48% в течение эксперимента. Сделаны выводы о том, что чем выше каменистость почвы, тем более контрастны параметры почвенных процессов: при каменистости 55,1% температура на поверхности почвы составляет 86,5°C, при каменистости 22% – 65,01°C, без камней – 49,5%. Наиболее благоприятный температурный режим наблюдается в слое почвы 10-15 см при каменистости 22%, где температура снижается с 36,0 до 29,1°C с ростом глубины. Каменистость почвы 55,1% при экстремальной температуре ведет к иссушению поверхности и дефициту влаги пахотного горизонта, которая снижается до 7-8%. При каменистости 22% в слоях 10-20 см влажность в течение суток оставалась в диапазоне 47-50%. На глубине 10 см влажность находилась в диапазоне 43-47%, на глубине 15 см – 46-48% соответственно. Посадку семян растений нужно производить на глубину не менее 12 см.

Ключевые слова: полив, дождевание, тепловой режим, каменистость, галечник, солнечная радиация, температура

Для цитирования: Хаджиди А.Е., Кузнецов Е.В., Куртнезирова А.Н. Влияние экстремальной температуры на тепловой режим и влажность в слоях пахотного горизонта аллювиально-луговой галечниковой почвы при орошении. Природообустройство. 2026;Т.19(1):47-54. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-47-54>

Original article

THE INFLUENCE OF EXTREME TEMPERATURE ON THE THERMAL REGIME AND HUMIDITY IN THE LAYERS OF THE ARABLE HORIZON OF ALLUVIAL MEADOW PEBBLE SOIL UNDER IRRIGATION

A.E. Khadzhibi¹, E.V. Kurtnezirov¹, A.N. Kurtnezirov¹^{1,2} Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russian Federation³ Omega LLC, Rostov-on-Don, Russian Federation¹ dtm-khanna@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-1375-9548² dtm-kuz@rambler.ru; ORCID: 0000-0003-0524-8390³ ars2507@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2449-3415

Abstract. To experimentally establish the influence of extreme temperature on the surface of alluvial meadow pebble soil in the arable horizon on the thermal regime and humidity to determine the depth of seed placement during sprinkling. **Materials and methods.** The alluvial meadow pebble soil from the arable layer, samples of which were delivered from the second terrace of the mountain river Laba, was studied. The soil with a stoniness of 55,1%, 22% and soil without pebbles were studied. A lamp simulating solar radiation of 700 lx was placed above the soil at a height of 0.5 m. Measurements of soil parameters of moisture and temperature were determined every 15 minutes for 24 hours. Uniform irrigation was carried out with sprinkling at a rate of 9 mm. **Results.** Alluvial meadow pebble soil with a stoniness of 55.1% is unsuitable for sprinkling irrigation; the arable horizon was dried out under the influence of extreme temperatures, and the humidity was in the range of 7-8%. The surface of the arable soil horizon with a stoniness of 22% experiences heating up to 65,01 °C and drying out, in the 10-15 cm layer the temperature decreases to 29.1 °C, and is favorable for the conditions of planting seeds in soils to a depth of at least 12 cm with sprinkling. The moisture in the soil in the 10-15 cm layer remains at a level of 43-48% during the experiment. **Conclusion.** The higher the soil stoniness, the more contrasting the parameters of soil processes: with stoniness of 55,1%, the temperature on the soil surface is 86,5 °C, with stoniness of 22% – 65,01 °C and without stoniness – 49, 5%. The most favorable temperature regime is observed in the soil layer of 10-15 cm with stoniness of 22%, where the temperature decreases from 36.0 to 29.1 °C with increasing depth. Soil stoniness of 55.1% at extreme temperatures leads to surface drying and moisture deficit of the arable horizon, which decreases to 7-8%. With stoniness of 22% in layers of 10-20 cm, humidity during the day remained in the range of 47-50%. At a depth of 10 cm, humidity was in the range of 43-47%, at a depth of 15 cm – 46-48%, respectively. Plant seeds should be planted at a depth of at least 12 cm.

Keywords: irrigation, sprinkling, thermal conditions, rockiness, gravel, solar radiation, temperature

For citation: Khadzhibi A.E., Kurtnezirov E.V., Kurtnezirov A.N. The influence of extreme temperature on the thermal regime and humidity in the layers of the arable horizon of alluvial meadow pebble soil under irrigation. *Privodoobustroystvo*. 2026;19(1):47-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-47-54>

Введение. Скелетность почвы оказывает влияние на ее температурный режим и влажность, особенно в пахотном слое, внутри которого происходят биохимические процессы, влияющие на рост и развитие растений [1, 2]. Температурный режим почвы оказывает значительное влияние на влажность почвы. При повышении температуры на поверхности почвы увеличивается испарение и происходит потеря влаги в верхних слоях почвы. Чем качественнее подготовлена почва к севу семян сельскохозяйственных культур, тем более интенсивным является процесс потери влаги в пахотном слое [3, 4]. В статье рассматриваются аллювиально-луговые галечниковые почвы с различной степенью каменистости, сформированные в дельтовой части горной реки

Лабы в Краснодарском крае [5]. Распространение данных почв приходится в основном на дельтовые массивы горных и предгорных рек Северного Кавказа, площадь которых занимает от сотни до десятков тысяч гектар. Данные почвы имеют хорошую дренированность. Ранней весной они переувлажнены [6], а при наступлении жаркого вегетационного периода быстро теряют влагу, иссушаются; ощущается нехватка влаги, в результате чего низкими являются всхожесть семян и урожай культур [7]. Близость к источникам орошения делает почвы привлекательными для выращивания сельскохозяйственных культур при орошении. Аллювиально-луговые почвы, обладающие различной каменистостью, в мелиорации земель изучены недостаточно [8].

Цель исследований: экспериментально установить влияние экстремальной температуры на поверхности аллювиально-луговой галечниковой почвы в пахотном горизонте на тепловой режим и влажность для определения глубины заделки семян при дождевании.

Материалы и методы исследований. Исследовалась аллювиально-луговая галечниковая почва (почва) из пахотного слоя, образцы которой были доставлены с опытного поля оросительной системы ООО «Сельхоз-Галан» Курганинского района Краснодарского края, расположенной на второй террасе горной реки Лабы. Пахотный слой почвы толщиной 20 см помещался в деревянные ящики на подготовленное основание из той же почвы толщиной 40 см. На фото (рис. 1) представлен участок опытного поля, на котором выполняется полив дождеванием.

На дне ящика устраивался дренажный слой из мелкой гальки для отвода избытка влаги при дождевании, и таким образом имитировался почвенный разрез пахотного слоя. Почва исследовалась в трех ящиках размером 0,5 × 0,5 × 0,6 м³. Повторность опыта – трехкратная; в качестве контроля использовалась аллювиально-луговая почва без галечника. Фракционный состав аллювиально-луговой почвы приведен в таблице.

В первом опыте (ящик 1) почва находилась с каменистостью 55,1%, во втором опыте (ящик 2) – с каменистостью 22%, в третьем опыте (ящик 3) почва была без галечника. Над почвой на высоте 0,5 м размещалась лампа накаливания (источник света) мощностью 500 Вт, имитировавшая солнечную радиацию 700 лк, которая наблюдается с 13 до 14 часов на поверхности почвы в вегетационный период сельскохозяйственных культур в данном регионе [9]. В 7 часов утра производился равномерный полив почвы дождеванием нормой

9 мм. Норма полива 9 мм принята из природно-климатических условий территории Курганинского района Краснодарского края. Полив почвы выполнялся с одновременным включением лампы; источник постепенно нагревал поверхность почвы до максимальной величины светового потока 700 лк. После нагрева почвы до экстремальной температуры лампа выключалась, и почва постепенно остывала. Экстремальная температура в опыте – это максимальная температура на поверхности почвы, которая наблюдается в вегетационный период культуры.

На поверхности и по глубине пахотного слоя почвы устанавливались тарированные электронные датчики влажности и температуры по контуру освещенности участка почвы на глубину пахотного слоя 5, 10, 15 и 20 см соответственно. На фото (рис. 2) представлена опытная установка.

Измерение параметров почвы влажности и температуры проводилось через каждые 15 мин в течение 24 ч. Параметры температуры

Таблица. Аллювиально-луговая пахотного горизонта опытного участка

Table. Alluvial-meadow arable horizon of the experimental plot

Галечник по фракциям, см <i>Pebbles by fractions, cm</i>	Содержание галечника в почве, % <i>Pebble content in the soil, %</i>
Хрящ 0,1-1 / Cartilage 0.1-1	13,58
Дресва, гравий 1-3 <i>Dressing, gravel 1-3</i>	26,37
Щебень 3-5 / Crushed stone 3-5	19,71
Мелкий 5-10 / Fine 5-10	18,67
Средний >10 / Medium	21,67
ИТОГО / TOTAL	100,00



а)



б)

Рис. 1. Орошаемый участок поля на аллювиально-луговой галечниковой почве:

а – поверхность пахотного слоя; б – орошаемый участок

Fig. 1. Irrigated area of the field on alluvial meadow pebble soil

a – surface of the arable layer photo b – irrigated area



Рис. 2. Опытная установка с измерительными приборами:
а – опытная установка; б – датчики измерения температуры и влажности

Fig. 2. Pilot plant with measuring instruments
a – pilot plant; b – temperature and humidity sensors

при помощи почвенного электронного термометра WT-1 класса 2 фиксировались по глубине через каждые 5 см до 20 см и подавались на компьютер, где выполнялась обработка результатов. Для измерения параметров влажности по слоям применялся прибор ВИМС-1У. Погрешность измерения параметров не превышала 3%. Продолжительность опыта составляла 24 ч.

Результаты и их обсуждение. Эксперименты были проведены для аллювиально-луговой галечниковой почвы с каменистостью 55,1%. Высокая каменистость почвы обуславливает нагрев поверхности пахотного горизонта до экстремальной температуры 86,5°C. Изменение температуры пахотного горизонта почвы по слоям с каменистостью 55,1% во времени дождеванием представлено на рисунке 3.

Поверхность почвы пахотного горизонта при экстремальной температуре нагревалась до 86,5°C, что обусловило нагрев низлежащих слоев 0-20 по закономерности (рис. 3). На глубине 10 см слоя 0-10 см максимальная температура достигла значения 43,5°C. При высоких температурах слоя почвы в слое 0-10 см замедляются биохимические процессы и растения испытывают стрессовое состояние. В слое почвы 10-15 см температура опускается до 32,6°C, что также создает неблагоприятные условия для растений.

Можно заключить, что экстремальный температурный режим будет неблагоприятно сказываться и на влажности почвы в пахотном горизонте. После дождевания нормой 9 мм в почве с каменистостью 55,1% происходит изменение влажности по времени, что подтверждается

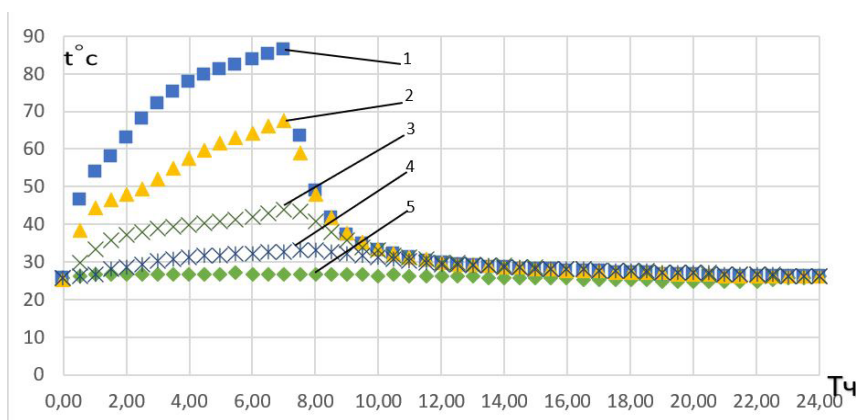


Рис. 3. График изменения температуры аллювиально-луговой почвы с каменистостью 55,1% по времени и глубине с поливной нормой 9 мм при поливе дождеванием:

1 – на поверхности почвы; 2 – на глубине 5 см; 3 – на глубине 10 см;
4 – на глубине 15 см; 5 – на глубине 20 см

Fig. 3. Graph of changes in the temperature of alluvial meadow soil with stoniness of 55.1% in time and depth at irrigation rate 9 mm for sprinkler irrigation

1 – on the soil surface; 2 – at a depth of 5 cm; 3 – at a depth of 10 cm; 4 – at a depth of 15 cm; 5 – at a depth of 20 cm

данными графика (рис. 4), где приводится изменение абсолютной влажности, %, по времени после дождевания нормой 9 мм в пахотном слое почвы 0-20 см.

При максимальной температуре на поверхности почвы 86,5°C с высокой каменистостью 55,1% и равномерном поливе дождеванием 9 мм начинается интенсивное перемещение воды от слоя к слою. В слое 0-5 см в начале полива была зафиксирована влажность 42,64%, которая к четвертому часу опыта составляла уже 2,1%, что говорит о наличии процесса иссушения верхнего горизонта почвы и о высокой фильтрации. В слоях 5-10 и 10-15 см в начале опыта влажность также составляла 42,64%. В слое 5-10 см после двух часов опыта начался процесс снижения влажности, которая к седьмому часу достигла минимальной величины 5,29%; к восьми часам наблюдалось плавное ее возрастание до 9,5%, и далее – плавное снижение до значения 5,5%.

Явление небольшого роста влажности после семи часов можно объяснить прогревом почвы и увеличением процесса испарения. Аналогичный процесс наблюдался в слое 10-15 см, когда после трех часов началось понижение влажности, что было вызвано глубиной слоя почвы и инерционностью процесса иссушения по глубине относительно слоя 5-10 см. Влажность почвы в конце опыта составила 8,43%. Аналогичные волновые перемещения влаги были установлены учеными [10], которые исследовали боковое распространение влаги в слоях почвогрунта.

В слое почвы 15-20 см на глубине подошвы пахотного горизонта 20 см влажность в начале опыта составляла 42,64%, к семи часам влажность повысилась до значений 43,18% и к завершению эксперимента была заметно снижена до значения 35,73%. Изменение влаги в этом слое пахотного горизонта носило волновой характер.

По результатам опыта над галечниковой почвой с 55,1%-ной каменистостью можно сделать следующие выводы. Высокая степень каменистости почвы влияет на температурный режим пахотного горизонта, который сильно нагревается до экстремальных температур, ввиду чего растет иссушение верхнего слоя 0-5 см пахотного горизонта к 3,5 часа эксперимента. Кратковременный нагрев почвы до экстремальных температур приводит к дефициту влажности в более глубоких слоях пахотного горизонта и будет отрицательно влиять на всхожесть семян сельскохозяйственных культур, влажность снижается до 7-8%. Для аллювиально-луговых галечниковых почв с высокой каменистостью требуются мероприятия по уборке камней.

Исследовалась аллювиально-луговая галечниковая почва с каменистостью 22%. До нагрева почвы было выполнено ее дождевание нормой 9 мм. Процесс нагрева и остывания на поверхности и по глубине пахотного горизонта по слоям аллювиально-луговой галечниковой почвы представлен на графике (рис. 5): на седьмом часу нагрева наблюдалось экстремальное значение температуры на ее поверхности, которое достигло значения 65,01°C.

При снижении каменистости почвы до 22% уменьшилась поверхность нагрева пахотного горизонта, которая снизилась с 86,5 до 65,01°C, то есть на 21,49°C, или на 24,84%. Из результатов опыта следует, что каменистость существенно влияет на температурный режим поверхности почвы при дождевании. При экстремальной температуре на глубине почвы 5 см она будет составлять 40,20°C, что является недопустимым для заделки семян в почву. На глубине почвы 10 см температура снижается до величины 36,0°C, которая является также выше верхней границы биохимических процессов, необходимых в почве для развития

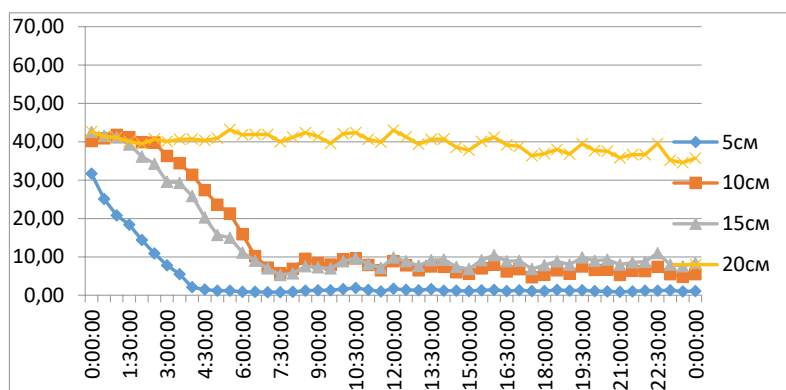


Рис. 4. График изменения абсолютной влажности, %, по времени после дождевания нормой 9 мм в пахотном слое почвы с каменистостью 55%

Fig. 4. Graph of Absolute Humidity Change in% by Time after sprinkling with a norm of 9 mm in the arable layer of soil with a stoniness of 55%

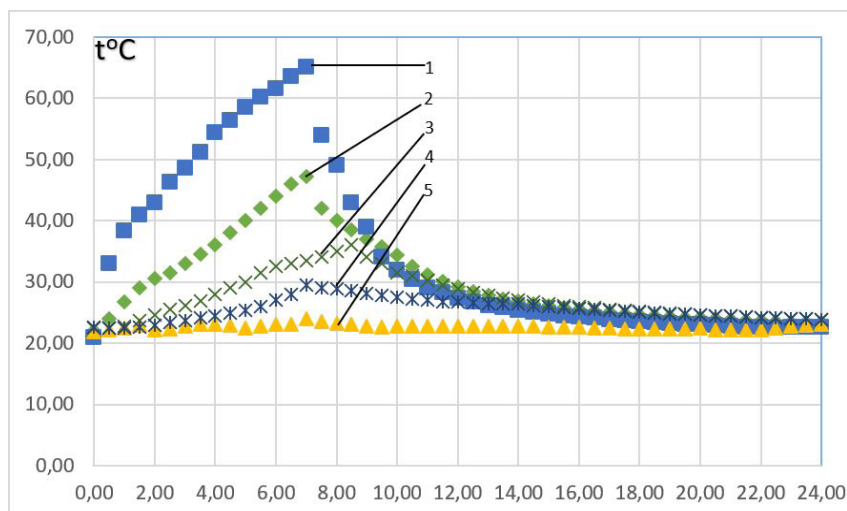


Рис. 5. Изменение температуры аллювиально-луговой галечниковой почвы 3 и 4 по времени и глубине при поливной норме 9 мм:

1 – на поверхности почвы; 2 – на глубине 5 см; 3 – на глубине 10 см;
4 – на глубине 15 см; 5 – на глубине 20 см

Fig. 5. Change in the temperature of alluvial meadow pebble soil 3 and 4 in time and depth at an irrigation rate of 9 mm

1 – on the soil surface; 2 – at a depth of 5 cm; 3 – at a depth of 10 cm; 4 – at a depth of 15 cm; 5 – at a depth of 20 cm

растений. Из этого следует, что необходимо заделывать семена в почву на глубину 12 см несмотря на то, что на глубине 15 см температура имеет более благоприятное значение (29,1°C), чем на глубине более 12 см, но при глубине 15 см прорастание семян требует большей энергии роста [11].

На рисунке 6 представлен график изменения влажности по времени в пахотном горизонте аллювиально-луговой галечниковой почвы при каменистости 22% по слоям при поливной норме 9 мм дождеванием.

При поливе дождеванием отслеживалось перемещение влаги от слоя к слою. В слое 5 см максимальная влажность составляла 62% на первом часе опыта. К восьмому часу опыта влажность

уменьшилась до значения 7% и далее, в течение суток, практически не менялась. В слое 20 см наблюдалась повышенная влажность, которая в течение суток оставалась в диапазоне 47-50%. Влажность в слое 20 см имеет максимальное значение по отношению к влажности в слоях 10 и 15 см. В слое на глубине 10 см наблюдается влажность, которая находится в диапазоне 43-47%; влажность в слое 15 см принимает значения 46-48%. Следовательно, нужно посадку семян растений кукурузы производить на глубину не ниже 12 см, так как в этом слое почвы влажность для растений является оптимальной, достигая 43-47%, а также проводить орошение дождеванием поливной нормой 9 мм при каменистости галечниковой почвы 22%.

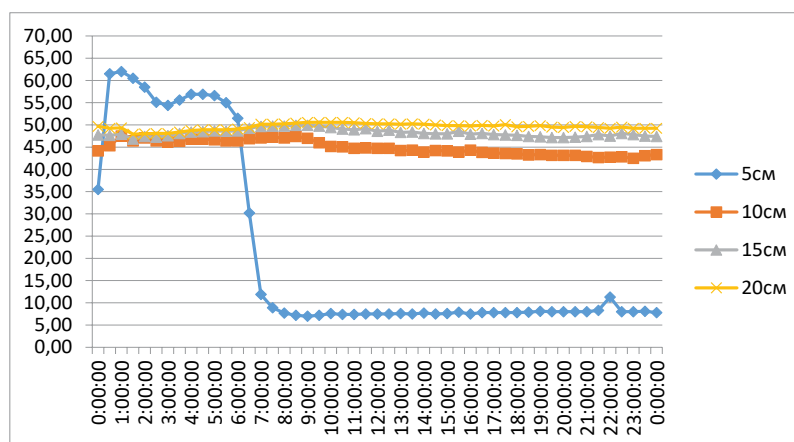


Рис. 6. График изменения влажности по времени после дождевания нормой 9 мм в пахотном горизонте почвы с каменистостью 22%

Fig. 6. Graph of moisture change in time after sprinkling at a rate of 9 mm in the arable horizon of soil with stoniness of 22%

На рисунке 7 представлен график изменения температуры аллювиально-луговой почвы без галечника по времени и глубине при поливной норме 9 мм дождеванием.

Экстремальная температура на поверхности почвы достигает значения 49,5°C и на глубине 5 см принимает величины 40,2°C. На глубине

10 см температура имеет значение 33,0°C, что ниже температуры почвы при каменистости 22% или меньше на 8%. На глубине 15 см температура снизилась до значения 29,1°C, тогда как для каменистой почвы 22% она также составляет 29,1°C, а для почвы с каменистостью 55,1% – 32,88°C.

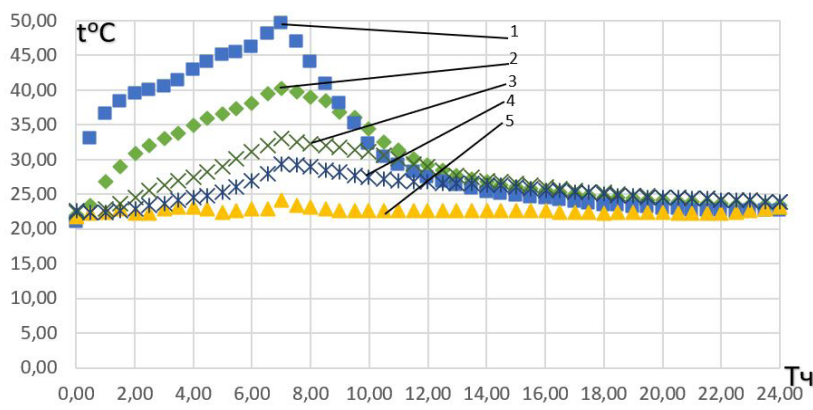


Рис. 7. График изменения температуры аллювиально-луговой почвы по времени и глубине при поливной норме 9 мм дождеванием:

1 – на поверхности почвы; 2 – на глубине 5 см; 3 – на глубине 10 см; 4 – на глубине 15 см; 5 – на глубине 20 см

Fig. 7. Graph of changes in the temperature of alluvial meadow soil in time and depth at an irrigation rate of 9 mm by sprinkling

1 – on the soil surface; 2 – at a depth of 5 cm; 3 – at a depth of 10 cm; 4 – at a depth of 15 cm; 5 – at a depth of 20 cm

Выводы

Экстремальная температура влияет на температурный режим и влажность пахотного горизонта аллювиально-луговой галечниковой почвы при дождевании нормой 9 мм. Чем выше каменистость почвы, тем более контрастными являются параметры почвенных процессов: температура снижается по мере роста глубины от экстремального значения на поверхности до минимального значения на глубине 20 см; почва при каменистости 55,1% имеет температуру на поверхности почвы 86,5°C, при каменистости 22% – 65,01%, без камней (контроль) – 49,5°C соответственно.

Наиболее благоприятный температурный режим наблюдается в слое почвы 10-15 см при каменистости 22%, где температура снижается

с 36,0 до 29,1°C с ростом глубины. Высеять семена в аллювиально-луговую галечниковую почву необходимо на глубину 12 см.

Каменистость почвы 55,1% при экстремальной температуре ведет к иссушению поверхности и дефициту влаги пахотного горизонта, которая снижается до 7-8% при дождевании.

При каменистости 22% в слоях 10-20 см влажность в течение суток оставалась в диапазоне 47-50%. На глубине 10 см влажность находилась в диапазоне 43-47%, на глубине 15 см – 46-48% соответственно. Следовательно, посадку семян растений кукурузы, как наиболее распространенной культуры в Краснодарском крае, нужно производить на глубину 12 см при каменистости галечниковой почвы 22% и дождевании нормой 9 мм.

Список использованных источников

1. Соломенцева А.С., Межевова А.С., Солонкин А.В. Влияние абиотических факторов среды на биохимический состав плодов растениеводческой продукции // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 29-38. DOI: 10.28983/asj.у2023i9pp29-38.
2. Puy A., Lo Piano S. & Saltelli A. (2020). Current models underestimate future irrigated areas. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL087360. <https://doi.org/10.1029/2020GL087360>
3. Новиков А.Е., Новиков А.А. Орошение и комплексное развитие сельских территорий // Орошаемое земледелие. 2024. № 2 (45). С. 5-6.

References

1. Solomentseva A.S., Mezhevova A.S., Solonkin A.V. Influence of abiotic environmental factors on the biochemical composition of fruits of crop production // *Agrarian Scientific Journal*. 2023. No. 9. P. 29-38. DOI: 10.28983/asj.у2023i9pp29-38.
2. Puy A., Lo Piano S., & Saltelli A. (2020). Current models underestimate future irrigated areas. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL087360. <https://doi.org/10.1029/2020GL087360>
3. Novikov A.E., Novikov A.A. Irrigation and integrated rural development // *Irrigated agriculture*. 2024. No. 2(45). P. 5-6.

4. Дустназарова С.А. Капельное орошение в контексте водосберегающих технологий // *Academy*. 2020. № 4 (55). С. 29-31.

5. Куртнезирова А.Н., Хаджиди А.Е. Исследование водно-физических свойств галечниковых почв в условиях орошения // *International Agricultural Journal*. 2022. Т. 65, № 3. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_3_13.

6. Boroughani M., Mirchooli F., Hadavifar M., and Fiedler S. *SOIL*, 9, 411-423. <https://doi.org/10.5194/soil-9-411-2023>, 2023.

7. Радовня В.А., Романьков Д.А., Мастеров А.С., Скирукха А.Ч. Законы земледелия в применении к отрасли растениеводства. Ч.1. Законы земледелия как теоретическая база растениеводства // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024. № 1. С. 125-133. EDN: MQCKWZ

8. Опанасенко Н.Е. Гранулометрический состав скелетных почв лагуны Донузлава Крыма, перспективных под сады // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2018. № 126. С. 111-116. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.126.2018.17>

9. Барсукова Г.Н., Деревенец Д.К., Липилин Д.А. и др. Учет природно-климатических, почвенных и экологических особенностей природных ландшафтов Краснодарского края при переходе к адаптивно-ландшафтной системе земледелия // *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки*. 2022. Т. 16, № 1. С. 44-52. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-1-44-52.

10. Кузнецов Е.В., Алматар А. Исследование влияния капельного и внутрипочвенного орошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2022. № 4 (88). С. 82-90.

11. Павлов И.М., Кубашева Ж.К., Сарсенов Е.А. Технология заделки семян в почву усовершенствованным рабочим органом зерновой сеялки // *Новости науки Казахстана*. 2020. № 1 (143). С. 169-174. DOI: 10.53939/15605655/2020_1_188.

Об авторах

Анна Евгеньевна Хаджиди, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения; Author ID: 509767, ORCID: 0000-0002-1375-9548; dtm-khanna@yandex.ru

Евгений Владимирович Кузнецов, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства и эксплуатации воздухохозяйственных объектов, Author ID: 176848, ORCID: 0000-0003-0524-8390, dtm-kuz@rambler.ru

Арсен Нариманович Куртнезирова, ведущий инженер производственно-технического отдела (ПТО), ООО «Омега» г. Ростов-на-Дону; Author ID: 838873, ORCID: 0000-0002-2449-3415, ars2507@yandex.ru

Вклад авторов

А.Е. Хаджиди: общее научное руководство исследованием, постановка проблемы и целей, разработка концепции эксперимента
Е.В. Кузнецов: определение физико-химических свойств образцов почвы (влажность, химический состав), формулировка выводов

А.Н. Куртнезирова: работа с литературными источниками, проведение экспериментов, участие в анализе результатов и оформлении

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interests

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 06.05.2025

Поступила после рецензирования / Received after peer review 12.02.2026

Принята к публикации / Accepted for publication 13.02.2026

4. Dustnazarova S.A. Drip irrigation in the context of water-saving technologies // *Academy*. 2020. No. 4(55). P. 29-31.

5. Kurtnezirov A.N., Khadjidi A.E. Investigation of the water-physical properties of pebble soils under irrigation conditions // *International Agricultural Journal*. 2022. Vol. 65, No. 3. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_3_13.

6. Boroughani M., Mirchooli F., Hadavifar M., and Fiedler S.: *SOIL*, 9, 411-423, <https://doi.org/10.5194/soil-9-411-2023>, 2023.

7. V. Radovnya. A. N.D. Romankov. A. N.A. Masters. According to S. N.A. Skirukha, The laws of agriculture As applied to the crop industry part I. The laws of agriculture as a theoretical basis for crop production // *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2024. № 1. According to S. N. 125-133. EDN: MQCKWZ

8. Opanasenko N.E. Granulometric composition of skeletal soils of the Donuzlav lagoon of Crimea, promising for gardens // *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. – 2018. – (126). According to S. N. – 111-116. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.126.2018.17>

9. G. Barsukova, N.D. Derevenets, K.D. Lipilin, A. N. [et al.] Consideration of the climatic, soil and ecological features of the natural landscapes of the Krasnodar Territory during the transition to an adaptive landscape farming system // *Proceedings of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences* 2022. Vol. 16, No. 1. According to S. N. 44-52. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-1-44-52.

10. Kuznetsov E.V., Almatar A. Investigation of the effect of drip and intra-soil irrigation of soybeans in extreme conditions on rice soils // *Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture*. 2022. No. 4(88). P. 82-90.

11. Pavlov I.M., Kubasheva Zh.K., Sarsenov E.A. Technology of embedding seeds in the soil with an improved working body of a grain planter // *Science News of Kazakhstan*. – 2020. No. 1(143). P. 169-174. DOI: 10.53939/15605655/2020_1_188.

Information about the authors

Anna E. Khadjidi, DSs (Tech), associate professor, head of the department of hydraulics and agricultural water supply; Author ID: 509767, ORCID ID: 0000-0002-1375-9548; dtm-khanna@yandex.ru

Evgeniy V. Kuznetsov – DSs (Tech), professor, professor of the department of construction and operation of water management facilities, Author ID: 176848; ORCID ID: 0000-0003-0524-8390; dtm-kuz@rambler.ru

Arsen N. Kurtnezirov, leading engineer of the industrial-technical department (ITD), ООО "Omega", Rostov-on-Don; Author ID: 838873, ORCID ID: 000-00002-2449-3415; ars2507@yandex.ru

Contribution of authors

A.E. Khadjidi: general scientific management of the research, formulation of the problem and goals, development of the concept of the experiment

E.V. Kuznetsov: determination of physical and chemical properties of soil samples (moisture, chemical composition), formulation of conclusions

A.N. Kurtnezirov: working with literary sources, conducting experiments, participating in the analysis of results and design