



Специфика насыщения снеготалыми водами почв агроценозов юго-востока Западной Сибири

© 2025 А. С. Чумбаев , Г. Ф. Миллер , С. В. Соловьев , А. Н. Безбородова , М. Б. Гожоев

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2, г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: chas30@mail.ru

Цель исследования. На фоне тенденции увеличения количества зимних осадков оценить специфичность насыщения почв склоновых территорий агроценозов юго-востока Западной Сибири снеготалыми водами в предпосевной период.

Место и время проведения. Присалаирская дренированная равнина, Буготаксткий мелкосопочник в пределах Новосибирской области, 2019–2024 гг.

Методы. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом в образцах, отобранных буром до глубины 150 см послойно, через каждый 10 см. Проводилось двукратное бурение. Измерение температуры почвы в полевых условиях и обустройство температурных площадок проводили в соответствии с ГОСТ 25358-2012 и РД 52.33.760-2011. На температурной площадке устанавливались автономные регистраторы температуры на глубинах 0, 5, 10, 15, 20 см и далее через каждые 20 см до глубины 160 см. Датчики программировались на 3-часовой интервал измерения температуры. Высоту снежного покрова определяли путем сплошных снегомерных съемок по параллельным маршрутам, пересекающим водосбор через каждые 100 м (РД 52.08.730-2010). Плотность и запасы воды в снеге на различных элементах катены определяли в двукратной повторности с помощью снегомера ВС-43.

Основные результаты. На основе анализа погодных данных в холодные периоды 2019–2024 гг. был установлен продолжающийся стабильный рост количества атмосферных осадков, зафиксированный авторами ранее. За исследуемые зимы в регионе в среднем выпало 180 мм осадков, что в 1,6 раз больше среднегодовой нормы. В изучаемые годы было отмечено, что запасы влаги в слое 0–50 см слабоэродированных черноземов находились ниже уровня наименьшей влагоемкости, из чего можно предположить, что почвы уходили в зиму с резервом водовместимости. Таяние снега в регионе начинается в первой половине апреля и, в зависимости от снежности зим и погодных условий, может длиться от 5 до 15 дней, за которые почва успевает оттаять с поверхности не более чем на 30 см. К моменту наибольшего поверхностного стока талых вод этот слой пропитывался талой водой до содержания влаги, превышающее полную влагоемкость (тиксотропное состояние). После прекращения поверхностного стока происходил сброс талой воды из почв как вглубь почвенного профиля (при условии полного оттаивания почв), так и внутрипочвенным стоком вниз по склону. Под воздействием прямых солнечных лучей и нарастающей круглосуточной положительной температуры воздуха шел дополнительный расход почвенной влаги на испарение. В результате этого, через несколько дней после окончания снеготаяния и поверхностного стока талых вод, запас влаги в слое 0–30 см пахотных почв соответствовал осеннему, а в отдельные годы отмечен дефицит (ниже уровня наименьшей влагоемкости).

Заключение. Пахотные черноземы юго-востока Западной Сибири могут иметь дефицит почвенной влаги в предпосевной период, несмотря на большой запас осенней водовместимости, высокое количество осадков в холодный период и значительный поверхностный сток талых вод. Содержание влаги в слоях почвы 0–30 и 0–50 см после снеготаяния на уровне (или ниже) наименьшей влагоемкости свидетельствует об особенностях поглощения снеготалых вод черноземами агроценозов юго-востока Западной Сибири. Недостаток почвенной влаги в предпосевной период отмечен в среднем 2 раза в пятилетие. Наличие внутрипочвенного мерзлотного экрана во время снеготаяния является основной преградой для талых вод, которые могли бы пополнить запас влаги в нижележащих слоях почвы. За период в 10–25 дней между окончанием снеготаяния и началом полевых работ, под действием нарастающих положительных температур воздуха и прямых солнечных лучей происходит дальнейший расход влаги на испарение из пахотного слоя 0–30 см. Атмосферные осадки мая очень важны для сельскохозяйственных культур в начале вегетационного периода, однако намечающаяся тенденция снижения доли осадков этого месяца в их годовом количестве может создавать сложности для формирования высоких и стабильных урожаев зерновых в регионе.

Ключевые слова: влажность почв; запас почвенной влаги; сток талых вод; снеготаяние; Западная Сибирь; почвы; холодный период.

Цитирование: Чумбаев А.С., Миллер Г.Ф., Соловьев С.В., Безбородова А.Н., Гожоев М.Б. Специфика насыщения снеготалыми водами почв агроценозов юго-востока Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. 2025. Том 8. № 3. е339. DOI: [10.31251/pos.v8i3.339](https://doi.org/10.31251/pos.v8i3.339)

ВВЕДЕНИЕ

Почвенная влага играет большую роль в почвообразовании и является одним из главных факторов плодородия почв. Особенно важно количество влаги в начале вегетационного периода. Так, для озимых культур значимы запасы доступной влаги в период кушения, а для яровых – в период набухания и прорастания семян. Во многих регионах нашей страны запасы продуктивной влаги начинают формироваться уже в осенний и предзимний периоды. В силу особенностей природно-климатических условий Западной Сибири (отсутствие зимних оттепелей, сильное и глубокое промерзание почвенной толщи) основное пополнение запасов почвенной влаги в конце холодного периода происходит именно во время снеготаяния.

В классической работе А.А. Роде (1965) по гидрологии почв показано, что водный режим почв неразрывно связан с климатом. В тоже время, влажность почвы – важнейший климатический компонент, поскольку она в значительной степени определяет исходящие конвективные потоки тепла и влаги в атмосферу и, соответственно, температуру поверхности суши (Лавров, 2025).

С последней четверти XX в. в мире отмечается потепление климата с увеличением средней температуры приземного слоя воздуха и ростом годовой суммы осадков, хотя в условиях РФ отмечены районы с их уменьшением (Иванов, 2009). Наблюдаемый мировой тренд увеличения среднегодовой температуры отмечен и на юго-востоке Западной Сибири; одновременно с повышением температуры регистрируется и увеличение количества осадков.

Вопрос о многолетних колебаниях климатических параметров всегда был актуальным. А.И. Воейков (1952), проанализировав многолетние метеоданные г. Барнаул, отметил колебания количества осадков в 25-летних циклах. В 2019 году аналогичным образом был сделан анализ изменения температуры воздуха и количества осадков холодного сезона для территории Предсалаирья. Показано, что за 80 лет тренд количества осадков исследуемого региона направлен в сторону увеличения, как и тренд температуры воздуха за холодный период. Выявлено три полных цикла выпадения осадков холодного периода, длившихся по 25 лет, которые охарактеризованы как малоснежный, нормально снежный и многоснежный циклы. Был сделан прогноз, что четвертый цикл (начавшийся в 2013 г.) продолжится до 2037 г. и будет иметь признаки очень многоснежного, так как в среднем за 2013–2019 гг. запасы воды в снеге в 1,5 раза превышали количество осадков, выпадавших в нормально снежный цикл увлажнения на территории юго-востока Западной Сибири (112 мм) (Танасиенко и др., 2019). К аналогичным выводам об увеличении количества осадков пришли и другие исследователи (Виноградова и др., 2000; Дорохов, 2024).

Рассматривая вопрос влагообеспеченности агроценозов в предпосевной и посевной периоды, необходимо исследовать осадки именно холодного периода (ноябрь–апрель). Увеличение количества зимних осадков влияет на увеличение ранневесенних и предпосевных запасов влаги в почве агроценозов, однако это не всегда так. Значительная часть осадков зимне-весеннего периода расходуется на поверхностный сток и испарение еще до посева и не используется растениями в период их вегетации. Весенний посев яровых культур проводится при наступлении физической спелости почвы, а уже в период прохождения фазы колошения зерновые культуры часто испытывают недостаток доступной влаги; слабо развитая вторичная корневая система способствует значительному снижению потенциальной продуктивности (Халин, 2019).

Цель исследования – на фоне тенденции увеличения количества зимних осадков оценить специфичность насыщения почв склоновых территорий агроценозов юго-востока Западной Сибири снеготалыми водами в предпосевной период.

Основными задачами исследований являлись:

1. Изучить изменение количества осадков и температуры воздуха в холодные периоды 2019–2024 гг.
2. Провести анализ данных внутрисезонного изменения влажности почв агроценозов и запасов продуктивной влаги в предпосевной период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Режим изменения почвенной температуры и влаги в холодный период (ноябрь–апрель) гидрологического года непрерывно изучается нами с 2001 года в агро- и биогеоценозах юго-востока Западной Сибири в пределах Новосибирского Предсалаирья. Климатические изменения изучались для трех административных районов Новосибирской области – Болотнинского, Тогучинского и Маслянинского, территория которых характеризуются наибольшим горизонтальным и вертикальным расчленением рельефа. В данной работе представлены материалы мониторинговых наблюдений климатических параметров за 2019–2024 гг. (<https://rp5.ru/>).

Объектами исследования служили гидротермические условия (температура воздуха и количество осадков) и гидротермический режим (температура и запасы влаги) черноземов выщелоченных слабоэродированных, сложившиеся в холодные периоды 2019–2024 гг. Поскольку на незэродированных черноземах Предсалаирья сток талых вод минимален, основное внимание при изучении элементов баланса влаги мы сосредоточили на слабоэродированных почвах, занимающих доминирующее положение (80%) среди эродированных черноземов. В качестве ключевого участка был выбран склон юго-восточной экспозиции, находящийся в пределах Присалаирской дренированной равнины (Предсалаирье), в самой расчлененной ее части – Буготакском мелкосопочнике (Новосибирская область, 55°01'43,7" с.ш. и 83°50'42,3" в.д.).

Температуру поверхности почвы, а также на глубинах 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 см фиксировали автономными регистраторами температуры DS-1921G Thermochron. Обустройство скважин и термометрических площадок проводили в соответствии с ГОСТ 25358-2012 и РД 52.33.760-2011. Температуру воздуха фиксировали аналогичным датчиком, закрепленным на деревянном шесте на высоте 2 м над поверхностью почвы и затененным от воздействия прямых солнечных лучей. Все датчики были запрограммированы на трехчасовой интервал измерений; таким образом, за сутки проводилось восемь измерений температуры. Начало и скорость, а также даты полного замерзания/оттаивания почв устанавливали по данным датчиков Thermochron. За глубину промерзания почв принимается толща почвы с температурой 0°C, при которой происходит замерзание свободной влаги.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (Вадюнина, Корчагина, 1973) в образцах, отобранных буром до глубины 150 см послойно, через каждый 10 см. Для оценки внутрисезонного изменения влажности почв на ключевых точках, образцы отбирали в предзимье (конец октября – начало ноября), перед снеготаянием (III декада марта) и после снеготаяния (15–30 апреля).

Натурные наблюдения за распределением снежного покрова и запасами воды в снеге проводили путем сплошных снегомерных съемок по параллельным маршрутам, пересекающим водосбор через каждые 100 м (РД 52.08.730-2010). Такие наблюдения осуществляли ежегодно в период с 20 по 30 марта, в декаду максимального запаса атмосферных осадков за холодный период. Высоту снега определяли снегомерной рейкой через каждые 5 м, а плотность – с помощью снегомера ВС-43 – через каждые 100 м в двукратной повторности.

Запас воды в снеге на водосборах определяли путем умножения средней арифметической величины плотности снежного покрова на среднюю высоту снега на том или ином элементе водосбора. Количество осадков (в твердом и/или жидком виде), выпадающие после этапа снегомерной съемки и до окончания снеготаяния, бралось из данных Росгидромета и суммировалось с полученными результатами снегомерной съемки.

Статистическая обработка результатов (среднеарифметическое $\pm$ стандартная ошибка среднего) исследований проводилась с использованием стандартных приемов в MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЯ

Анализ данных за холодные периоды в интервале наблюдений с 2019 по 2024 гг. показал продолжающийся стабильный рост количества осадков, выпавших на территории Новосибирского Предсалаирья (рис. 1).

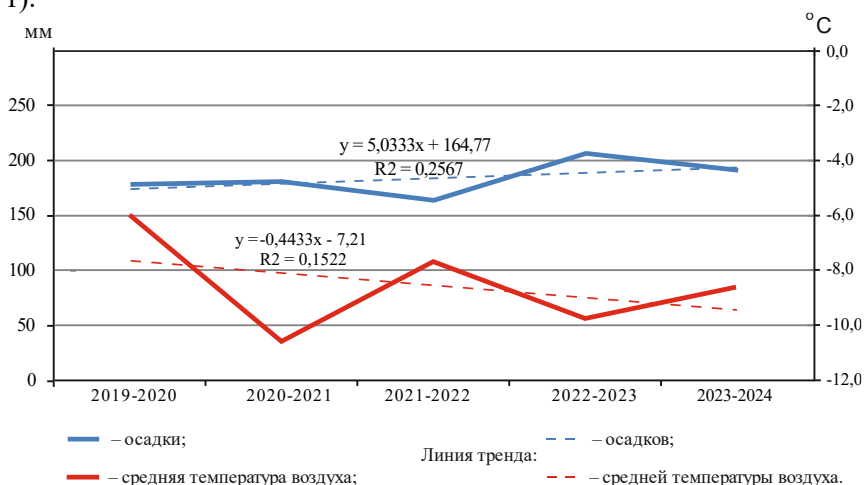


Рисунок 1. Средняя температура воздуха и сумма осадков холодных периодов.

За зимы этого периода в среднем выпало 180 мм осадков, что в 1,6 раз больше, чем в нормально снежный цикл. Одновременно с увеличением количества осадков отмечается снижение средней зимней температуры воздуха. Нисходящее положение линии тренда указывает на тенденцию похолодания зим на фоне увеличения количества осадков. Аналогичные результаты для юга Сибири получены и у других исследователей (Носкова и др., 2021).

Ранее установлено, что в предзимье, после теплого периода с разным увлажнением, запасы влаги верхнего полуметрового слоя черноземов Предсалаирья, вне зависимости от степени эродированности, могут превышать наименьшую влагоемкость (**НВ**), что предполагает наличие в этом слое гравитационной влаги (Танасиенко и др., 2017). Но дальнейший мониторинг влажности почв в холодный период гидрологического года показал, что с 2013 г. предзимние запасы влаги слоя 0–50 см слабозеродированных черноземов Предсалаирья находились ниже уровня наименьшей влагоемкости. Следовательно, в исследуемые годы (2019–2024 гг.) почвы уходили в зиму с резервом водовместимости от 1 до 60 мм (рис. 2).

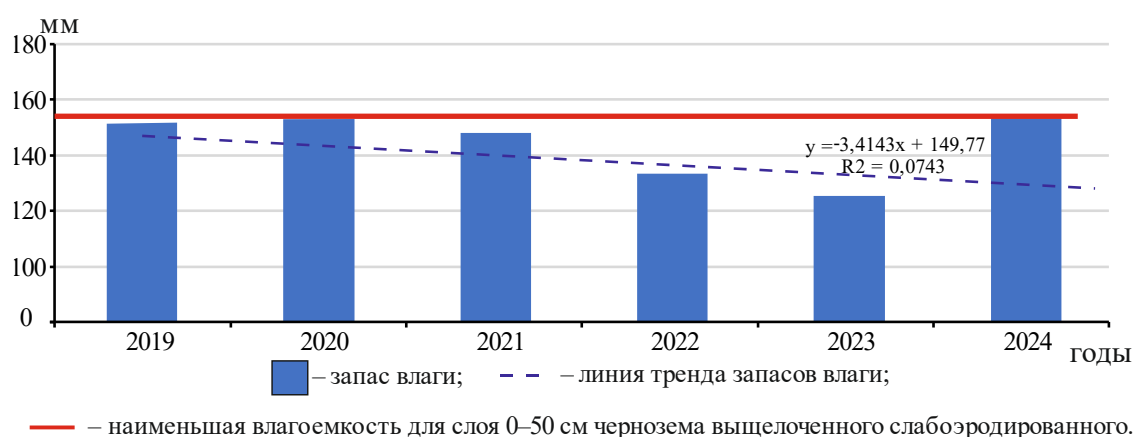


Рисунок 2. Предзимние запасы влаги в слое 0–50 см чернозема выщелоченного слабозеродированного.

Для выявления внутрисезонного изменения влажности исследуемых почв, в период проведения снегомерной съемки проводился отбор образцов почв для определения влажности на контрольных точках. Установлено, что запасы почвенной влаги в слое 0–50 см перед снеготаянием немного превышали осенние.

Анализ многолетних данных послойной влажности почв ключевого участка показал, что прибавка запаса влаги в верхнем полуметровом слое происходит исключительно за счет увеличения ее содержания в слое 0–30 см (табл. 1).

Таблица 1

Внутрисезонный послойный запас влаги в почвах ключевого участка, усредненный за период 2019–2024 гг.

Чернозем выщелоченный слабозеродированный, пашня	Слой, см	<i>n</i>	Предзимье	Перед снеготаянием	Разница
	0–30	12	93,2 ± 4,6*	126,8 ± 7,6	33,6
	0–50	12	146,3 ± 6,3	179,4 ± 7,9	33,1

Примечание.

* $M \pm m$ (среднеарифметическое ± стандартная ошибка среднего).

В большинстве случаев постоянный снежный покров в регионе устанавливается в ноябре, поверх теплой почвы, в результате чего происходит его подтаивание и насыщение снеготалыми водами верхней части почвенного профиля. Продолжающееся понижение температуры воздуха и расход запаса почвенного тепла на таяние снега на поверхности приводят к началу промерзания почвы и прекращению пополнения резервов влаги в верхних слоях почв. В мерзлом состоянии сибирские почвы находятся более 5 месяцев.

Первые положительные температуры воздуха на исследуемой территории отмечаются в третьей декаде марта. В дневное время, под действием прямых солнечных лучей и невысокой положительной температуры воздуха (0,5...1,5°C), на поверхности снежного покрова начинаются процессы как таяния,

так и сублимации. В ночное время, талая вода вновь замерзает, формируя на поверхности снежной толщи ледяную корку (наст).

Стабильное таяние снежного покрова, как правило, начинается в первой половине апреля и, в зависимости от снегозапасов и типа весенней погоды, может длиться от 5 до 15 дней. Наличие ледяной прослойки на поверхности и в толще снега затрудняет весной проникновение солнечных лучей и теплого воздуха вглубь снежной толщи, что приводит к снижению скорости снеготаяния и увеличению длительности этого периода. В отдельные годы присутствие довольно мощного (1–2 см) наста поверх снежного покрова в нижней трети склонов южной экспозиции ведет к миграции талых вод по поверхности снега в начальный период снеготаяния; поверхность почвы начинает оттаивать, еще находясь под снегом, под воздействием талой воды, просачивающейся сквозь толщу снега. Скорость оттаивания почвы под снегом весьма мала – около 2 мм/сутки; но с образованием первых проталин проявляется действие дополнительных факторов – прямых солнечных лучей и положительных температур воздуха, в результате чего интенсивность оттаивания почвы может достигать 10 см/сутки.

На юго-востоке Западной Сибири в первые дни активного таяния снега температура воздуха (а впоследствии, и температура поверхности почвы) еще недостаточно высока для полного прогрева почвенного профиля. Поэтому здесь ежегодно в первую половину снеготаяния (а в отдельные годы и на протяжении всего снеготаяния) в почве на глубине 30–60 см находится мерзлый слой с температурой 0°C и ниже – льдистый мерзлотный экран, где крупные поры заполнены льдом, препятствующий миграции талых вод в нижележащие почвенные слои (Чумбаев и др., 2013). Данный мерзлотный экран – специфическая особенность западносибирского почвенного климата холодного периода, отличающегося от такового в Европейской части России. Наличие льдистого мерзлотного экрана в почвах в весенний период является одной из главных причин формирования поверхностного стока талых вод и развития эрозионных процессов. Как правило, мерзлотный экран формируется на распаханых почвах, где в первые дни снеготаяния происходит быстрый прогрев лишь верхнего 10-сантиметрового слоя. Через несколько дней активного снеготаяния, при освободившейся от снега поверхности почвы, пахотный слой оттаивает до глубины 20–30 см и, пропитываясь талой водой, приобретает тиксотропное состояние (влажность более полной влагоемкости).

В конце снеготаяния (вторая-третья декада апреля) происходит сброс талой воды из почв как вглубь почвенного профиля (при условии полного оттаивания почв), так и с внутрпочвенным стоком вниз по склону. Под воздействием прямых солнечных лучей и положительной среднесуточной температуры воздуха происходит дополнительный расход почвенной влаги на испарение.

В исследуемые годы указанные процессы способствовали тому, что весной 2020 года запас влаги в полуметровом слое после снеготаяния лишь немногим превышал наименьшую влагоемкость, а весной 2021 и 2022 годов он был меньше НВ, т.е. сформировался дефицит почвенной влаги (рис. 3).

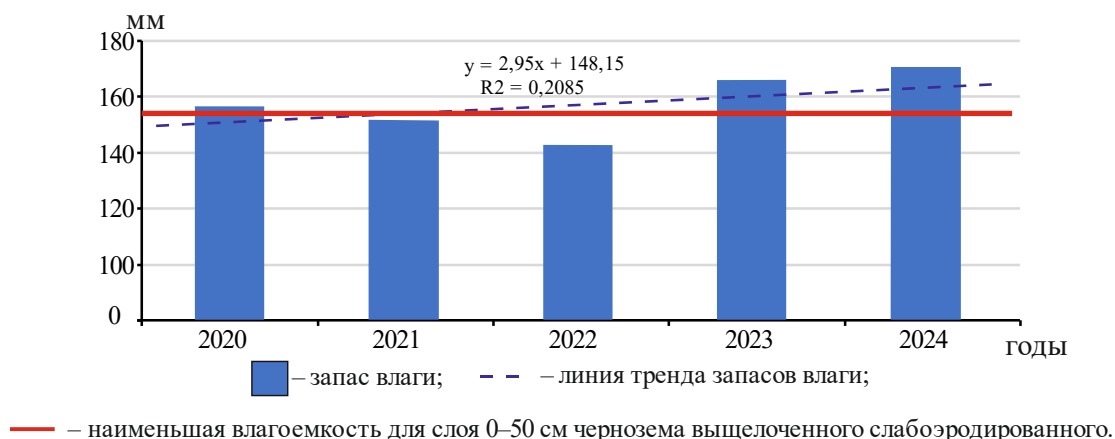


Рисунок 3. Запасы влаги в слое 0–50 см чернозема выщелоченного слабоэродированного после снеготаяния (вторая–третья декада апреля).

Согласно (Герцык, Роде, 1980) под весенним дефицитом влаги подразумевается разница между наименьшей влагоемкостью почвы и запасом почвенной влаги до начала снеготаяния. Схожие условия весеннего состояния влажности почв отметили исследователи северной лесостепи Челябинской области в 2023 году (Кобелькова и др., 2023). Общие запасы влаги в слое 0–100 см серой среднесуглинистой почвы перед снеготаянием не превышали 55 мм при норме 160 мм. Во время весеннего снеготаяния 2023 г. впитывание влаги на среднесуглинистых почвах составляло 1 мм

влаги/час с продвижением на 1 см в нижние слои. Через 1–2 суток после оттаивания почвы наступила фаза физической спелости почвы; однако специалисты отмечают высокую вероятность наступления весенней засухи при отсутствии осадков.

В своих исследованиях Б.А. Дорохов (2024), Н.А. Морозов с соавторами (Морозов и др., 2023) отмечают, что в весенне-летний период происходит возобновление активной вегетации озимой пшеницы и ее развитие от фазы кушения до созревания. На юго-востоке Западной Сибири весенний посев яровых культур начинается со второй декады мая, в период наступления физической спелости почвы. Однако, учитывая тот факт, что после окончания снеготаяния запас влаги в слое 0–50 см пахотных почв может быть аналогичен осеннему, а в отдельные годы не превышать наименьшей влагоемкости, имеются основания предполагать, что большая часть накопленной в зимне-весенний период почвенной влаги, расходуясь на внутрипочвенный сток, фильтрацию и испарение, становится недоступной растениям. В работе, посвященной исследованиям агрофизических свойств Алтайской лесостепи (Татаринцев и др., 2017) показано, что оптимальный диапазон влажности, при котором складываются благоприятные условия жизнедеятельности растений и проявляются полностью их потенциальные возможности, равен 0,9–1,0 НВ.

Осложнять ситуацию может и проведение предпосевных и посевных мероприятий, в ходе которых возможно увеличение непродуктивных потерь влаги из-за ее физического испарения с поверхности почвы. Майские осадки критически важны для большинства сельскохозяйственных культур, особенно для зерновых, так как обеспечивают необходимую для роста влажность почвы и способствуют развитию растений в ключевые периоды вегетации; в это время закладываются главные возможности для формирования будущего урожая.

За последние 80 лет среднемесячное количество осадков на юго-востоке центрально-черноземной зоны России весной увеличилось незначительно – на 3,3 мм в апреле и на 1,2 мм в мае, поэтому можно предположить, что вклад этих месяцев в годовое количество осадков тоже увеличился (Дорохов, 2024). Однако, на юго-востоке Западной Сибири отмечена обратная ситуация. За последнюю четверть века (2001–2024 гг.) доля осадков апреля и мая в общегодовом объеме снизилась на 1,2 и 0,3%, соответственно, по отношению к периоду 1955–2000 гг. (табл. 2). Подобная тенденция отмечена и в работе (Watanabe et al., 2023). Следовательно, можно предположить, что при условии дальнейшего снижения количества осадков в мае, следует ожидать еще больший дефицит запаса почвенной влаги в посевной период. Это может заставить производителей сельскохозяйственной продукции переносить посев зерновых культур на более ранние сроки.

Таблица 2

Среднемноголетний вклад каждого месяца в общегодовой объем атмосферных осадков на юго-востоке Западной Сибири, %

Период	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1955–2024	4,6	3,6	4,0	5,7	8,4	11,4	15,3	13,6	9,4	9,5	7,9	6,6
1955–2000	4,3	3,2	3,2	6,2	8,5	11,7	15,7	14,5	9,5	9,5	7,4	6,2
2001–2024	5,2	4,2	5,5	5,0	8,2	10,8	14,4	12,1	9,2	9,3	8,8	7,3

ВЫВОДЫ

Несмотря на значительный запас осенней водовместимости полуметрового слоя пахотных черноземов юго-востока Западной Сибири, на тенденцию ежегодного увеличения количества осадков за холодный период в этом регионе и значительный поверхностный сток талых вод во время снеготаяния, в предпосевной и посевной периоды отмечается дефицит почвенной влаги, столь необходимой для сельскохозяйственных культур. Содержание влаги в слоях почвы 0–30 и 0–50 см после снеготаяния на уровне (или ниже) наименьшей влагоемкости говорит об особенности поглощения снеготалых вод черноземами агроценозов юго-востока Западной Сибири. Недостаток запасов почвенной влаги в предпосевной период отмечен в среднем 2 раза в пятилетие.

Наличие внутрипочвенного мерзлотного экрана во время снеготаяния является основной преградой для талых вод, которые могли бы пополнить запас влаги в нижележащих слоях почвы. За

период в 10–25 дней между окончанием снеготаяния и началом полевых работ, под действием нарастающих положительных температур воздуха и прямых солнечных лучей происходит дальнейших расход влаги на испарение из пахотного слоя 0–30 см.

Атмосферные осадки мая очень важны для роста и развития сельскохозяйственных культур в начале вегетационного периода, однако намечающаяся тенденция снижения доли осадков этого месяца в годовом количестве осадков может создавать сложности для формирования высоких и стабильных урожаев зерновых в регионе.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 121031700316-9).

ЛИТЕРАТУРА

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Москва: Высшая школа, 1973. 393 с.

Виноградова Г.М., Завалишин Н.Н., Кузин В.И. Изменчивость сезонных характеристик климата Сибири в течение XX века // Оптика атмосферы и океана. 2000. № 06–07. С. 604–607.

Воейков А.И. Колебания климата и уровня озер Туркестана и Западной Сибири. Избранные сочинения. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. Том 3. С. 387–412.

Герцык В.В., Роде А.А. Статистическая характеристика элементов баланса влаги черноземов под некосимой степью и дубовым лесом // Почвоведение. 1980. № 7. С. 101–111.

ГОСТ 25358-2012. Грунты. Метод полевого определения температуры. Москва: Стандартинформ, 2013. 19 с.

Дорохов Б.А. Современный климат юго-востока ЦЧЗ и условия выращивания озимой пшеницы // Земледелие. 2024. № 5. С. 21–26. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-5-21-26>

Иванов А.Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России // Земледелие. 2009. № 1. С. 3–5.

Кобелькова Н.И., Тайницких С.В., Громова Л.В., Вдовина Р.А. Ожидаемые условия весны 2023 года в северной лесостепи Челябинской области // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Достижения и перспективы развития АПК России», посвященная памяти Р.Г. Гареева (Казань, 30–31 марта 2023 г.), 2023. С. 185–187.

Лавров С.А. Влияние климатических изменений на влажность почвы // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2025. № 2. С. 19–39. <https://doi.org/10.35567/19994508-2025-2-19-39>

Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Прохорова И.В., Хрипунов А.И., Общия Е.Н. Влияние условий весенне-летней вегетации и предшественников на урожайность озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя // Земледелие. 2023. № 4. С. 8–12. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-4-8-12>

Носкова Е.В., Обязов В.А., Вахнина И.Л. Изменения приземной температуры воздуха на юге Сибири и их взаимосвязь с крупномасштабными циркуляционными процессами в атмосфере // Географический вестник. 2021. № 2(57). С. 75–84. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-2-75-84>

РД 52.08.730-2010. Руководящий документ. Производство наблюдений над интенсивностью снеготаяния и водоотдачей из снежного покрова. Москва: Росгидромет, 2010.

РД 52.33.760-2011. Руководящий документ. Температура почвы сельскохозяйственных угодий. Обнинск: «ВНИИГМИ-МЦД» 2011. 24 с.

Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Ленинград: Гидрометеиздат, 1965. Том 1. 663 с.

Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Якутина О.П. Потери талых вод в почвах расчлененной территории юга Западной Сибири // Земледелие. 2017. № 6. С. 11–15.

Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Якутина О.П., Филимонова Д.А. Весенний дефицит влаги в профиле эродированных черноземов в зависимости от увлажнения территории юго-востока Западной Сибири // Почвоведение. 2019. № 8. С. 935–945. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19080148>

Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Мягкий П.А., Ещенко С.И. Агрофизические условия плодородия агропочв Алтайской лесостепи и модель их эффективного плодородия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 2(148). С. 22–29.

Халин А.В. Влияние культур и агротехнологий на продуктивность звеньев севооборотов в условиях степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5(79). С. 23–26.

Чумбаев А.С., Танасиенко А.А., Кулижский С.П. Особенности гидротермического режима почв Предсалаирья в холодный период года (в пределах Буготакского мелкосопочника) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 2(22). С. 23–42. <https://doi.org/10.17223/19988591/22/2>

<https://rp5.ru/> – расписание погоды (дата обращения 13.10.2025).

Watanabe T., Matsuyama H., Kuzhevskaya I. Long-Term trends of extreme climate indexes in the Southern part of Siberia in comparison with those of surrounding regions // Atmosphere. 2023. Vol. 14. No. 7. P. 1131. <https://doi.org/10.3390/atmos14071131>

Поступила в редакцию 14.10.2025

Принята 26.10.2025

Опубликована 28.10.2025

Сведения об авторах:

Чумбаев Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); chas30@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2332-402X>

Миллер Герман Федорович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); miller_1981_gf@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9193-0155>

Соловьев Сергей Викторович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); solovyev_issa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8364-9486>

Безбородова Анна Николаевна – кандидат биологических наук, ученый секретарь, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); bezborodova@issa-siberia.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3341-3859>

Гожоев Мунарбек Бактыярович – младший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); m.gozhoev@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-0123-763X>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Saturation of agricultural soils with snowmelt waters in the south-east of West Siberia

© 2025 A. S. Chumbaev , G. F. Miller , S. V. Solovyev , A. N. Bezborodova , M. B. Gozhoev

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva, 8/2, Novosibirsk, Russia. E-mail: chas30@mail.ru

The aim of the study was to evaluate the efficiency of winter precipitation use by soils on slopes in agrocenoses in the south-east of West Siberia during the pre-sowing period.

Location and time of the study. The cis-Salair drained plain and Bugotaktsky upland in the Novosibirsk region. 2019–2024.

Methods. Soil moisture content was determined using the thermostat-gravimetric method in samples taken with a drill to a depth of 150 cm, layer by layer, every 10 cm. Drilling was performed twice. Soil temperature measurement in the field and arrangement of temperature sites were carried out in accordance with GOST 25358-2012 and RD 52.33.760-2011. Autonomous temperature recorders were installed at the temperature site at the depth of 0, 5, 10, 15, 20 cm, then every 20 cm to a depth of 160 cm. The sensors were programmed for a 3-hour temperature measurement interval. Snow cover thickness was determined by regular snow surveys along parallel routes intersecting the catchment area every 100 m (RD 52.08.730-2010). The density and water reserves in the snow on different catena positions were determined in two replicates using a VS-43 snow gauge.

Results. Based on the weather data analysis during cold periods from 2019 to 2024, a continued, stable increase in precipitation, documented earlier by the authors, was established. During the winters studied, the region received an average of 180 mm of precipitation, which is 1.6 times higher than the long-term average. During the years studied, moisture reserves in the 0–50 cm layer of weakly eroded chernozems were below the minimal water-holding capacity, suggesting that the soils entered winter with sufficient water-holding capacity. Snowmelt in the region begins in the first half of April and, depending on the winter snowfall and weather conditions, can last from 5 to 15 days, during which time the soil thaws no more than 30 cm from the surface. By the time of the greatest

surface meltwater runoff, this layer was saturated with meltwater to a moisture content exceeding the full water-holding capacity (thixotropic state). After surface runoff ceased, meltwater was discharged from the soils both deep into the soil profile (assuming the soils had completely thawed) and through subsurface runoff downslope. Exposure to direct sunlight and increasing 24-hour positive air temperatures resulted in additional soil moisture loss through evaporation. As a result, a few days after the end of the snowmelt and surface runoff of meltwater in the 0-30 cm layer of arable soils, moisture reserves were comparable to their autumn levels, and in some years, a deficit (below the minimal water-holding capacity) was observed.

Conclusions. Arable chernozems in south-east of West Siberia may experience soil moisture deficits in the pre-planting period, despite a large reserve of autumn water storage capacity, high precipitation during the cold period, and significant surface runoff of meltwater. Moisture content in the 0-30 and 0-50 cm soil layers after snowmelt, at or below the lowest water-holding capacity after the snowmelt period, indicates a specific absorption pattern of snowmelt water by chernozems in agrocenoses in the studied region. Soil moisture deficits in the pre-planting period on average occur twice per five-year period.

The presence of a subsurface frost barrier during snowmelt is the main barrier to meltwater, which could otherwise replenish moisture in the underlying soil layers. During 10 to 25 days between the end of snowmelt and the start of planting, under the influence of rising temperatures and direct sunlight, valuable moisture from the 0-30 cm layer of arable land is further lost to evaporation. Precipitation in May is crucial for agricultural crops at the beginning of the growing season; however, the emerging trend of a decreasing contribution of precipitation in this month in the total annual precipitation may pose challenges for achieving high and stable grain yields in the region.

Keywords: soil moisture; soil moisture reserve; meltwater runoff; snowmelt; West Siberia; soils; cold period.

How to cite: Chumbaev A.S., Miller G.F., Solovyev S.V., Bezborodova A.N. Gozhoev M.B. Saturation of agricultural soils with snowmelt waters in the south-east of West Siberia. *The Journal of Soils and Environment*. 2025. 8(3). e339. DOI: [10.31251/pos.v8i3.339](https://doi.org/10.31251/pos.v8i3.339) (in Russian with English abstract).

FUNDING

The study was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No.121031700316-9).

REFERENCES

- Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying the physical properties of soils and grounds. Moscow: Vysshaya shkola, 1973. 393 p. (in Russian).
- Vinogradova G.M., Zavalishin N.N., Kuzin V.I. Variability of seasonal characteristics of climate in Siberia during the twentieth century. *Atmospheric and oceanic optics*. 2000. Vol. 13. No. 06–07. P. 558–561.
- Voeikov A.I. Climate and lake level fluctuations in Turkestan and Western Siberia Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1952. Vol. 3. P. 387–412. (in Russian).
- Gertsyk V.V., Rode A.A. Statistical characteristics of moisture balance elements of chernozems under unmown steppe and oak forest. *Pochvovedenie*. 1980. No. 7. P. 101–111. (in Russian).
- GOST 25358-2012. Soils. Method of field temperature determination. Moscow: Standartinform, 2013. 19 p. (in Russian).
- Dorokhov B.A. Modern climate of the south-east of the Central Chernozem region and conditions for growing winter wheat. *Zemledelie*. 2024. No. 5. P. 21–26. (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-5-21-26>
- Ivanov A.L. Global climate change and its impact on Russian agriculture. *Zemledelie*. 2009. No. 1. P. 3–5. (in Russian).
- Kobelkova N.I., Tainitskikh S.V., Gromova L.V., Vdovina R.A. Expected conditions of spring 2023 in the northern forest-steppe of the Chelyabinsk region. In book: Proceedings of the XIII All-Russian scientific and practical conference of young scientists "Achievements and prospects for the development of the agro-industrial complex of Russia", dedicated to the memory of R.G. Gareev (Kazan, March 30-31, 2023), 2023. P. 185–187. (in Russian).
- Lavrov S.A. The effect of climate change on soil moisture. Water sector of Russia: problems, technologies, management. 2025. No. 2. P. 19–39. (in Russian). <https://doi.org/10.35567/19994508-2025-2-19-39>
- Morozov N.A., Khodjaeva N.A., Prokhorova I.V., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. Influence of the conditions of springsummer vegetation and forecrops on the yield of winter wheat in the arid zone of the Stavropol territory. *Zemledelie*. 2023. No. 4. P. 8–12. (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-4-8-12>
- Noskova E.V., Obyazov V.A., Vakhnina I.L. Variations in the surface air temperature in the south of Siberia and their relationship with large-scale circulation processes in the atmosphere. *Geographical bulletin*. 2021. No. 2(57). P. 75–84. (in Russian). <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-2-75-84>

- RD 52.08.730-2010. Guidance document. Observations of snowmelt intensity and water yield from snow cover. Moscow: Roshydromet, 2010. 20 p. (in Russian).
- RD 52.33.760-2011. Guidance document. Soil temperature of agricultural lands. Obninsk: VNIIGMI-MCD, 2011. 24 p. (in Russian).
- Rode A.A. Fundamentals of the doctrine of soil moisture. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. Vol. 1. 663 p. (in Russian).
- Tanasienko A.A., Chumbaev A.S., Yakutina O.P. Meltwater losses in eroded soils of rugged topography of the south of Western Siberia. *Zemledelie*. 2017. No. 6. P. 11–15. (in Russian).
- Tanasienko A.A., Chumbaev A.S., Yakutina O.P., Filimonova D.A. The impact of climatic humidity of the southeastern part of Western Siberia on spring deficit of moisture in the profiles of eroded chernozems. *Eurasian Soil Science*. 2019. Vol. 52. No. 8. P. 935–944. <https://doi.org/10.1134/S1064229319080143>
- Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Myagkiy P.A., Yeshchenko S.I. Agrophysical conditions of fertility of agro-soils of the Altai region's forest-steppe and model of their effective fertility. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017. No. 2(148). P. 22–29. (in Russian).
- Khalin A.V. Influence of crops and agro-technologies on crop yields in the system of crop rotations under the conditions of South Urals steppe zone. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019. No. 5(79). P. 23–26. (in Russian).
- Chumbaev A.S., Tanasienko A.A., Kulizhsky S.P. Features of the hydrothermal regime of soils of the Pre-Salair region in the cold period of the year (within the Bugotak small hills). *Tomsk State University Journal of Biology*. 2013. No. 2(22). P. 23–42. (in Russian). <https://doi.org/10.17223/19988591/22/2>
- <https://rp5.ru/> – Weather forecast (accessed on 13.10.2025).
- Watanabe T., Matsuyama H., Kuzhevskaya I. Long-Term trends of extreme climate indexes in the Southern part of Siberia in comparison with those of surrounding regions. *Atmosphere*. 2023. Vol. 14. No. 7. P. 1131. <https://doi.org/10.3390/atmos14071131>

Received 14 October 2025

Accepted 26 October 2025

Published 28 October 2025

About the authors:

Alexander S. Chumbaev – Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, Head of the Laboratory of Soil-physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); chas30@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2332-402X>

German F. Miller – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Soil-physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); miller_1981_gf@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9193-0155>

Sergey V. Solovyev – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Soil-physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry, the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); solovyev_issa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8364-9486>

Anna N. Bezborodova – Candidate of Biological Sciences, Scientific Secretary, Senior Researcher in the Laboratory of Soil-physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); bezborodova@issa-siberia.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3341-3859>

Munarbek B. Gozhoev – Junior Researcher in the Laboratory of Soil-physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia) m.gozhoev@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-0123-763X>

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)