



НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ/ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.11> EDN: IAFWNHКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ДЛЯ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА:
ОЦЕНКА, ТЕНДЕНЦИИ И АДАПТАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ

Научная статья

Семенова К.А.^{1,*}, Волкова Е.С.²¹ORCID : 0000-0002-1133-7341;²ORCID : 0000-0002-1447-7390;^{1,2} Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской Академии наук, Томск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ksenia_ska[at]mail.ru)

Предложена: 25.08.2026; Принята: 18.09.2026; Опубликовано: 19.10.2026

Аннотация

Картофель относится к стратегически значимым сельскохозяйственным культурам, которые выращивают в России. Юг Западной Сибири является одним из ключевых регионов его товарного производства. В условиях климатических изменений, отмечаемых здесь, возникает необходимость в комплексной оценке агроклиматических ресурсов. Целью исследования ставилась пространственно-временная оценка агроклиматических условий южной тайги и подтайги Западносибирской равнины для разработки обоснованных адаптационных мероприятий по обеспечению стабильного функционирования местных картофелеводческих хозяйств. Информационная основа строилась на метеоданных за последний 20-летний период активной вегетации по 32 метеостанциям. В ходе исследования использовались методы статистической обработки, расчёт вероятностных характеристик и приемы ГИС-картирования.

Выявлены особенности проявления следующих климатических параметров: даты начала и окончания периода активной вегетации, его продолжительность, сумма активных температур, среднесуточные температуры воздуха и почвы, количество осадков, режим инсоляции. Результаты показали, что в широтной ориентации среднесуточные даты начала вегетации варьируют от первой декады мая на юго-западе до третьей декады мая на северо-востоке, даты окончания приходятся в основном на вторую декаду сентября. За два последних десятилетия зафиксировано смещение сроков начала вегетации на 3–9 дней раньше, а окончания на 3–6 дней позже. Сумма активных температур в среднем составляет 1700–2100°C, среднесуточная температура воздуха — 15,9–16,4°C, что соответствует биологическим потребностям большинства сортов картофеля. Многолетние суммы осадков в период активной вегетации картофеля на большинстве станций оптимальные (около 270 мм), но их внутригодовое распределение неравномерно — максимум приходится на конец июня до третьей декады августа, минимум на май и сентябрь. В целом современные агроклиматические условия благоприятны для роста культуры и позволяют выращивать картофель с высоким генетическим потенциалом. Однако их межгодовая вариабельность требует внедрения адаптивных технологий. Рекомендованы дифференцированный подбор сортов по скороспелости, корректировка сроков посадки с учётом прогрева почвы, контроль влагообеспеченности в критические фазы и применение мелиоративных мероприятий на участках с дефицитом осадков. Перспективы исследований связаны с оценкой влияния климата на качество клубней и созданием региональных прогностических моделей урожайности.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы, картофелеводство, южная тайга Западной Сибири, адаптационные стратегии.

CLIMATIC RESOURCES OF SOUTHERN WESTERN SIBERIA FOR THE POTATO-GROWING SECTOR:
ASSESSMENT, TENDENCIES AND ADAPTATION STRATEGIES

Research article

Semenova K.A.^{1,*}, Volkova E.S.²¹ORCID : 0000-0002-1133-7341;²ORCID : 0000-0002-1447-7390;^{1,2} Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian, Tomsk, Russian Federation, Tomsk, Russian Federation

* Corresponding author (ksenia_ska[at]mail.ru)

Suggested: 25.08.2026; Accepted: 18.09.2026; Published: 19.10.2026

Abstract

Potatoes are among the strategically important agricultural crops grown in Russia. The south of Western Siberia is one of the key regions for their commercial production. Given the climate change observed in this region, there is a necessity for a complex assessment of agroclimatic resources. The aim of the study was to carry out a spatio-temporal evaluation of the agroclimatic conditions of the southern taiga and sub-taiga zones of the West Siberian Plain in order to develop evidence-based adaptation measures to ensure the stable operation of local potato-growing farms. The data set was based on meteorological data covering the last 20-year period of active growing season from 32 weather stations. The research used methods of statistical analysis, the calculation of probabilistic characteristics and GIS mapping techniques.

The specifics of the following climatic parameters were identified: the start and end dates of the active growing season, its duration, the sum of active temperatures, average daily air and soil temperatures, precipitation, and insolation patterns. The results showed that, in a latitudinal context, the long-term average dates for the start of the growing season vary from the first ten days of May in the southwest to the third ten days of May in the northeast, with the end dates falling mainly in the second ten days of September. Over the last two decades, the start of the growing season has shifted 3–9 days earlier, whilst the end has shifted 3–6 days later. The sum of active temperatures averages 1,700–2,100°C, and the mean daily air temperature is 15.9–16.4°C, which meets the biological requirements of most potato varieties. Long-term precipitation totals during the potato's active growing season are optimal at most stations (around 270 mm), but their distribution throughout the year is uneven — with the maximum occurring from late June to the third decade of August, and the minimum in May and September. Overall, current agroclimatic conditions are favourable for crop growth and allow for the cultivation of potatoes with high genetic potential. However, their interannual variability necessitates the adoption of adaptive technologies. It is recommended to select varieties on the basis of their early maturity, to adjust planting dates in line with soil warming, to monitor moisture availability during critical growth stages, and to implement land improvement measures in areas with low rainfall. Future research will focus on assessing the impact of climate on tuber quality and developing regional yield prediction models.

Keywords: agroclimatic resources, potato cultivation, the southern taiga of Western Siberia, adaptation strategies.

Введение

Картофель относится к сельскохозяйственным культурам многофункционального назначения, его используют на продовольственные, кормовые и технические нужды. В продуктовой корзине россиян эта культура занимает одно из доминирующих мест. Душевое потребление картофеля по данным Росстата в 2023 г. составило 86 кг, что практически в два раза больше общемирового показателя при средней урожайности 19 т/га [1], [2]. Обеспечение стабильного выращивания отечественного картофеля представляется ключевой составляющей продовольственной безопасности России [3].

На сегодняшний день перспективная российская территория по природным условиям для результативного товарного производства картофеля является южная часть Западносибирской равнины. Средняя урожайность картофеля здесь варьирует от 14 до 16 т/га, а доля региона в национальном валовом сборе колеблется от 12 до 15% [1].

В последние десятилетия на юге Западной Сибири многие исследователи отмечают изменение основных климатических параметров, влияющих на продуктивность многих сельхозкультур, не исключая картофель. Например, на фоне роста среднесезонных температур воздуха отмечается увеличение продолжительности периода активной вегетации и рост суммы активных температур [4], [5], [6]. В этих условиях появляются новые возможности для введения в севооборот более теплолюбивых сортов картофеля, пересматриваются технологические приемы возделывания, а также сроки посадки и уборки. Но для реализации открывающегося потенциала важно знать специфику территориальных особенностей биоклиматических ресурсов, их изменчивость в период активной вегетации. Понимание происходящих процессов позволяет разрабатывать надлежащие адаптационные мероприятия для успешного функционирования отрасли картофелеводства.

Отсюда целью исследования является пространственно-временной анализ агроклиматических условий, определяющих адаптационные возможности выращивания картофеля на территории южной тайги и подтайги Западносибирской равнины.

Материалы и методы исследования

Информационно-аналитическую основу исследования составили массивы метеорологических данных за период с 2005 по 2024 гг. ООО «Расписание погоды» [7], National Centers for Environmental Information [8] и архивы баз данных ИМКЭС СО РАН [9], [10] по 32 метеорологическим станциям. Вегетационный период рассматривался в интервале с 1 мая по 30 сентября, что соответствует срокам посадки и уборки урожая картофеля в регионе.

В ходе исследования оценивался следующий комплекс агроклиматических параметров:

– даты начала и завершения периода активной вегетации, определяемые как устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через отметку +10°C [11];

- продолжительность периода активной вегетации;
- сумма активных температур (САТ) выше +10 °C;
- среднесуточные значения температуры воздуха и почвы;
- длительность солнечного сияния и светового дня;
- суммарное количество атмосферных осадков.

Температурная динамика почвенного слоя на глубине 10–20 см изучалась по результатам наблюдений в Томском районе Томской области [9] и данных по г. Томску ВНИИГМИ-МЦД [12]. Вероятностный анализ агроклиматических параметров основывался на оценке частоты, с которой выделенное явление наблюдалось в заданный промежуток времени (год, месяц, декада).

Для визуализации и картографического представления пространственно-временных особенностей и закономерностей применялось программное обеспечение ArcGIS.

Основные результаты

Агроклиматические условия, воздействующие на продуктивность представителя семейства паслёновых, в южной тайге Западной Сибири имеют довольно выраженную пространственно-временную изменчивость.

Даты наступления и завершения периода активной вегетации, от которых зависят сроки начала и окончания возделывания картофеля, варьируют в пределах 7–15 дней относительно среднесезонных норм. Пространственная неоднородность этих характеристик наиболее отчетливо проявляется в широтном направлении. На западной ст. Ишим (Омская область) средняя дата старта периода активной вегетации приходится на 12 мая, при этом вероятность его

начала в первой декаде мая составляет 60%. Для ст. Кыштовка (Новосибирская область) максимальная вероятность перехода среднесуточной температуры через порог $+10^{\circ}\text{C}$ наблюдается также в первой декаде мая (45%), а усредненная дата сдвигается на 18 мая. На восточной ст. Енисейск (Красноярский край) период с вероятностью 40% начинается в третьей декаде мая (рис. 1).



Рисунок 1 - Вероятность сроков начала периода активной вегетации по декадам весенне-летнего периода

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.11.1>

Соответственно на юго-западе исследуемой территории посадка картофеля начинается уже в первой, второй декадах мая; в северо-восточном направлении оптимальные сроки посадки сдвигаются на конец второй и на третью декады мая.

Завершение периода активной вегетации на большинстве метеостанций фиксируется во второй декаде сентября с вероятностью свыше 50%. Среднемноголетние даты окончания этого этапа различаются не так сильно, как в весенний период: на ст. Ишим они приходятся на 20 сентября, ст. Кыштовка — 15 сентября, а на ст. Енисейск — на 13 сентября. К этому времени по всему региону, как правило, заканчиваются картофелеуборочные работы.

Если говорить о временной динамике, то в последние десятилетия наблюдается тенденция к более раннему наступлению весеннего перехода: на восточных метеостанциях (Томск, Мариинск) сдвиг составил 6–9 дней, на западных (Кыштовка, Тобольск) — 3–8 дней. В осенний период зафиксировано смещение дат завершения вегетации на более поздние сроки: на станциях Тобольск и Кыштовка — на три дня, на станциях Ялutorовск, Пудино и Мариинск — на шесть дней.

Изменение временных границ периода активной вегетации повлекло изменение его продолжительности. Для большинства метеостанций характерно устойчивое удлинение периода активной вегетации в среднем на 8–10 дней. Вследствие этого появляется возможность выращивать даже позднеспелые сорта картофеля с условием учета межгодовой вариабельности. Прослеживается выраженная широтная пространственная дифференциация: на южных метеостанциях длительность периода варьирует от 124 дней (ст. Колывань) до 134 дней (ст. Ишим); по мере движения к северу этот показатель сокращается до 112–117 дней.

Показатели суммы активных температур (САТ), температуры воздуха и почвы используют при оценке теплообеспеченности, необходимой для полной вегетации картофеля. Для достижения зрелости ранним и среднеранним сортам требуется САТ $1000\text{--}1500^{\circ}\text{C}$ при длительности вегетационного периода 70–90 дней, среднеспелым — $1400\text{--}1600^{\circ}\text{C}$ за 90–110 дней, среднепоздним и поздним — $1100\text{--}1600^{\circ}\text{C}$ за 110–140 дней [13]. На территории южной тайги среднемноголетние значения САТ почти по всем станциям достигают значения 1900°C , и этой суммы достаточно для полноценного роста почти всех сортов. Вместе с тем наблюдается снижение показателя САТ в меридиональном направлении: для западных районов характерен диапазон $1900\text{--}2000^{\circ}\text{C}$, для восточных — $1700\text{--}1900^{\circ}\text{C}$. Также нужно иметь в виду, что в отдельные годы (2012, 2016, 2020, 2023) САТ превышала отметку 2300°C , тогда как в другие (2009, 2010, 2011, 2014) опускалась ниже 1450°C [6].

Среднемноголетняя температура воздуха тёплого периода изменяется в широтном градиенте с юго-запада на северо-восток в пределах от $+16,4^{\circ}\text{C}$ (ст. Ишим) до $+15,9^{\circ}\text{C}$ (ст. Кыштовка, ст. Пудино). В целом среднесуточная температура воздуха в тёплый сезон колеблется от $+15^{\circ}\text{C}$ на северо-востоке до $+19^{\circ}\text{C}$ на юго-западе при температурном оптимуме для роста картофеля около $+17^{\circ}\text{C}$.

Прогрев почвы до $+8^{\circ}\text{C}$ на глубине 10–20 см служит индикатором для начала посадки картофеля. В Томском районе эти условия складываются во второй декаде мая с вероятностью 45%, в отдельные годы (2013, 2015), выпадая на первую декаду мая с вероятностью 30%. К началу июня среднесуточная температура почвы устойчиво превышает $+11^{\circ}\text{C}$, что способствует активному приросту всходов.

Почвенная влага — один из главных компонентов получения высокого урожая. При норме осадков для полноценного развития картофеля в 300 мм [13] их фактическое среднемноголетнее количество на всех станциях близко к этому показателю — 270 мм. Межгодовая изменчивость сумм осадков колеблется от 200 до 400 мм, при этом их внутрисезонное распределение неравномерно (рис. 2).

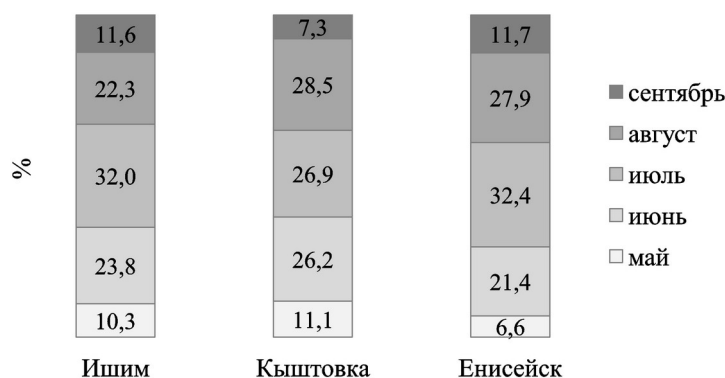


Рисунок 2 - Распределение осадков по месяцам во время периода активной вегетации по метеостанциям
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.11.2>

В целом в регионе минимальное количество осадков наблюдается в мае и сентябре. На западной ст. Ишим и восточной ст. Енисейск наибольшее количество осадков фиксируется в июле. На некоторых станциях, например на ст. Кыштовка, более влажным является август. Именно в этот интервал (с третьей декады июня по третью декаду августа) возрастает потребность культуры во влаге.

Урожайность картофеля имеет определенную зависимость от продолжительности светового дня и количества солнечных часов. В течение длинного дня на фазе раннего роста, которая приходится на июнь, растение активно формирует вегетативную массу и корневую систему. В этот период световой день длится около 17 часов. Максимум солнечного сияния фиксируется в июне–июле (280–309 ч/мес) [14] во время интенсивного цветения и начала клубнеобразования. Во второй половине лета, когда происходит основной прирост клубневой массы, потребность культуры в освещении снижается: световой день сокращается до 14–15 часов, а продолжительность солнечного сияния уменьшается до 200–240 ч/мес [14].

Подводя итоги, можно отметить, что основные агроклиматические характеристики на исследуемой территории в целом соответствуют биологическим требованиям для полноценного роста картофеля. Длительность фазы активной вегетации варьирует по исследуемой территории от 112 до 134 суток и полностью покрывает минимальные потребности почти всех сортов культуры (рис. 3).

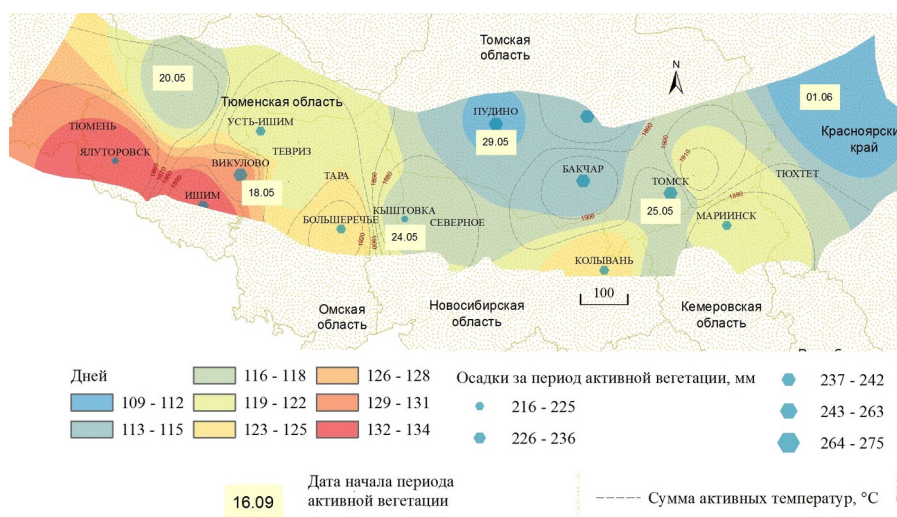


Рисунок 3 - Пространственно-временная характеристика агроклиматических ресурсов во время периода активной вегетации на территории южной тайги Западной Сибири за период 2005-2024 гг.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.11.3>

Сумма активных температур в пределах 1700–2100°C гарантирует достижение клубнями физиологической зрелости. Среднесуточные показатели температуры воздуха (15,9–16,4°C) укладываются в оптимальный интервал для клубнеобразования. Объем атмосферных осадков за сезон сопоставим с агротехнической нормой, однако их неравномерное внутригодовое распределение диктует необходимость контроля влагообеспеченности в наиболее чувствительные периоды развития растений.



Обсуждение

Изменения основных климатических характеристик в последние десятилетия ставят перед местными аграриями задачу адаптации отрасли к происходящим трансформациям. Как показывают российские и зарубежные исследования, влияние потепления на картофель неоднозначно: конечный результат зависит от того, достаточно ли растениям влаги, и насколько хорошо агротехнологии адаптированы к новым условиям. Увеличение длительности периода активного роста растений является ответом на потепление, однако его положительное влияние на сельское хозяйство реализуется преимущественно в регионах с достаточным и стабильным увлажнением, в засушливых зонах этот эффект часто нивелируется усиливающимся водным стрессом [15], [16], [17]. В отличие от центральной и южной частей Европейской России, где потепление часто сопровождается учащением летних засух, южнотаёжная подзона Западной Сибири по долгосрочным показателям сохраняет умеренно влажный климатический режим. Тем не менее, для картофеля в каждую фазу развития существует ряд природно-климатических опасностей (сильные и продолжительные осадки, поздние сильные заморозки, жаркая погода, низкая влажность воздуха и т.д.) и их недоучет может негативно сказываться на конечной урожайности [6]. Так, например, более тёплая погода может способствовать формированию большего количества крупных клубней, что улучшает товарный вид урожая. Однако если в июне-июле не хватает влаги, это может вызвать повторный рост клубней и сделать продукцию менее однородной. Напротив, слишком влажная погода в июле–августе ухудшает лёжку картофеля: клубни становятся более чувствительными к механическим повреждениям и легче поражаются болезнями.

Заключение

Анализ многолетних данных по метеостанциям, расположенным в подзонах южной тайги и подтайги Западной Сибири, показал, что современные погодные условия и их многолетняя изменчивость в целом благоприятны для раскрытия генетического потенциала картофеля. Основные показатели, такие как продолжительность периода активной вегетации, величина САТ, температура воздуха, количество осадков, световой режим соответствуют агротехническим требованиям культуры. Вместе с тем межгодовая вариабельность некоторых показателей и сдвиг фенологических сроков обуславливают необходимость внедрения адаптивных подходов к применению следующих агротехнических приёмов.

Дифференцированный подбор сортов с учётом продолжительности вегетационного периода, так как установленное удлинение периода активной вегетации (за счёт более раннего начала и более позднего завершения) создаёт возможность для выращивания даже среднепоздних и поздних сортов. Однако высокая межгодовая вариабельность продолжительности периода активной вегетации (от 112 до 134 суток) требует выбора сортов с разной степенью скороспелости, чтобы минимизировать риски недобора урожая в холодные годы.

Анализ температурного режима почвы на глубине 10–20 см показал, что устойчивый переход через +8°C в разные годы может смещаться на одну или две декады, что ведет к корректировке сроков посадки в зависимости от прогрева почвы. Ориентироваться необходимо не на фиксированную календарную дату, а на фактический прогрев почвы, что позволяет избежать повреждения клубней заморозками и обеспечить дружные всходы. Это особенно важно при сдвиге весенних сроков начала вегетации на 3–9 дней раньше среднемноголетних значений.

Пик потребности культуры во влаге в регионе приходится на июль–август, в этот период особенно важен контроль влагообеспеченности. Однако межгодовая изменчивость суммы осадков и их неравномерное внутрисезонное распределение могут приводить к дефициту влаги в отдельные годы или периоды. Поэтому рекомендован постоянный мониторинг и проведение поливов в фазы активного роста и клубнеобразования, когда засуха представляет наибольшую опасность. В условиях засухи целесообразно использование оросительных систем или влагосберегающих технологий (мульчирование, снегозадержание) для гарантированного получения стабильных урожаев.

Перспективы дальнейших исследований связаны с оценкой влияния климатических изменений на качество клубней (крахмалистость, товарность) и разработкой региональных моделей прогнозирования урожайности с учётом всех выявленных агроклиматических факторов.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (FWRG-2026-0007).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The study was carried out as part of the state assignment undertaken by the Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (FWRG-2026-0007).

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. — Москва: Росстат, 2025. — 1037 с.
2. Жевора С.В. Развитие селекции и семеноводства картофеля в России / С.В. Жевора // Картофель и овощи. — 2025. — № 1. — С. 38–42. — DOI: 10.25630/PAV.2025.41.86.005.

3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. — Москва: Министерство сельского хозяйства РФ, 2024. — 18 с.
4. Барашкова Н.К. Климатические характеристики режимов устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири / Н.К. Барашкова, И.В. Кузевская, О.В. Носырева // Известия РАН. Серия географическая. — 2015. — № 1. — С. 45–53.
5. Гордов Е.П. Анализ региональных климатических процессов Сибири: подход, данные и некоторые результаты / Е.П. Гордов, В.Ю. Богомолов, Е.Ю. Генина [и др.] // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. — 2011. — Т. 9, № 1. — С. 56–66.
6. Мельник М.А. Пространственно-временная характеристика комплекса климатических рисков в сфере растениеводства подзоны южной тайги Западной Сибири / М.А. Мельник, К.А. Семенова, Е.С. Волкова // Геосферные исследования. — 2024. — № 4. — С. 160–177. — DOI: 10.17223/25421379/33/10.
7. Расписание погоды rp5.ru. — URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
8. National Centers for Environmental Information. — URL: <https://www.ncei.noaa.gov> (accessed: 15.01.2025).
9. Копысов С.Г. Термический режим почв юга таёжной зоны Западной Сибири: Свидетельство о регистрации базы данных № 2022623086 / С.Г. Копысов, А.Г. Дюкарев, А.Н. Никифоров. — 2022.
10. Волкова Е.С. Характеристика опасных и неблагоприятных климатических явлений периода вегетации для растениеводства на территории южной тайги Западной Сибири: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624752 / Е.С. Волкова, О.Г. Невидимова, М.А. Мельник, К.А. Семенова, Е.П. Янкович. — 2024.
11. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения / Д.А. Педь // Метеорология и гидрология. — 1951. — № 10. — С. 38–39.
12. Специализированные массивы для климатических исследований. Мировой центр данных // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации. — URL: <http://aisori-m.meteo.ru/aisori-m/result.xhtml> (дата обращения: 28.03.2025).
13. Еланский С.Н. Сорта картофеля, допущенные к использованию в России в 2016 году / С.Н. Еланский, Е.М. Чудинова. — URL: http://www.kartofel.org/cultivars/main_cult/sorta.htm (дата обращения: 28.03.2026).
14. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. — Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1993. — 716 с.
15. Николаев М.Н. Выявление уязвимых для дефицита влаги зернопроизводящих территорий на основе мезорайонирования зоны неустойчивого увлажнения при изменении климата в Европейской части России / М.Н. Николаев // Сельскохозяйственная биология. — 2024. — Т. 59, № 3. — С. 473–491.
16. Hijmans R.J. The effect of climate change on global potato production / R.J. Hijmans // American Journal of Potato Research. — 2003. — Vol. 80, № 4. — P. 271–280. — DOI: 10.1007/BF02855363.
17. Porter J.R. Crop responses to climatic variation / J.R. Porter, M.A. Semenov // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2005. — Vol. 360, № 1463. — P. 2021–2035. — DOI: 10.1098/rstb.2005.1752.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socio-economic indicators]. — Moscow: Rosstat, 2025. — 1037 p. [in Russian]
2. Zhevora S.V. Razvitie selekcii i semenovodstva kartofelja v Rossii [Development of potato breeding and seed production in Russia] / S.V. Zhevora // Kartofel' i ovoshhi [Potatoes and Vegetables]. — 2025. — № 1. — P. 38–42. — DOI: 10.25630/PAV.2025.41.86.005. [in Russian]
3. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii [The Food Security Doctrine of the Russian Federation]. — Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2024. — 18 p. [in Russian]
4. Barashkova N.K. Klimaticheskie harakteristiki rezhimov ustojchivogo perehoda temperatury vozduha cherez opredelennye predely na juge Zapadnoj Sibiri [Climatic characteristics of the regimes of stable transition of air temperature through certain limits in the south of Western Siberia] / N.K. Barashkova, I.V. Kuzhevskaja, O.V. Nosyreva // Izvestija RAN. Serija geograficheskaja [Proceedings of the RAS. Geographical Series]. — 2015. — № 1. — P. 45–53. [in Russian]
5. Gordov E.P. Analiz regional'nyh klimaticheskikh processov Sibiri: podhod, dannye i nekotorye rezul'taty [Analysis of regional climatic processes in Siberia: approach, data and some results] / E.P. Gordov, V.Ju. Bogomolov, E.Ju. Genina [et al.] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Informacionnye tehnologii [Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Information Technologies]. — 2011. — Vol. 9, № 1. — P. 56–66. [in Russian]
6. Melnik M.A. Prostranstvenno-vremennaja harakteristika kompleksa klimaticheskikh riskov v sfere rastenievodstva podzony juzhnoj tajgi Zapadnoj Sibiri [Spatio-temporal characteristics of the complex of climatic risks in crop production of the southern taiga subzone of Western Siberia] / M.A. Melnik, K.A. Semenova, E.S. Volkova // Geosfernye issledovanija [Geosphere Research]. — 2024. — № 4. — P. 160–177. — DOI: 10.17223/25421379/33/10. [in Russian]
7. Raspisanie pogody rp5.ru [Weather schedule rp5.ru]. — URL: <https://rp5.ru> (accessed: 15.01.2025). [in Russian]
8. National Centers for Environmental Information. — URL: <https://www.ncei.noaa.gov> (accessed: 15.01.2025).
9. Kopysov S.G. Termicheskij rezhim pochv juga tajozhnoj zony Zapadnoj Sibiri [Thermal regime of soils in the south of the taiga zone of Western Siberia]: Certificate of registration of database No. 2022623086 / S.G. Kopysov, A.G. Djukarev, A.N. Nikiforov. — 2022. [in Russian]
10. Volkova E.S. Harakteristika opasnyh i neblagoprijatnyh klimaticheskikh javlenij perioda vegetacii dlja rastenievodstva na territorii juzhnoj tajgi Zapadnoj Sibiri [Characteristics of dangerous and adverse climatic phenomena during the growing



season for crop production in the southern taiga of Western Siberia]: Certificate of state registration of database No. 2024624752 / E.S. Volkova, O.G. Nevidimova, M.A. Melnik, K.A. Semenova, E.P. Jankovich. — 2024. [in Russian]

11. Ped' D.A. Ob opredelenii dat ustojchivogo perehoda temperatury vozduha cherez opredelennye znachenija [On the determination of dates for the stable transition of air temperature through certain values] / D.A. Ped' // *Meteorologija i gidrologija* [Meteorology and Hydrology]. — 1951. — № 10. — P. 38–39. [in Russian]

12. Specializirovannye massivy dlja klimaticheskikh issledovanij. Mirovoj centr dannyh [Specialized arrays for climate research. World Data Centre] // Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informacii [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information]. — URL: <http://aisori-m.meteo.ru/aisori-m/result.xhtml> (accessed: 28.03.2025). [in Russian]

13. Elanskij S.N. Sorta kartofelja, dopushhennye k ispol'zovaniju v Rossii v 2016 godu [Potato varieties approved for use in Russia in 2016] / S.N. Elanskij, E.M. Chudinova. — URL: http://www.kartofel.org/cultivars/main_cult/sorta.htm (accessed: 28.03.2026). [in Russian]

14. Nauchno-prikladnoj spravocchnik po klimatu SSSR. Serija 3. Mnogoletnie dannye. Chasti 1-6. Vypusk 20. Tomskaja, Novosibirskaja, Kemerovskaja oblasti, Altajskij kraj [Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3. Long-term data. Parts 1-6. Issue 20. Tomsk, Novosibirsk, Kemerovo regions, Altai Krai]. — Saint Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993. — 716 p. [in Russian]

15. Nikolaev M.N. Vyjavlenie ujazvimykh dlja deficita vlagi zernoproizvodjashchih territorij na osnove mezorajonirovanija zony neustojchivogo uvlazhnenija pri izmenenii klimata v Evropejskoj chasti Rossii [Identification of grain-producing territories vulnerable to moisture deficit based on meso-zoning of the zone of unstable moisture under climate change in the European part of Russia] / M.N. Nikolaev // *Sel'skohozjajstvennaja biologija* [Agricultural Biology]. — 2024. — Vol. 59, № 3. — P. 473–491. [in Russian]

16. Hijmans R.J. The effect of climate change on global potato production / R.J. Hijmans // *American Journal of Potato Research*. — 2003. — Vol. 80, № 4. — P. 271–280. — DOI: 10.1007/BF02855363.

17. Porter J.R. Crop responses to climatic variation / J.R. Porter, M.A. Semenov // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. — 2005. — Vol. 360, № 1463. — P. 2021–2035. — DOI: 10.1098/rstb.2005.1752.