

УДК 551.58

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. П. ГОРБАТЕНКО *, М. А. ВОЛКОВА **

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия*

Рассмотрено влияние изменения климата на территории юга Западной Сибири на здоровье человека, рекреационную деятельность и на ряд отраслей экономики: транспорт, строительную отрасль, сельское хозяйство, теплоэнергетику.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.266>

Keywords: climate change, impact on the regional economy, impact on public health.

Введение. К началу XXI в. в результате многочисленных научных исследований накопилось достаточно свидетельств изменений климата глобального и регионального характера [1–4]. Современное изменение климата превратилось в одну из наиболее острых проблем мировой экономики и политики и рассматривается как один из важнейших глобальных вызовов нашего века. Изменение климата с точки зрения его влияния на мировую экономику представляет собой не только масштабную природную опасность, но и является катализатором разнонаправленных изменений во многих отраслях хозяйственной деятельности (энергетика, транспорт, строительство, сельское хозяйство и др).

Наблюдающиеся изменения климата оказывают разнонаправленное воздействие на условия жизнедеятельности населения и сферы экономической деятельности регионов. Поэтому разработка механизмов адаптации секторов экономики к наблюдаемым и прогнозируемым изменениям климата является сегодня актуальнейшей задачей. Адаптация потребителя отражает не только потребность в климатологической, метеорологической и прогностической информации, но и его готовность приспосабливаться к ней, минимизируя возможные потери [5].

* E-mail: vpgor@tpu.ru

** E-mail: mv2101@mail.ru

Современные климатические изменения проявляются не только в изменении средних величин температуры воздуха, количества выпавших осадков, но и в резком увеличении частоты экстремальных климатических событий [4]. Во многих регионах, включая Западную Сибирь, увеличивается частота и интенсивность неблагоприятных погодных явлений: штормов, гроз, экстремальной жары, наводнений, засух, лесных пожаров и др. В связи с этим в последнее десятилетие научные исследования сотрудников кафедры метеорологии и климатологии Томского государственного университета сфокусированы на изучении влияния изменения климата на ряд отраслей экономики: транспорт, строительную отрасль, сельское хозяйство, тепло-энергетику, здоровье человека и рекреационную деятельность.

Целью настоящей работы является обзор результатов исследований сотрудников кафедры метеорологии и климатологии ТГУ о влиянии изменившегося климата на сферы деятельности и здоровье человека. Такие исследования актуальны, поскольку на всей территории Западной Сибири с последней четверти XX в. наблюдается ярко выраженная и статистически значимая тенденция потепления климата [6].

Материалы и методы исследования. Одним из наиболее ярких последствий изменения климата, влияющих практически на все отрасли экономики, является рост средней температуры воздуха на планете. В России средняя приповерхностная температура воздуха повышается в 2,5 раза быстрее, чем в среднем по миру [4]. Такие изменения в первую очередь повлияли на распределение величины сумм выпадающих осадков. Некоторые регионы становятся более сухими из-за увеличенного испарения и засушливых периодов, в то время как другие подвержены участвующим и интенсивным дождям и наводнениям [1]. Это может привести к деградации почв, сокращению доступных водных ресурсов и угрозам для сельского хозяйства и растительности.

В анализируемых работах использованы данные наблюдений температуры воздуха, атмосферных осадков, параметров ветра, повторяемости метелей и характеристик грозовой активности с сайта Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Используемые для анализа данные исследовались за период 1966–2022 гг.



Рис. 1. Анализ изменчивости климата на территории Западной Сибири:

- 1 – Томская область;
- 2 – Новосибирская область;
- 3 – Кемеровская область;
- 4 – Алтайский край;
- 5 – Республика Алтай.

Для исследования пространственно-временных изменений расчетных и метеорологических параметров, характеризующих современные климатические условия на территории юга Западной Сибири (рис. 1), были привлечены следующие многолетние данные:

- температура воздуха (минимальная, средняя и максимальная) суточного и годового разрешения;
- суммы атмосферных осадков суточного и срочного разрешения;
- высота снежного покрова суточного разрешения;
- скорость ветра и повторяемость метелей) срочного разрешения;
- информация о гололедно-изморозевых явлениях;
- повторяемость конвективных явлений: гроз, града, ливней, шквалов.

Методами исследований является статистический анализ многолетних рядов метеорологической информации.

Результаты исследований и их обсуждение.

Изменения характеристик климата. Для анализа изменчивости климатических характеристик рассматривалась территория, ограниченная $54\text{--}62^\circ$ с.ш. и $65\text{--}85^\circ$ в.д. На всей исследуемой территории выявлены статистически значимые тенденции увеличения средних годовых значений температуры воздуха со скоростью $0,3\text{--}0,6^\circ\text{C}/10$ лет. На рис. 2 представлены изменения средних годовых значений температуры воздуха в районах метеорологических станций “Ханты-Мансийск” (61° с.ш., 69° в.д.), “Колпашево” ($58^\circ 19'$ с.ш., $82^\circ 55'$ в.д.) “Барабинск” ($55^\circ 21'$ с.ш., $78^\circ 21'$ в.д.).

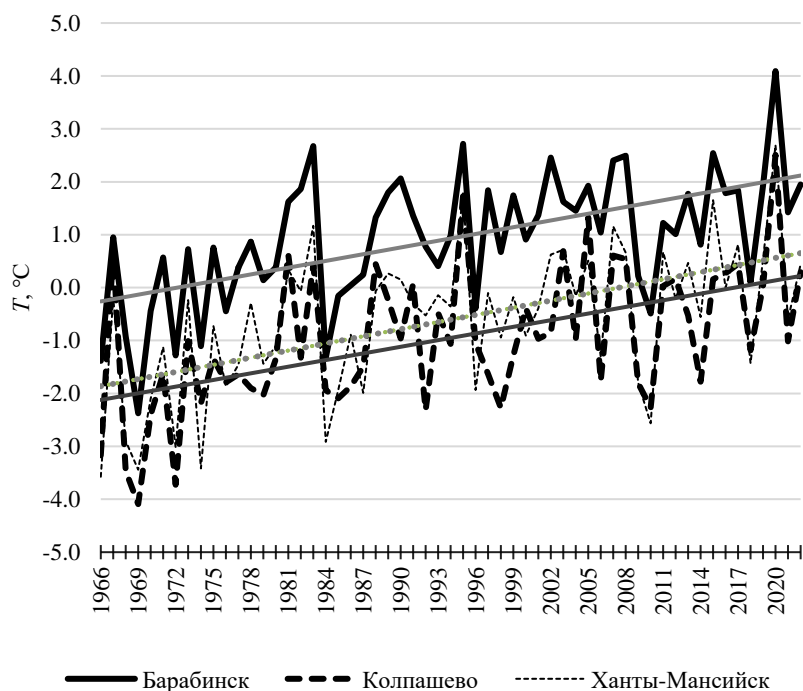


Рис. 2. Изменчивость среднегодовых значений температуры воздуха над северной (“Ханты-Мансийск”), центральной (“Колпашево”) и южной частью Западной Сибири.

На фоне наблюдающегося потепления климата над Западной Сибирью выявлено ряд изменений:

1. Увеличение средних месячных значений температуры воздуха зафиксировано не только в зимние месяцы, но и в летние месяцы [7].

2. Сумма числа переходов температуры воздуха через 0°C в году изменяется от 39 до 101 при среднем значении 63 [8]. В последнее десятилетие такие переходы стали наблюдаться и в зимний период.

3. Смещение дат устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через 0 и 5°C, увеличили продолжительность теплого периода года [9].

4. Годовые суммы атмосферных осадков увеличиваются над исследуемой территорией со скоростью от 5 мм/10 лет до 20 мм/10 лет. При этом в основном увеличивается доля ливневых осадков [9].

5. Наблюдается устойчивое снижение повторяемости сильных ветров, уменьшивших ветровые нагрузки [10, 11]. Наиболее неблагоприятные экологические условия, обусловленные низкой скоростью ветра и инверсиями температуры, складываются в летний период. Зимой при преобладании над территорией Западной Сибири Азиатского антициклона также могут отмечаться слабые ветры в сочетании с инверсионным распределением температуры, что также способствует повышенному загрязнению атмосферы [12].

6. На территории Томской области отмечается значительное уменьшение как числа дней с метелью, так и средней продолжительности метелей [10].

7. Увеличилось число циклонов, формирующихся над Западной Сибирью [13]. На фоне увеличения конвективного потенциала атмосферы Западной Сибири участилась повторяемость конвективных явлений: ливней, гроз, града [7, 14].

Понимание значимости выявленных фактов изменения климата и направленности их тенденций критически важно для разработки мер по адаптации к новым климатическим условиям. Это требует совместных усилий как на международном, так и на местном уровнях. Все выявленные величины изменения климата влияют на здоровье населения и на развитие экономики региона.

Рассмотрим изученные влияния изменившегося на юге Западной Сибири климата на здоровье населения и на ряд экономических отраслей.

Здоровье человека. Основа любого экономического развития региона – человеческий капитал – понятие, включающее помимо трудовых ресурсов накопленные инвестиции в образование, науку, здоровье, безопасность, в качество жизни, инструментарий интеллектуального труда. Поскольку потепление климата Западной Сибири наиболее выражено в холодную часть года [6, 15], суровость зимних условий уменьшится, что может положительно повлиять на настроение и здоровье населения. В летние месяцы отрицательное влияние на здоровье человека оказывают волны тепла, которые в крупных городах могут приводить к большому количеству жертв [16, 17]. От повышения температуры воздуха страдают в первую очередь жители городов, поскольку температура воздуха усиливается за счет наличия городских “островов тепла”, около половины от общей смертности, связанной с жарой во время волны тепла, вызвано этим. Выявленные показатели и тенденции проявления волн тепла в летний период указывают на возможность в предстоящие годы

учащения случаев ухудшения самочувствия людей, проживающих в Сибири. Изменение климата может увеличить риск возникновения условий, превышающих способность человека к терморегуляции. В работе [18] рассмотрены случаи волн тепла на территории юга Западной Сибири с 1990 по 2020 гг. и циркуляционные условия их образования. Получено, что в начале исследуемого периода чаще отмечались волны тепла продолжительностью до 6 дней, а в последний пятилетний период продолжительностью стала более 11 дней.

Исследовано влияние метеоусловий в различные сезоны года на кратность развития сосудистых катастроф в г. Томске за 2019–2021 гг. [19]. В качестве материалов исследования использовалась информация о количестве случаев острого инфаркта миокарда и острой коронарной недостаточности у людей старше 65 лет за 2019–2021 гг. Исследования позволили предположить, что постоянно напряженный метеорологический фон умеренного континентального климата Западной Сибири формирует у населения адаптационные механизмы, а метеорологические факторы чаще являются триггером для заболеваний, возникших или обострившихся под действием других причин. Жесткие погодные изменения, когда пересекаются патогенные режимы атмосферного давления и температуры, такие как волны жары и волны холода, вызывают пролонгированные метеотропные реакции. Через 4–5 дней от начала таких погодных изменений отмечается резкое увеличение числа приступов острого инфаркта миокарда.

Сегодня невозможно с уверенностью ответить на вопрос, сказывается ли изменение климата положительно на здоровье населения Сибири. Положительные и отрицательные результаты изменения климата пока уравновешивают друг друга.

Рекреационная деятельность. В связи с перечисленными выше тенденциями на смягчение климата Западной Сибири, представляет интерес оценка рекреационной привлекательности территории. Естественно, что смещение для зимнего сезона дат начала на более поздние сроки, а его конца на более ранние увеличивает продолжительность благоприятного для здоровья населения сезона. Увеличение повторяемости теплых зим делает климат Сибири в целом более комфортным для зимнего отдыха [9, 15]. Заметное увеличение продолжительности теплого периода позитивно влияет на организацию отдыха и проведение лечебно-оздоровительных процедур.

С начала XXI века биоклиматические условия Томской области стали существенно благоприятнее и для зимнего, и для летнего отдыха, так как увеличилось число дней с оптимальными погодными условиями и уменьшилось с неудовлетворительными погодными [20]. Следовательно, наблюдающиеся изменения климата способствуют увеличению рекреационной привлекательности территории Западной Сибири и развитию туризма.

Для развития экономики Западной Сибири в первую очередь необходима модернизация и развитие транспортных систем.

Автомобильный транспорт. В результате исследований [8, 21, 22] получены две группы климатических характеристик: тенденции одних усложняют развитие транспортной системы, тенденции других – благоприятствуют.

Неблагоприятные тенденции:

1. Возрастающая экстремальность климата, требующая увеличения стойкости дорожных покрытий.

2. Смещение дат устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через 0 и 5°C. Весной они смещаются на более ранние сроки (на 2 недели), а осенью на более поздние (на 2 недели), уменьшая период возможного использования автомобильных “зимников”.

3. Опасность для всех видов транспорта представляет увеличивающееся число переходов температуры воздуха через 0°C не только в переходные сезоны года, но и в зимние месяцы.

4. Учитывая, что увеличилась в основном доля ливневых осадков, следует ожидать увеличения частоты затопления территорий, образования новых оврагов, оползней, провалов грунта. Зафиксирована тенденция повсеместного роста годового количества атмосферных осадков на величину от 5 до 20 мм/10 лет. По всему региону можно ожидать размывание дорог во время участвовавших ливней. В городах это повлечет за собой затруднение работы транспорта.

5. Зафиксировано увеличение средней продолжительности периодов и числа дней со случаями образования зимней скользкости. Такое увеличение особенно заметно в северных районах области, где особенно актуально строительство новых дорог.

Благоприятные тенденции:

1. Уменьшение ветровых нагрузок ввиду снижения повторяемости сильных ветров. Число дней с ветром 15 м/с и более за период глобального потепления сократилось на 70–80%, варьируя в диапазоне 5–15 дней [10, 23].

2. Значительное уменьшение как числа дней с метелью, так и средней продолжительности метелей [10]. Продолжительность метелей уменьшилась в 2–3 раза, что связано с общей тенденцией уменьшения скорости ветра; уменьшение продолжительность залегания снежного покрова, обусловленные изменением сроков залегания и разрушения.

Из анализа совокупности факторов можно заметить, что необходимо усиливать меры по увеличению стойкости дорожных покрытий по всей территории исследований. Вероятно, более быстрое разрушение дорожных покрытий, чем было предусмотрено в предыдущий климатический период. Кроме того, необходимо увеличить сеть наблюдений за гололедом. Образование внутримассовых гололедно-изморозных явлений не фиксируется редкой сетью гидрометеорологических станций и создает частые аварии [21].

С учетом стратегии развития нефтегазовой отрасли в регионе и необходимости ее дорожного, трубопроводного и электрического обеспечения, актуально увеличить наблюдения за гололедными явлениями.

Развитие малой авиации. Авиационная климатология имеет ряд существенных особенностей. Она отличается от других ответвлений прикладной климатологии тем, что охватывает не только интересующие авиацию приземные климатические факторы, но и рассматривает климатические характеристики свободной атмосферы до требуемых высот. В Западной Сибири в настоящее время действуют и международные аэропорты и

площадки областного значения, в том числе вертолетные. Освоение газо- и нефтедобывающих территорий правобережья р. Обь потребует открытия там новых объектов для осуществления авиaperевозок.

Местные авиатрассы отличаются малой протяженностью. Полеты по этим трассам производятся на самолетах легкого типа и вертолетах по правилам визуального полета (ПВП). При сплошной или значительной облачности на трассе и высоте облачности, не обеспечивающей выполнения требований ПВП, и при посадочных условиях ниже установленных минимумов для данных аэропортов и для эксплуатируемых типов самолетов полеты не производятся. Поэтому участки авиатрассы в периоды времени с большой повторяемостью низкой облачности при покрытии неба более 6–7 баллов отличаются повышенным числом нарушений регулярности полетов. Эксплуатация легкомоторных самолетов затрудняется в районах с повышенной повторяемостью сильных ветров, которые на высоте эшелона могут существенно уменьшить путевую скорость и увеличить продолжительность полета. Сильные боковые ветры при полете по трассам создают большие углы сноса. Легкомоторные самолеты особенно чувствительны к сильным и порывистым ветрам во время снижения, выравнивания и посадки, а также на стоянке. Полеты легкомоторных самолетов ограничиваются также туманами и наличием осадков, ухудшающих видимость на трассе и влекущих обледенение (переохлажденный дождь).

Совершенствование транспортной системы Западной Сибири, создание регулярных внутренних сообщений невозможно без ускоренного развития воздушного транспорта, в том числе малой авиации.

В рамках таких исследований в работе рассмотрен ряд факторов, оказывающих влияние на перспективу развития малой авиации:

- циклоническая деятельность, поскольку с ней связана большая повторяемость низкой облачности, болтанки воздушных судов, опасных конвективных явлений [13];
- ограниченная дальность видимости [24];
- существенное увеличение среднегодового числа дней с туманом за последнее десятилетие по сравнению с предыдущим 30-летним периодом [25, 26];
- повторяемость сильных ветров [10];
- условия возможного обледенения [27];
- временная и пространственная изменчивость грозовой активности [7, 14, 28].

Гроза является одним из наиболее опасных для авиации явлением погоды. Опасность гроз обусловлена: интенсивной турбулентностью в облаках, способной вызвать сильную болтанку и перегрузки, превышающие предельно допустимые значения; сильным обледенением на высотах, где температура воздуха ниже 0°C; возможностью поражения самолета молниями и интенсивными ливневыми осадками. Грозовая активность на территории Западной Сибири невелика, хотя и увеличивается при продвижении с севера на юг до 35 дней в году [14, 28]. В районах среднего течения рек Обь и Иртыш, южнее 58° с.ш., ежегодно наблюдается 20–30 дней с грозой. В предгорьях Кузнецкого

Алатау, Алтай может регистрироваться до 35 дней с грозой в год, а суммарная за год продолжительность гроз может достигать 80 ч. Ранее, столь умеренная грозовая активность не требовала больших расходов на молниезащитные мероприятия. На фоне глобального потепления климата атмосфера Западной Сибири стала не только более теплой, но и более насыщенной влагой. Это сопровождается интенсификацией конвективных процессов и увеличением частоты опасных погодных явлений, обусловленных ее развитием. Чрезвычайные ситуации, обусловленные развитием глубокой мезомасштабной конвекции (град, шквал, смерч), в последние десятилетия повторяются гораздо чаще, чем до 2000 г. Статистически значимое увеличение грозовой активности замечено и в области 60–62° с.ш. Увеличивается продолжительность грозового сезона и число дней с грозой в году.

Доля повторяемости опасного явления “сильный град” на территории Сибири по отношению к общей повторяемости этого явления в России в отдельные годы может достигать 33%. За период 2015–2019 гг. на исследуемой территории в районе метеорологических станций было зафиксировано 366 случаев выпадения града разного диаметра: в 40% случаев он не превышал 5 мм, в половине случаев – 5–10 мм и в 10% случаев диаметр града превышал 10 мм, град диаметром более 20 мм зафиксирован метеорологическими станциями в 3 случаях за 5 лет [29].

Строительная отрасль. Ожидается, что повышение температуры воздуха в первой четверти XXI в. приведет к наибольшему изменению соответствующих нормативных характеристик на севере Сибири [15]. Эксплуатационные затраты на построенные здания в процессе их службы в 2–3 раза превышают расходы на их строительство. В связи с наблюдающимся увеличением повторяемости заморозков и оттепелей на фоне глобального потепления, ухудшаются условия эксплуатации зданий, в частности сокращается период их доремонтной эксплуатации, уменьшается долговечность. Поскольку структура изменчивости среднесуточных температур на исследуемой территории неоднородна, это отражается на климатических параметрах, применяемых при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования. Так, значение температуры воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 92% и 98% на преобладающей части области увеличилось по сравнению с данными СНиП23-01-99 на 0,6–3,8°C. Из-за потепления и увеличения глубины сезонного протаивания ожидаются изменения несущей способности почвогрунтов и ухудшения прочностных характеристик фундаментов зданий и технических сооружений. В исследуемом районе наблюдаются как кратковременные, так и длительные нагрузки на объекты от метеорологических явлений. К длительным нагрузкам относятся вес снегового покрова, температурные воздействия, усадка и ползучесть грунтов. Кратковременными нагрузками являются снеговые, ветровые и гололедные нагрузки, а также некоторые температурные воздействия. Происходящие климатические изменения способствуют увеличению снеговых нагрузок на здания и технические сооружения [15].

Теплоэнергетика. На фоне потепления климата отмечается рост экстремальных температурных событий, что способствует рискам формирования пиковых нагрузок для систем отопления. Анализ характеристик отопительных сезонов на станциях Томской области в разные климатические периоды показал, что для региона пока нет предпосылок подготовки к существенной перестройке системы отопления. Основные показатели в пределах их климатической изменчивости. Так, для Томской области говорить о снижении степени суровости климатических условий холодного сезона и о существенном сокращении энергозатрат на отопление преждевременно [30].

Альтернативная энергетика. Возрастание потребности человечества в энергетических ресурсах приводит к необходимости поисков и более широкого использования альтернативных источников энергообеспечения. К их числу в первую очередь относится ветроэнергетика [11]. Известно, что использование ветроэнергетических установок малой мощности возможно только в переходные периоды – апрель–май, октябрь–ноябрь, когда отмечаются более высокие скорости ветра. Исследование ресурсов солнечной радиации на юго-востоке Республики Алтай показало, что данная территория обладает достаточным количеством суммарной солнечной радиации для развития гелиоэнергетики [31]. Экономически целесообразно использовать солнечную энергию для горячего водоснабжения сезонных потребителей (спортивно-оздоровительных сооружений, баз отдыха), а также для обогрева открытых и закрытых плавательных бассейнов и др. сооружений.

Сельское хозяйство. Анализ агроклиматических ресурсов агрозоны Сибирского федерального округа в условиях потепления климата выявил значимые тенденции роста сумм активных температур, продолжительности вегетационного периода за счет более раннего наступления дат устойчивого перехода через 5°C весной (на 5–7 дней) и более позднего осенью (на 2–4 дня), наиболее выраженные в последние два десятилетия [9]. Вероятность поздних и ранних заморозков остается в пределах климатической нормы. С выявленными особенностями изменения характеристик вегетационных сезонов согласуется пространственное распределение тенденций индекса NDVI, отражающего прирост естественной биомассы, что косвенно отражает потенциал роста продуктивности пахотных земель. Использование прогностической информации может заметно снизить потери в аграрном секторе [32], если потребители метеорологической информации будут вести хозяйственные мероприятия с учетом ожидаемой погоды и заблаговременно применять меры защиты.

Лесные ресурсы. Увеличение периодов с экстремально высокими температурами воздуха способствует увеличению числа антропогенных пожаров [33, 34]. Число пожаров, возникших по вине гроз, по данным разных источников варьируется для различных регионов от 10% до 67% от общего числа лесных пожаров. Однако выгоревшая площадь одного пожара, возникшего от молнии, почти вдвое превышает площадь пожаров, возникших по другим причинам, поэтому возгорания от молнии являются самыми опасными для тайги [7, 14, 28, 34]. Лесные пожары в период с июня по август формируют высокий уровень загрязнения воздуха продуктами горения.

Известно, что шлейфы дыма, видимые на спутниковых снимках, распространяются на многие населенные пункты и сопровождаются мглой с уменьшением вертикальной и горизонтальной видимости до 80–100 м, а также повышением концентрации продуктов горения в атмосфере.

Заключение. Изменение климата является одним из наиболее серьезных вызовов XXI в., который выходит за рамки научных дискуссий и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития Российской Федерации. Проведенные исследования позволили выявить благоприятные и неблагоприятные тенденции ряда климатических характеристик на ряд отраслей экономики Западной Сибири. Изменение климата в Западной Сибири оказывает глубокое и многогранное воздействие и на здоровье населения, и на экосистемы, и на экономическое развитие региона. Понимание и адаптация к этим изменениям – важные задачи для научных исследований и действий в целях сохранения окружающей среды и здоровья населения.

Поступила 04.04.2025

Получена с рецензии 03.06.2025

Утверждена 15.08.2025

ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC. Climate Change 2023. Synthesis Report. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland, Geneva (2023), 35–115.
<https://doi.org/10.1810.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
2. Sedrakyan A., Margaryan V., Reshetchenko S., Dmitriev S. Physical Meaning of Temperature and Evaluation of Distribution Laws (in the Area of the Lake Sevan Basin). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Geology, Geography, Ecology* **58** (2023), 231–240.
<https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-18>
3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (под ред. В. М. Катцова). Санкт-Петербург, Росгидромет, Научно-технологические технологии (2022), 676.
4. Севастьянов В.В., Маргарян В.Г. Поля температуры в нижней тропосфере над Кавказом. *Оптика атмосферы и океана* **37** (2024), 746–753.
<https://doi.org/10.15372/AOO20240904>
5. Хандожко Л.А., Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. Адаптация потребителя (производственного объекта) к ожидаемым условиям погоды: методическая основа и практическая реализация. *Труды ВНИИГМИ-МЦД* **168** (2001), 41–53.
6. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кужевская И.В. Оценка современной климатической составляющей хозяйственного комплекса Томской области в холодный период года. *Вестник Томского государственного университета. Науки о Земле* **351** (2011), 163–168.
7. Горбатенко В.П., Кужевская И.В. и др. Оценка изменчивости конвективного потенциала атмосферы в условиях изменяющегося климата Западной Сибири. *Метеорология и гидрология* **5** (2020), 108–117.
8. Кижнер Л.И., Барашкова Н.К., Носырева О.В. Тенденции некоторых температурных характеристик, влияющих на работу транспорта в Томском регионе. В сб.: Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках. *Материалы международной научно-практической очно-заочной конференции, посвященной 100-летию БГУ, 60-летию кафедры физ. географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения проф. О.Ф. Якушко*. Минск, Белорусский государственный университет (2021), 144–149.

9. Кужевская И.В., Горбатенко В.П. и др. Агроклиматические характеристики земель сельскохозяйственного назначения на территории Сибирского Федерального округа в условиях изменения климата. *Метеорология и гидрология* **10** (2023), 77–87.
<https://doi.org/10.52002/0130-2906-2023-10-77-87>
10. Журавлев Г.Г., Горбатенко В.П., Тунаев Е. Л. Метели на территории Томской области. *Тр. главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова* **594** (2019), 137–151.
11. Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области. *Вестник Томского государственного университета* **376** (2013), 175–181.
12. Старченко А.В., Шельмина Е.А. и др. Численное моделирование качества воздуха над городом Томском при слабом ветре. *Вестник Томского государственного университета. Математика и механика* **79** (2022), 25–43.
<https://doi.org/10.17223/19988621/79/3>
13. Горбатенко В.П., Тунаев Е.Л. и др. Изменения циклогенеза над Западной Сибирью в 1976–2017 гг. *Фундаментальная и прикладная климатология* **2** (2020), 35–57.
14. Горбатенко В.П., Громницкая А.А., и др. Оценка роли климатических факторов в возникновении и распространении лесных пожаров на территории Томской области. *Вестник Томского государственного университета* **395** (2015), 233–240.
15. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кужевская И.В. Оценка термического режима воздуха и тенденций процессов антициклогенеза на юге Западной Сибири в прикладных целях. *Вестник Томского государственного университета* **387** (2014), 225–232.
16. Гарганеева А.А., Кужелева Е.А. и др. Особенности развития и течения острой коронарной недостаточности в период экстремально жарких погодных условий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* **16** (2017), 52–56.
<https://doi.org/10.15829/1728-8800-2017-5-52-56>
17. Кужевская И.В., Поляков Д.В. и др. Температурные волны тепла как отражение изменчивости современных климатических условий жизнедеятельности на территории Томской области. *Экология человека* **2** (2015), 3–9.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000504945>
18. Лихачева О.Ю., Нечепуренко О.Е., и др. Влияние погоды на обострение болезней системы кровообращения в г. Томске. В сб.: *Фундаментальная география в Сибири: этапы развития, результаты и перспективы. Мат. между. науч. конф., посв. памяти выдающихся географов: 95-летию со дня рождения В.В. Воробьева, 85-летию со дня рождения В.А. Снытко, 75-летию со дня рождения А.Н. Антипова*. Иркутск, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (2024), 313–315.
19. Лихачева О.Ю., Нечепуренко О.Е. и др. Перемена метеоусловий как один из факторов риска острого инфаркта миокарда у больных. В сб.: *XV Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. Мат. докл. всероссийской конф. с между. участием*. Томск, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (2023), 250–253.
20. Белоусова И.А., Севастьянов В.В. Современные изменения климато-рекреационных ресурсов в Томской области. В сб.: *Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. Материалы XIV Международной научно-практической конференции*. Томск, Аграф-Пресс (2014), 78–83.
21. Барашкова Н.К., Кижнер Л.И. и др. Наземное обледенение на территории Томской области (Западная Сибирь). *Геосферные исследования* **1** (2020), 88–101.
22. Горбатенко В.П., Волкова М.А. и др. Современные тенденции климатических характеристик, влияющих на развитие транспортной системы Томской области. *Фундаментальная и прикладная климатология* **7** (2021), 71–95.
23. Кижнер Л.И., Серая Н.Ю. Изменение режима ветра в Томске в начале XXI века. *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова* **576** (2015), 102–113.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000505104>
24. Черниговская О.А., Кижнер Л.И. Туманы на территории Томской области. В сб.: *Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России. Мат. III Всероссийской научно-практической конф.* Иркутск, ФГБОУ ВО “ИГУ” (2020), 143–146.
25. Журавлев Г.Г., Задде Г.О., Ахметшина А.С. Туманы на территории юго-востока Западной Сибири. *Вестник Томского государственного университета* **347** (2011), 174–180.

26. Кижнер Л.И., Барашкова Н.К., Носырева О.Е. Современные тенденции температурно-влажностных показателей и явлений в Томске. В сб.: XIV Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. Тезисы докладов российской конференции с международным участием, Томск (2021), 15–18.
27. Волкова М.А., Кужевская И.В. и др. Детерминирование зон обледенения воздушных судов на юго-востоке Западной Сибири. *Геосферные исследования* 4 (2021), 94–102.
<https://doi.org/10.17223/25421379/21/8>
28. Нечепуренко О.Е., Горбатенко В.П. и др. Грозовая активность над Западной Сибирью. *Геосферные исследования* 4 (2022) 123–134.
<https://doi.org/10.17223/25421379/25/8>
29. Кужевская И.В., Волкова М.А. и др. Климатология градовых процессов юга Западной Сибири. *Материалы VIII Всероссийской конференции по атмосферному электричеству с международным участием*, Нальчик (2019), 102–104.
30. Чередыко Н.Н., Волкова М.А., Scholtz O. Оценка климатических ресурсов в Томской области в период современного изменения климата. *Геосферные исследования* 1 (2023), 132–143.
<https://doi.org/10.17223/25421379/26/10>
31. Севастьянов В.В., Мишенина Ю.А. Радиационный режим и гелиоэнергетические ресурсы юго-восточной части Республики Алтай. *Оптика атмосферы и океана* 29 (2016), 1090–1095.
<https://doi.org/10.15372/AOO20161214>
32. Горбатенко В.П., Кижнер Л.И. Экономические аспекты использования агрометеорологических прогнозов. *Экономика сельского хозяйства России* 4 (2014), 54–61.
33. Varanovskiy N.V. *Predicting, Monitoring, and Assessing Forest Fire Dangers and Risks*. Hershey: IGI Global (2020), 417.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1867-0>
34. Каранин А.В., Кочеева Н.А. и др. Энергия и суточный ход молниевой активности в локациях пожаров от гроз на территории республики Алтай. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки* 4 (2023), 91–102.

Վ. Պ. ԳՈՐԲԱՏԵՆԿՈ, Մ. Ա. ՎՈՒԿՈՎԱ

ԿԼԻՄԱՅԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՍՈՑԻԱԼ-ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ
ՀԵՏԵՎԱՆՔՆԵՐԸ ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՄԻՔԻՐԻ ՀԱՐԱՎՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիտարկվում է Արևմտյան Միքիբի հարավում կլիմայի փոփոխության ազդեցությունը մարդու առողջության, ռեկրեացիոն գործունեության և մի շարք տնտեսական ոլորտների վրա՝ տրանսպորտ, շինարարություն, գյուղատնտեսություն և ջերմաէներգետիկա:

V. P. GORBATENKO, M. A. VOLKOVA

SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE
IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Summary

The paper examines the impact of climate change in the South of Western Siberia on human health, recreational activities and a number of economic sectors: transport, construction, agriculture, and thermal power engineering.