

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ФОНЕ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

*Горбатенко В. П.,
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Российская Федерация, e-mail: vpgor@ggf.tsu.ru*

Представлены результаты анализа изменчивости основных характеристик климата Западной Сибири используемых в прикладной климатологии. Выявлены изменения в повторяемости экстремальных температур воздуха, переходов температуры воздуха через 0 °С, опасных конвективных явлений, увеличение сумм осадков. В работе сделан акцент на анализ изменений основных климатических показателей территорий, ограниченных диапазоном 55-60°с.ш. и 65°-85°в.д. На фоне глобального изменения климата изменился диапазон значений ряда климатических характеристик, учитываемых при проектировании строительных объектов, развитии и эксплуатации сети автомобильных дорог и комплексов ЖКХ, в сельскохозяйственном комплексе региона. Для быстрого реагирования экономики на новые климатические условия, необходима новая модель коммуникации климатологов и экономистов.

Ключевые слова: Социально-экономические риски; изменение климата.

SOCIO-ECONOMIC RISKS WESTERN SIBERIA IN THE BACKGROUND OF A CHANGING CLIMATE

*Gorbatenko V. P.
National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russian Federation, e-mail: vpgor@ggf.tsu.ru*

The results of the analysis of the variability of the main characteristics of the climate of Western Siberia used in applied climatology are presented. Changes in the frequency of extreme air temperatures, transitions of air temperature through 0 °C, dangerous convective phenomena, and an increase in precipitation were revealed. The work focuses on the change in the main climatic indicators of the territories, limited by the range of 55°N - 60°N and 65° - 85°E. Against the background of global climate change, the range of values of a number of climatic characteristics has changed, which are taken into account in the design of construction, development and operation of the network of highways and housing complexes, in the agro-industrial complex. For a quick response of the economy to new climatic conditions, a new model of communication between climatologists and economists is needed.

Key words: Socio-economic risks; climate change.

Одним из наиболее актуальных вопросов, стоящих перед современной климатологией, является вопрос о связи растущей повторяемости экстремальных погодных явлений с глобальным и региональными изменениями климата. Современные исследования свидетельствуют о растущем во всем мире ущербе от опасных погодных явлений. Данные говорят о том, что 90 % самых значительных экономических потерь

приходится на опасные гидрометеорологические явления: паводки, наводнения, сильный ветер, ливневые дожди, град, засухи, оставляя таким стихийным бедствиям, как извержения вулканов, цунами и землетрясения, лишь 10 % [1]. Проблема оценки погодно-климатических рисков осложняется спецификой этого вида рисков: климатические изменения имеют прогрессирующий характер, их природа до конца не изучена, совокупное воздействие естественных и антропогенных факторов вызывает продолжающееся на протяжении почти четырех десятилетий изменение климата и приводит к перманентному изменению вероятности наступления событий. Все это затрудняет оперативную модификацию применяемых сегодня методов оценки погодно-климатических рисков.

Западная Сибирь относится к регионам наибольшей скорости потепления климата. Если в конце XX века потепление наблюдалось, в основном в зимние месяцы, то с начала XXI века потеплением в весенне-летний период охвачена практически вся территория Западной Сибири [2]. Столь длительные периоды наблюдающегося изменения климата влекут за собой изменения условий функционирования сложившихся десятилетиями отраслей экономики. Зачастую трудно однозначно оценить являются ли наблюдающиеся изменения благоприятными для развития экономики региона или нет. Изменения климата характеризуется увеличением вариабельности ряда климатических параметров, которые используются при проектировании и учитываются при функционировании объектов экономического развития региона. Зачастую изменения климата сопряжены с ростом повторяемости опасных для экономики регионов и здоровья населения гидрометеорологических процессов и явлений. Факторы, обеспечивающие риски для разных отраслей экономики могут на первый взгляд различаться, тем не менее, все они, так или иначе, являются производными от потепления атмосферы.

Целью настоящей работы является анализ изменений основных климатических параметров Западной Сибири, которые учитываются при планировании хозяйственной деятельности ряда отраслей экономики: развитии транспортной системы, промышленного и гражданского строительства, электроэнергетики, аграрного сектора экономики.

Поскольку территория Западной Сибири характеризуется разнообразием величин и направлений тенденций изменчивости климатических характеристик, общие для всей территории выделить невозможно. Большинство климатических характеристик в разных частях территории Западной Сибири демонстрируют разные пределы изменчивости и разнонаправленные тенденции их повторяемости. Для их практического использования в практике планирования целесообразно ориентироваться на климат отдельных административных районов. В работе сделан акцент на изменение основных климатических показателей территорий, ограниченных диапазоном географических координат 55 – 60° с.ш. и 65° - 85 °в.д.

Экстремумы температуры. Огромную роль в формировании социально-экономических рисков, играет повторяемость положительных и отрицательных экстремальных значений температуры воздуха над Западной Сибирью. Продолжительные волны холода для зимних периодов в эпоху до глобального потепления были для исследуемой территории нормой, и к ним система хозяйственного комплекса была адаптирована. Но потепление в Сибири наблюдается и в летние месяцы. Результаты исследования [3] повторяемости периодов с высокими температурами воздуха (волн жары) в теплый период года, свидетельствуют о наличии тенденции повторяемости погоды, приводящей к ухудшению самочувствия людей [4], роста потребления электроэнергии, увеличения числа лесных пожаров [5] и к ухудшению экологической обстановки в целом [6]. Получено, что в нескольких регионах Западной Сибири, в ближайшем будущем в летний период следует ожидать высокую повторяемость волн жары. Следовательно актуально проведение и соответствующих мероприятий, которые будут способствовать минимизации экономического и социального ущерба в разных отраслях экономики конкретных регионов [7]. Ярким примером демонстрации ущерба, нанесенного агропромышленному комплексу области, является погодно-климатическая характеристика аномально теплого лета 2012 года, который по условиям тепло- и влагообеспеченности был классифицирован как экстремальный [8].

Температура воздуха ниже 0 °С. В периоды с отрицательной среднесуточной температурой особую опасность представляют нагрузки на хозяйственные объекты, обусловленные такими метеорологическими явлениями как снег, гололед, ветер, снежные заносы, гололедно-изморозевые явления, глубокое промерзание грунтов, резкие перепады температур, характеристики снежного и ледового покрова. Наиболее часто встречающееся явление – изморозь – составляет 84 % всех случаев всех явлений зимнего периода. Наиболее часто встречающаяся непрерывная продолжительность отложений изморози находится в диапазоне 7 – 12 часов, гололеда и отложений мокрого снега – в пределах 6 часов. В результате изучения метеорологических условия формирования зимней скользкости, получено, что количества используемых сегодня в практике дорожного обслуживания циклов обработки дорог противогололедными материалами недостаточно для обеспечения требуемого уровня содержания и безопасности движения на сети дорог северных регионов. Число циклов обработки противогололедными материалами необходимо увеличить почти в 1,5 раза [9].

Несмотря на тот факт, что число дней с низкими температурами воздуха в зимний период на фоне глобального потепления существенно сократилось, увеличивается число явлений погоды, характерных для оттепелей. В качестве примера приведем территорию Томской области, которая по характеристике «толщина стенки гололеда» превышаемая 1 раз в 5, раньше относилась к слабо гололедному району. В сложившемся новом климате диаметр отложений может достигать 30 – 40 мм, ранее толщина стенки гололеда изменялась в

пределах 3 – 5 мм. Это необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации дорожных покрытий, в энергетике.

Частота перехода температуры 0 °С. На территории Западной Сибири наблюдается увеличение числа переходов температуры воздуха через 0 °С, особенно заметное весной и осенью [10]. Более того такие события стали наблюдаться и в зимние месяцы. Например в феврале 2021г. на протяжении нескольких суток температура воздуха была выше 0 °С. В связи с этим ухудшаются условия эксплуатации зданий и сооружений, в частности, сокращается период их доремонтной эксплуатации, уменьшается долговечность. При этом в конце холодного периода (весной) таких переходов больше, чем в начале (осенью). В ноябре случается 7 – 9 переходов, в апреле – 12 – 16. На уровне 60° с.ш., даже в мае наблюдается от 8 до 12 таких переходов.

Такие климатические показатели как **средняя температура наиболее холодных пятидневок и средняя температура наиболее холодных суток** используются при теплотехнических расчетах для обеспечения отопительного периода, который в Томской области, составляет около 225 дней [11]. Известно, что распределение продолжительности отопительного периода увеличивается при перемещении с юго-востока Западной Сибири на северо-запад. Ранние даты начала отопительного периода приходится на сентябрь (в Томской области 19 сентября), поздние даты окончания отопительного периода – на 11 мая ($\sigma = \pm 8$ дней), максимальная продолжительность отопительного периода достигает 230 суток, минимальная – 218 дней ($\sigma = \pm 12$ дней). На фоне сложившегося климата рекомендуется изменить методику расчета дат включения и отключения центрального отопления в г. Томске, поскольку применяемая не соответствует обеспечению комфортности пребывания в помещениях. Часто в переходные сезоны в системах центрального отопления тепла подается излишне много и существующая система принятия решений по включению и отключению отопления должна стать более мобильной.

Структура и динамика атмосферных осадков. Исследованы опасные для экономики вероятностные показатели: непрерывная продолжительность периодов с осадками и без осадков, тенденции их изменения [12]. Получено, что годовое количество атмосферных осадков в течение последних 50 лет имеет тенденцию повсеместного роста на величину от 2 мм/10 лет до 20 мм/10 лет в разных районах Западной Сибири. Учитывая, что увеличилась, в основном, доля ливневых осадков, возможно затопление территорий, образование новых оврагов, оползней, провалов грунта. Если тенденция сохранится, то возможно и размытие фундаментов зданий, размыв берегов рек. В городах это повлечет за собой затруднение работы транспорта. Особенно актуально готовиться к учащению таких событий в южных районах Западной Сибири и на территории Алтайского края.

Грозовая активность на территории Западной Сибири невелика, хотя и увеличивается при продвижении с севера на юг до 35 дней в году [13]. 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 часов. Ранее, столь умеренная грозовая активность не требовала больших расходов на молниезащитные мероприятия [14]. 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. [15]. Несмотря на то, что значимых тенденций в изменении уровня грозовой активности над Западной Сибирью за исследуемый период не выявлено, замечено увеличение числа гроз в весенний период. Увеличилась повторяемость выпадений града и его величина, что представляет опасность для сельскохозяйственной отрасли. Безусловное увеличение грозовой активности замечено в области 60 – 62 °с.ш. Увеличивается продолжительность грозового сезона и число дней с грозой в году. Следовательно на предприятиях, расположенных в этих широтах следует в первую очередь обновить молниезащиту объектов, в первую очередь энергетических объектов.

Выводы. Несмотря на то, что потепление климата в Сибири для жителей региона является фактором, на первый взгляд положительным, изменение уровня значений его составляющих может иметь значительные социально экономические последствия.

На фоне глобального изменения климата изменился диапазон значений ряда климатических характеристик, учитываемых при проектировании строительных объектов, развитии и эксплуатации сети автомобильных дорог и комплексов ЖКХ, в сельскохозяйственном комплексе региона.

Требуют пересмотра нормативы молниезащиты на энергетических объектах, защиты от града на сельскохозяйственных территориях, расчета продолжительности отопительного периода в жилищно-бытовой сфере обслуживания.

Очевидно, что потепление климата, вызвало необходимость учитывать новые пределы изменчивости его основных характеристик при планировании развития всего хозяйственного комплекса.

Особое место изменения климата должно коснуться пересмотру условий труда на открытом воздухе, поскольку приведенные выше особенности складывающегося климата Западной Сибири оказывают большое влияние на здоровье человека и уровень комфортности его жизнедеятельности.

Для внедрения результатов научных исследований в экономические расчеты необходима масштабная пропаганда необходимости быстрого реагирования на новые климатические условия, необходима новая модель коммуникации климатологов и экономистов. Значения климатических

параметров, применяемые в нормативных документах разных отраслей экономики должны обновляться с периодичностью не более чем 5 лет. На сегодняшний день применяющиеся нормативы утверждены 30 и более лет назад. В сегодняшнем климате они не обеспечивают запланированный уровень безопасности функционирующих объектов экономики.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-45-700010 p_a).

Библиографические ссылки

1. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – СПб.: 2017 – 106 с.
2. Тенденции изменения экстремальности климата западной Сибири в конце XX - начале XXI веков / Е.В. Харюткина [и др.] // Фундаментальная и прикладная климатология, 2019. Т. 2. – С. 45-65.
3. Динамика показателей экстремальности климата на территории Западной Сибири / Л.А. Огурцов [и др.] // Оптика атмосферы и океана, 2016. – Т. 29. – № 8. – С. 633–639.
4. Температурные волны тепла как отражение изменчивости современных климатических условий жизнедеятельности на территории Томской области / И.В. Кужевская [и др.] // Экология человека, 2015. – № 2. – С. 3–9.
5. Оценка роли климатических факторов в возникновении и распространении лесных пожаров на территории Томской области / В.П. Горбатенко [и др.] // Вестн. Томского гос. Ун-та, 2015. – № 395. – С. 233–243.
6. Волкова, М.А. Особенности формирования и социально-экономические последствия температурных рисков в Томской области / М.А. Волкова, О.А. Ивашкова, Н.Н. Чередыко // Вестн. Томского гос. Ун-та, 2013. – № 374. – С. 180–187.
7. Горбатенко, В.П. Экономические аспекты использования агрометеорологических прогнозов / В.П. Горбатенко, Л.И. Кижнер // Экономика сельского хозяйства России, 2014. – №4. – С. 54–61.
8. Поляков, Д.В. Погодно-климатическая характеристика аномального лета 2012 года на территории Томской области / Д.В. Поляков, Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская // Метеорология и гидрология, 2014. – № 1. – С. 38–47.
9. Климатические характеристики формирования зимней скользкости на сети автомобильных дорог на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югра / И.В. Кужевская [и др.] // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, 2019. – № 595. – С. 190–203.
10. Барашкова, Н.К. Климатические характеристики режимов устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, О.В. Носырева // Изв. РАН. Сер. географ., 2015. – № 1. – С. 87–97.
11. Носырева, О.В. Определение продолжительности отопительного сезона / О.В. Носырева, Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер // Метеорология и гидрология, 2019. – № 9. – С. 99–109.
12. Современная пространственно-временная структура поля экстремальных осадков на территории Западной Сибири / М.А. Волкова [и др.] // Вестн. Томского гос. Ун-та, 2015. – № 390. – С. 202–210.
13. Горбатенко, В.П. Молния как звено глобальной электрической цепи. Монография. / В.П. Горбатенко, Т.В. Ершова – Томск, Издательство ТГПУ, 2011, 204 с.
14. Горбатенко, В.П. Пространственные и временные вариации грозовой активности над Томской областью / В.П. Горбатенко, А.А. Дульзон, М.В. Решетько // Метеорология и гидрология, 1999. – № 12. – С. 21.

15. Оценка изменчивости конвективного потенциала атмосферы в условиях изменяющегося климата Западной Сибири / В.П. Горбатенко [и др.] // Метеорология и гидрология, 2020. – №5. – С. 108-116.