

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ И РЕАКЦИЯ ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ (на примере Алтайского государственного биосферного заповедника)

Рассмотрен региональный аспект проблемы современного изменения климата на примере Алтая. Проанализирована динамика и направленность изменений температуры воздуха и количества осадков за период с 1940 по 2010 г. по данным метеостанции Яйло. На основе анализа летописей природы Алтайского государственного биосферного заповедника выделены наиболее характерные типы ответной реакции горных экосистем: смещение зон; потеря лесов, сопровождаемая определенным ущербом для гидрологических систем и увеличением эрозии почв; появление инвазивных видов; изменение продуктивности; увеличение экстремальности увлажнения; рост пожарной опасности; снижение количества и качества семян; влияние на возобновление (особенно хвойных); увеличение вредоносности болезней и вредителей; снижение устойчивости из-за увеличения частоты неблагоприятных краткосрочных явлений (периодов аномально теплой погоды и заморозков, сильных ветров, снегопадов и т.п.). Показана наблюдаемая и возможная реакция горных экосистем на климатические изменения.

Ключевые слова: изменение климата; Алтай; экосистемы; динамика.

Стратегической целью политики Российской Федерации в области климата, согласно Климатической доктрине [1], является обеспечение безопасного и устойчивого развития в условиях изменяющегося климата и возникновения соответствующих угроз, при этом упреждающая адаптация к последствиям климатических изменений отнесена к числу приоритетов политики в области климата.

В связи с этим изучение динамики современных изменений основных гидрометеорологических характеристик и сопряженных с ними реакций экосистем является весьма своевременным и необходимым.

В горных районах в связи с более широким спектром разнообразия физико-географических условий процесс потепления проявляется очень контрастно. Величины потепления колеблются здесь в очень широких пределах от 0,5 до 3–4°C.

Нами произведена статистическая обработка метеорологической информации за 1940–2010 гг. по ГМС Яйло. В результате было установлено, что за весь период наблюдений среднегодовая температура составляла 3,7°C, за период с 1940 по 1999 г. – 3,6°C, а в последнее десятилетие повысилась до 4,5°C, т.е на 0,6°C к базовому периоду (рис. 1).

На основании этих данных составлены следующие графики: динамика среднегодовой температуры воздуха, динамика среднезональных значений температуры воздуха, динамика среднезональных значений температуры воздуха, атмосферные осадки холодного периода (ноябрь – март) и теплого периода (апрель – октябрь) (рис. 1–4).

Для более детализированной оценки проанализированы сезонные изменения (рис. 2). За зимние месяцы приняты ноябрь, январь, февраль и март; за весенние – апрель и май; за летние – июнь, июль, август; за осенние – сентябрь и октябрь.

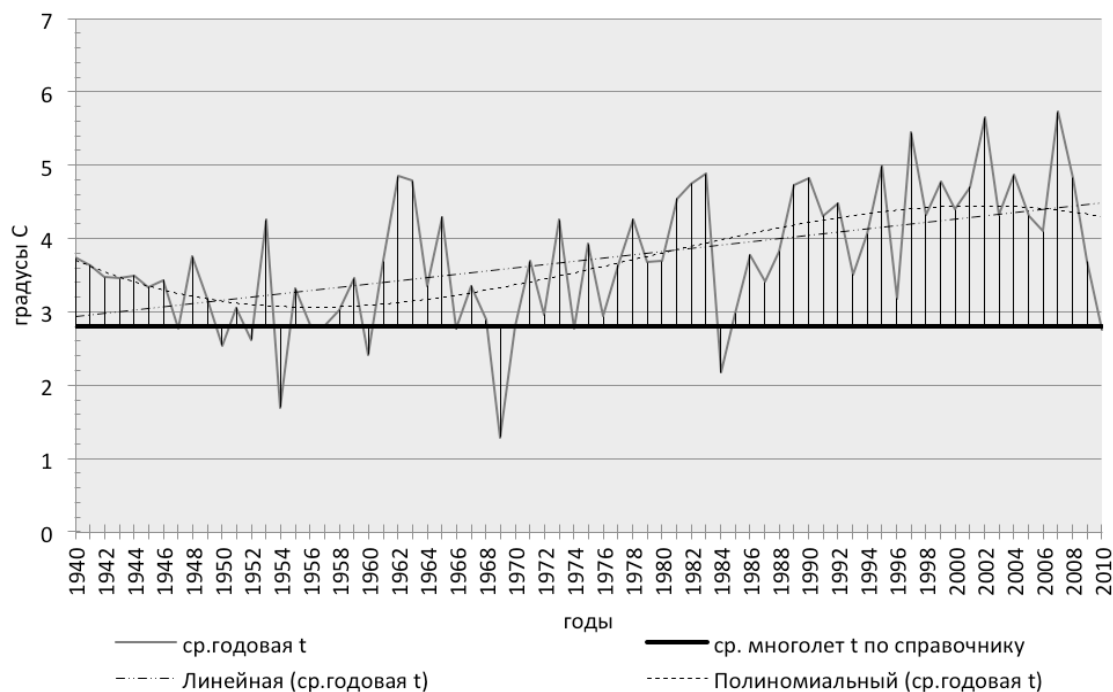


Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха

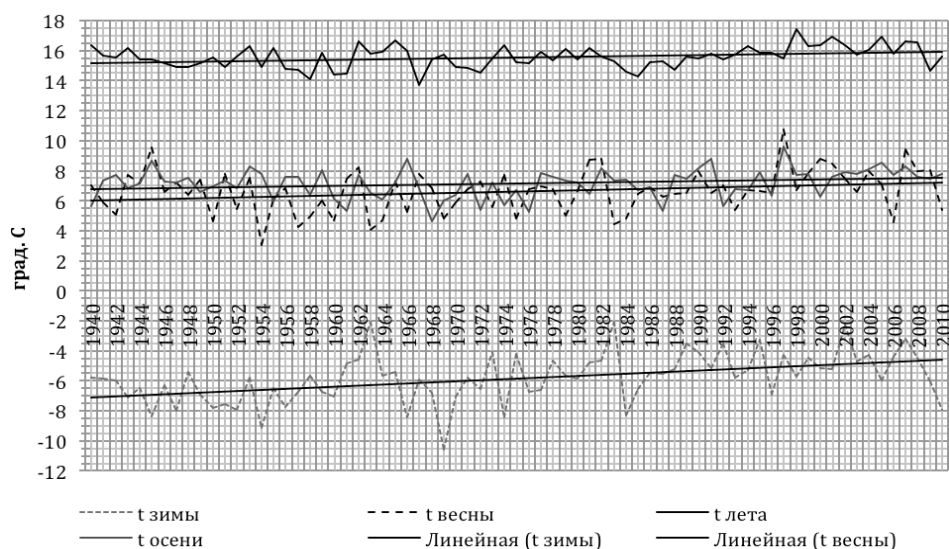


Рис. 2. Динамика среднезонных значений температуры воздуха

В указанный период средняя температура сезонов повышалась: зимнего – на $2,4^{\circ}\text{C}$, весеннего – на $1,2^{\circ}\text{C}$, летнего – на $0,7^{\circ}\text{C}$, осеннего – на $0,5^{\circ}\text{C}$.

Анализ изменений средней сезонной температуры показал, что положительные отклонения от неё составили: зимой – $67,2\%$, весной – $60,7\%$, летом – $57,4\%$, осенью – $55,6\%$ от числа лет. Наибольшие пики средней сезонной температуры характерны для зимы. Самой холодной зимой 1968/69 г. температура была ниже средней сезонной на 10°C ; через 22 года в 1992/93 г. она была ниже средней многолетней на $4,1^{\circ}\text{C}$. В самые теплые зимы в 1982/83, 1988/89 гг. средняя температура превышала сезонную среднюю многолетнюю почти на 6°C . Однако экстремально теплой оказалась зима 2001–2002 гг. Почти постоянно в январе – феврале температура в дневные часы поднималась выше 0°C , а нередко превышала 10°C . Максимум температуры воздуха составил 13°C .

Весной наиболее существенный температурный пик отмечался в 1997 г., когда температура превысила среднюю сезонную на $4,2^{\circ}\text{C}$. Приведенные данные говорят о том, что наметилось потепление климата, однако в многолетнем ходе температура воздуха испытывает заметные колебания. Особенно велика изменчивость температур от года к году зимой (коэффициент вариации равен 22%), что свидетельствует о неустойчивом характере атмосферных процессов, вызывающих потепление зимнего сезона. Весной при высокой внутрисезонной изменчивости температур отмечается уменьшение изменчивости температуры между сезонами. Атмосферные процессы, вызывающие повышение температуры воздуха в этот период, более стабильны. В летнее время в течение всего анализируемого ряда лет колебания температуры были сравнительно небольшими. Коэффициент вариации остаётся в пределах $8,6\text{--}4,9\%$. Осенью при высокой внутрисезонной изменчивости температуры статистические различия оказались несущественными.

Анализ величины атмосферных осадков за период с 1961 по 2010 г. (рис. 3) показал весьма незначительное их увеличение, которое составило 14 мм. Однако это значение дала среднегодовая сумма осадков последние

десятилетия к базовому периоду и справочным данным. Наблюдаемое изменение относится прежде всего к теплому периоду (рис. 4). Вместе с тем распределение суммы осадков по времени характеризуется уменьшением числа дней с осадками и увеличением интенсивности их выпадения. Существует возможность недостаточного прироста осадков по отношению к темпам повышения температуры, поэтому особенно актуальным является определение соотношения тепло- и влагообеспеченности (увлажненности) территории [2].

Таким образом, изменение климата за исследуемый период проявилось прежде всего в повышении сезонных и годовых температур приземного воздуха; расширении диапазона экстремальных температур; уменьшении осадков зимнего периода; увеличении засушливости (аридизация); увеличении интенсивности летних осадков; уменьшении числа дней с устойчивым снежным покровом; учащении поздних и ранних заморозков. Тенденция изменения климата на побережье Телецкого озера хорошо согласуется с данными по изменению климата во всем Алтае-Саянском экорегионе [3, 4].

Наблюдаемые изменения климата очень важны и уже в настоящее время сопровождаются значительным экосистемным откликом, поскольку именно соотношение тепла и влаги определяет формирование типа ландшафта, его биопродуктивность и направленность геоэкологических процессов.

Горная экосистема является сложной динамической системой, зависящей от многих факторов внешней среды, но одним из основополагающих является климат. В настоящее время имеется множество научных исследований, посвященных адаптации различных экосистем к глобальному потеплению климата [4].

Известно, что определяющими факторами формирования тех или иных экосистем является пространственно-временное распределение осадков и приземных температур воздуха. К прямым последствиям повышения температур воздуха можно отнести увеличение числа жарких дней, таяние вечной мерзлоты, повышение температуры воды, отступление ледников и уменьшение снежного покрова.

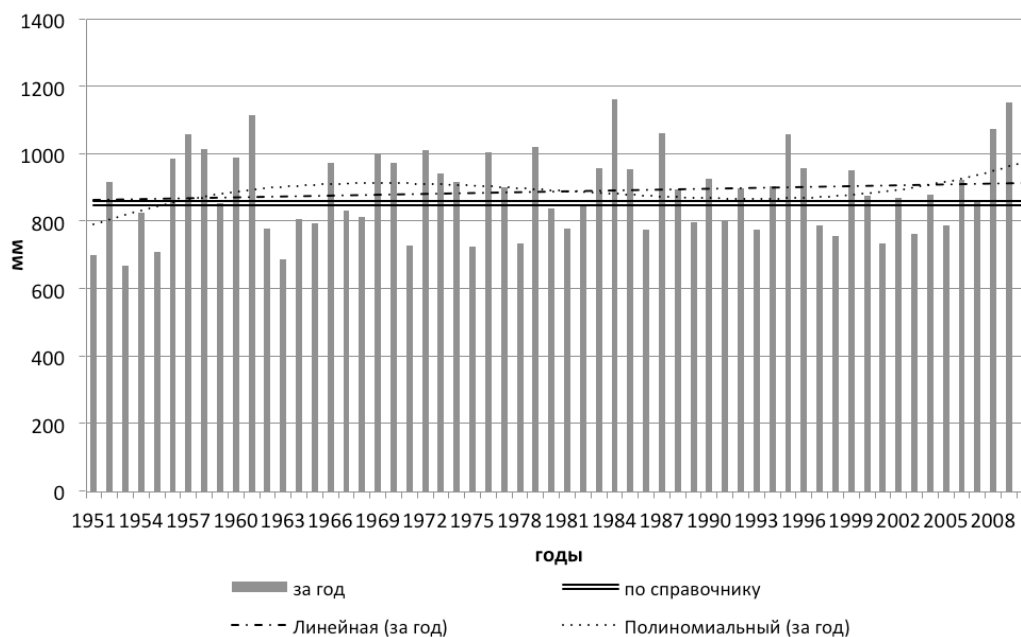


Рис. 3. Динамика годового количества атмосферных осадков

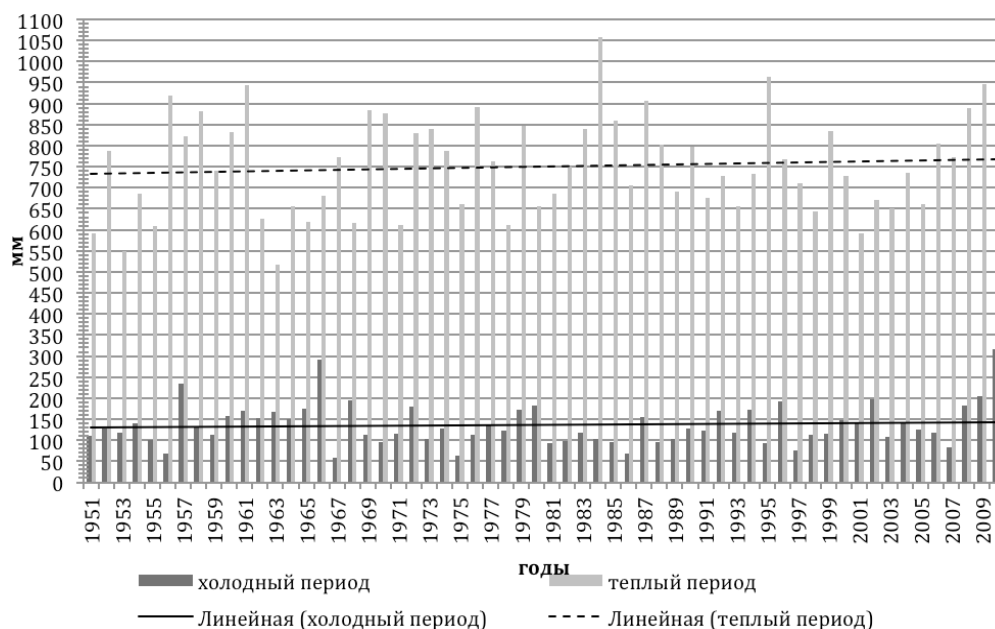


Рис. 4. Атмосферные осадки холодного периода (ноябрь – март) и теплого периода (апрель – октябрь)

Существующие прогнозы климатических изменений [3] показывают, что следует ожидать значительных смещений границ распространения растительности. Считается, что скорость миграции различных видов деревьев ранее составляла порядка 4–200 км / 100 лет. В случае потепления на 1–3,5°C (для АГБЗ среднегодовые значения потепления 1,4–1,6°C) в следующие 100 лет будет наблюдаться перемещение границы леса по высоте примерно на 150–550 м [5].

В настоящее время зафиксированным фактом является сокращение площади высокогорных сообществ за счет их продвижения вверх к скальным поверхностям, где в настоящее время отсутствует почвенный покров. В свою очередь изменяются ландшафтно-экологические условия способствующие расширению ареалов обитания одних видов животных и сокращению

других. В частности, такие редкие краснокнижные животные, как ирбис и аргали, вслед за высокогорными природными комплексами окажутся в изоляции, где их спасение станет невозможным.

Изменение температурного режима сказывается и на сроках весеннего пролета птиц. Например, значительно раньше (на 13–16 дней) стал происходить пролет кряквы и первое кукование кукушки, но данный факт требует более глубоких исследований [6].

За счет увеличения числа дней с температурой выше 10°C у большинства растений может измениться продолжительность вегетационного периода. Уже сегодня отмечается рост на 1–2 недели (преимущественно за счет весенних месяцев).

Переизбыток или недостаток влаги также серьезно сказывается на состоянии экосистем, определяя тече-

ние наиболее важных процессов, связанных с биохимией питания. Уже сегодня отмечаются изменения в динамике восстановления, прироста и отпада деревьев, меняются взаимоотношения пород. Последнее проявится, вероятнее всего, на стадии лесовозобновления в зоне таежных лесов. К примеру, высокая требовательность лиственницы к условиям освещения не дает ей возможности конкурировать с другими породами в тех районах, где для них имеются приемлемые климатические и почвенные условия. Поэтому при

изменении климата лиственница на части своего ареала может смениться елью и пихтой, а в ряде случаев и сосной [7].

Для территории заповедника характерно неравномерное распределение суммы осадков в течение сезонов, и эта разность только увеличивается при потеплении климата. Происходит учащение опасных явлений – пожаров, наводнений, увеличение числа засух в летний период и т.д., влияющих на почвенно-растительный покров и гидрографию (рис. 5).



Рис. 5. Возможная и наблюдаемая реакция горных экосистем на изменение режима осадков

В результате можно выделить ряд наиболее характерных параметров ответной реакции горных экосистем на современное изменение климата:

- смещение зон;
- потеря лесов, сопровождаемая определенным ущербом для гидрологических систем и увеличением эрозии почв;
- появление инвазивных видов;
- изменение продуктивности;
- увеличение экстремальности увлажнения (заболачивание, иссушение);
- рост пожарной опасности;
- деградация вечной мерзлоты;
- сокращение площади ледников и снежников;

- снижение количества и качества семян;
- влияние на возобновление (особенно хвойных);
- увеличение вредоносности болезней и вредителей;
- снижение устойчивости из-за увеличения частоты неблагоприятных краткосрочных явлений (периодов аномально теплой погоды и заморозков, сильных ветров, снегопадов и т.п.).

Таким образом, следует отметить значительную чувствительность и уязвимость горных экосистем к наблюдаемым климатическим изменениям, что предопределяет необходимость своевременного выявления динамики климатических и климатообусловленных изменений, а также разработки адаптационных механизмов и мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Климатическая доктрина Российской Федерации*. URL: <http://президент.рф/acts/6365> (дата обращения: 20.11.2011).
2. *Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы*. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Вып. 20. Ч. I.
3. *Mandysh A.F., Yashina T.V., Artemov I.A. et al. Biodiversity Conservation in the Russian Portion of the Altai-Sayan Ecoregion Under Climate Change. Adaptation Strategy*. Krasnoyarsk, 2012. 62 p.
4. *Аванесян Р.А., Сухова М.Г.* Направленность современных изменений основных гидрометеорологических характеристик Алтайской горной области // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/100-5219> (дата обращения: 13.01.2012).
5. *Изменения климата 2001, МГЭИК (IPCC): Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC)*. URL: www.ipcc.ch.
6. *Влияние изменения климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений* / под ред. А. Кокорина. М., 2001. 184 с.
7. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. URL: <http://www.unfccc>

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 29 марта 2013 г.