

А.А. МЕДВЕДКОВМосковский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, Россия, a-medvedkov@bk.ru**КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ СИБИРСКОЙ ТАЙГИ
В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО ЕНИСЕЯ**

Рассмотрена совокупность направленных изменений типичных ландшафтов сибирской тайги на южной периферии криолитозоны в связи с изменениями климата. Полученные результаты базируются на многолетних полевых исследованиях, проводившихся на ключевых участках в пределах восточной окраины Западно-Сибирской равнины, на севере Енисейского кряжа и западе Среднесибирского плоскогорья. Анализ первичных климатических данных показывает, что с начала 1980-х гг. среднегодовая температура в бореальных районах Сибири увеличилась на 1–2 °С по сравнению с периодом предыдущего похолодания 1950–1970-х гг. Зима стала теплее, весна и осень — продолжительнее. Установлено, что подобные изменения в первую очередь отражаются на состоянии экотонных ландшафтов, располагающихся вблизи своих экологических границ. Исследованы бореальные ландшафты мерзлотного экотона, в зонально-географическом отношении соответствующие природным комплексам средней тайги. Данные геосистемы наиболее уязвимы к любым внешним воздействиям, а потому особенно информативны для изучения последствий климатических изменений. На основе использования визуально наблюдаемых ландшафтных признаков — индикаторов, опирающихся на сложные межкомпонентные связи, в сочетании с инструментальными данными выявлены главные тенденции изменения геосистем в условиях островного и прерывистого распространения высокотемпературных льдистых пород. Данные тенденции рассмотрены в форме следующих процессов-откликов, наблюдаемых в сибирской тайге на юге криолитозоны: деградация льдистых пород и интенсификация солифлюкции в темнохвойных ландшафтах ледниковых равнин; локальное замещение солифлюкции оползанием грунта; вытаивание гольцового льда в курумах; кольматация курумов мелкоземом и их дальнейшее зарастание мхами, лишайниками и мелколиственным лесом; изменение мест обитания животных; ухудшение условий воспроизводства таежных биоресурсов и др.

Ключевые слова: сибирская тайга, изменение климата, южная криолитозона, мерзлотные ландшафты, таежные биоресурсы.

A.A. MEDVEDKOVLomonosov Moscow State University,
119991, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia, a-medvedkov@bk.ru**CLIMATOGENIC DYNAMICS OF SIBERIAN TAIGA LANDSCAPES
IN THE MIDDLE YENISEI RIVER BASIN**

A set of climate-induced changes in the typical landscapes of the Siberian taiga at the southern periphery of the permafrost zone is discussed. The results obtained are based on long-term field investigations made in the key areas within the eastern margin of the West Siberian Plain, in the northern part of the Yenisei Ridge and the western Central Siberian Plateau. Analysis of primary climatic data shows that since the early 1980s the mean annual temperature in the boreal areas of Siberia increased by 1–2 °C against the previous cooling period 1950s–1970s. Winters became warmer and springs and autumns longer. It is established that such changes have influence primarily on the state of ecotone landscapes located in the vicinities of their ecological borders. A study is made of the boreal landscapes of the permafrost ecotone corresponding zonal-geographically to the natural complexes of the middle taiga. These geosystems are characterized by the highest vulnerability to any external influences, which renders them particularly informative for studying the consequences of climate changes. On the basis of using visually observed landscape indicators representing complex links between their components, combined with instrumental data, the main trends in geosystem changes in the areas of sporadic and discontinuous high-temperature ice-bounded ground are revealed. These trends are considered in the form of the following response processes observed in the Siberian taiga in the south of the permafrost zone: degradation of ice-bounded ground and intensification of solifluction in dark-coniferous landscapes of glacial plains; local replacement of solifluction with land sliding; melting of goletz ice in kurums; mudding of kurums with fine earth and their further overgrowing with mosses, lichens and small-leaved forests; changes in animal habitats, and deterioration of the worsening conditions for taiga bioresources reproduction, etc.

Keywords: Siberian taiga, climate change, southern permafrost zone, cryogenic landscapes, taiga bioresources.

ВВЕДЕНИЕ

Сибирская тайга — огромный массив девственных ландшафтов, отчетливо заметный в масштабах мировой суши. Ее наиболее типичные ландшафты в зональном отношении территориально приурочены к ареалу средней тайги. Для территории России это крупнейшее ядро ее экологического каркаса, выполняющее важнейшую средовоспроизводящую и средорегулирующую роль в поддержании планетарной биосферы и глобального климата. Именно такие малоосвоенные территории и регионы, расположенные вдали от крупных городов и промышленных центров, наиболее интересны для изучения глобального климатического сигнала, проявляющегося в форме потепления климата и усиления его нестабильности. Подобные территории репрезентативны для исследования геоэкологических последствий климатических изменений и других геосферно-биосферных процессов. Здесь климат — это фактор существования систем природы, а его изменения — импульс для утраты кажущейся устойчивости сложившихся условий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Реакция на климатические изменения территориально сильно дифференцирована. Участки сибирской тайги, наиболее чутко реагирующие на потепление климата, располагаются на южной периферии криолитозоны, в подзонах островной и прерывистой вечной мерзлоты. Периферия криолитозоны — это планетарный экотон, характеризующийся повышенной мозаичностью ландшафтов и спорадическим распространением высокотемпературных мерзлых грунтов. Ландшафты, формирующиеся на льдистых породах, именуется нами мерзлотными (криогенными). Такие природные комплексы — важнейшие индикаторы современных изменений природной среды и климата, отличающиеся в условиях средней тайги наибольшей визуальной выразительностью, поскольку им присуща особая структура растительного покрова (угнетенность, разреженность и низкий бонитет древостоя, широкое распространение пихты стланиковой формы, карликовой березы и голубики, преобладание сфагновых мхов и др.). Главный фактор наличия многолетней мерзлоты на южной периферии криолитозоны — состав поверхностных отложений [1]. Это обстоятельство представляется значимым, поскольку на территориях, входящих в зону максимального четвертичного оледенения, широко распространены поверхностные отложения алеврит-пелитового состава [2]. Данные субстратные условия наиболее благоприятны для развития процессов криогенеза. По этой причине граница среднеплейстоценовых ледниковых и озерно-ледниковых отложений, преимущественно пелитового состава, выступает в качестве важного ландшафтно-геокриологического рубежа. Здесь, в экотонной зоне, природные процессы протекают значительно быстрее, а явления-отклики наиболее доступны для натуральных наблюдений.

Указанные особенности, а также обеспеченность данными для проведения повторных наблюдений в значительной степени предопределили выбор Среднеенисейского региона (рис. 1) как объекта исследования. Регион располагается на границе двух физико-географических стран — Западной и Средней Сибири, что позволяет изучать состояние мерзлотно-таежных геосистем в самых контрастных литолого-геоморфологических и природно-ландшафтных условиях.

В работе использованы материалы, собранные автором по результатам повторных наблюдений и полевых исследований начиная с 2008 г. В ходе полевых исследований, с учетом ранее полученных данных [3], изучались разные типы мерзлотных и немерзлотных ландшафтов по специфике их отклика на потепление климата. На основе использования визуально наблюдаемых ландшафтных признаков — индикаторов, опирающихся на сложные межкомпонентные связи [4, 5], выявлены основные тенденции изменения геосистем. Ключевые участки и районы исследования располагались в пределах разных морфоструктурных частей Среднеенисейского региона — на восточной окраине Западно-Сибирской равнины, севере Енисейского края и западе Среднесибирского плоскогорья.

Воздействие глобального потепления на консервативную часть мерзлотных ландшафтов, их морфолитогенную основу проявляется в форме интенсификации солифлюкции и трансформации курумодесерпции [3]. По этой причине особое внимание уделялось наблюдениям за информативными природными объектами — курумами и солифлюкционными наплывами [6], имеющими генетическую связь с вышеобозначенными перигляциальными процессами.

В пределах распространения курумов (грубообломочных склоновых образований из скальных пород) изучались особенности их зарастания мохово-лишайниковым покровом и древостоем, фиксировалось наличие гольцового льда в межглыбовом пространстве и подповерхностных холодных ручейках, а также отмечалась степень обилия глыб в неустойчивом положении.

Уровень активности солифлюкции (вязкопластического течения грунта) оценивался визуально: по наличию незарастающих окон-разрывов, заполненных холодной водой. С использованием выяв-

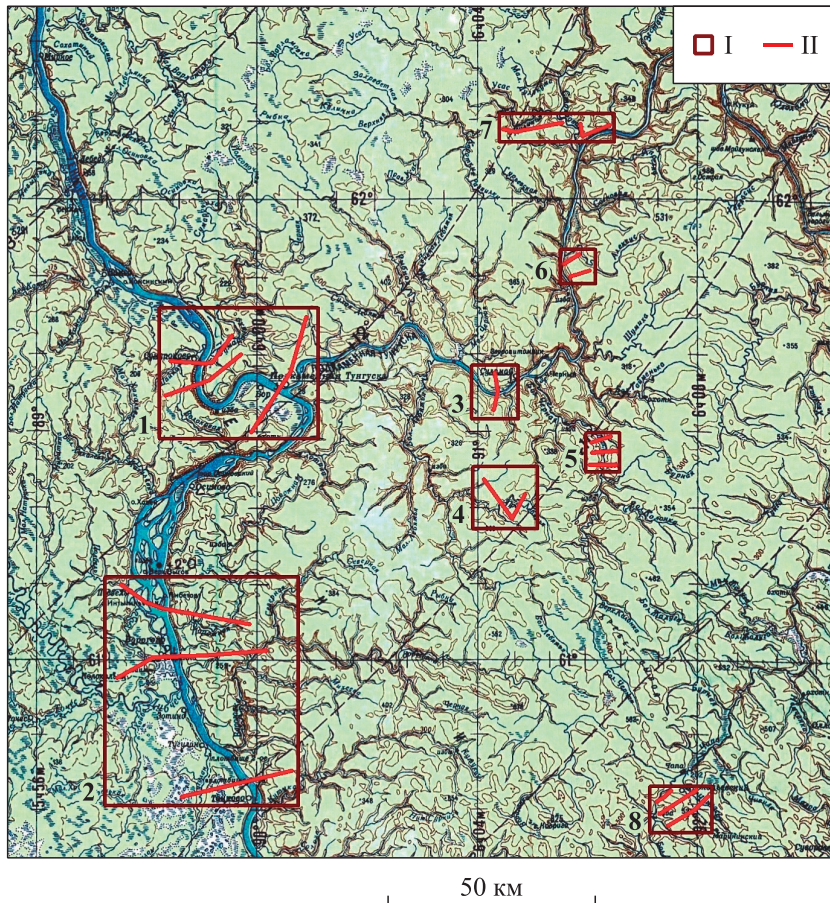


Рис. 1. Районы исследований в Среднеенсейском регионе с указанием трансектов, по которым проводились повторные наблюдения и инструментальные измерения.

I — границы ключевых участков; II — линии ландшафтно-индикационных трансектов. Участки: 1 — Сумароково, 2 — Ворогово, 3 — Суломой, 4 — Правая Лебяжья, 5 — Большая Черная, 6 — Алексис, 7 — Кулингна, 8 — Чапа.

ленных индикаторов фиксировались признаки ослабления или вырождения солифлюксии: наличие у наклонных деревьев вершин, имеющих вертикальное положение; зарастание солифлюксионных окон-разрывов в напочвенном покрове; замещение солифлюксионных склонов на берегах рек локальными оползнями-сплывами из-за понижения кровли многолетней мерзлоты; увеличение деформации береговых массивов. Применительно к разным природно-ландшафтным условиям произведена оценка мощности сезонно-талого слоя.

Воздействие изменения климата на биотическую часть ландшафта изучалось на основе анализа динамики таежного природопользования [7]. В этом плане особую важность представляет общение с охотниками и собирателями среднего и старшего возраста. Материалы, полученные в ходе их опросов, представляются ценными, достоверными и необходимыми для проведения мониторинга охотничье-промысловых ресурсов на территориях традиционного природопользования. Информация о происходящих изменениях в природном ландшафте, полученная от коренных жителей, позволяет экстраполировать полевые исследования и данные дистанционного зондирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения климата. Потепление климата в Среднеенсейском регионе фиксируется с начала 1980-х гг. и продолжается до настоящего времени. По сравнению с предыдущим, более холодным периодом (конец 1940-х—конец 1970-х гг.) среднегодовая температура возросла на 1–2 °С и более (рис. 2). Анализ данных показывает, что на всех четырех станциях, расположенных в разных зональных частях таежной зоны, наблюдается положительный тренд изменения среднегодовой температуры воздуха.

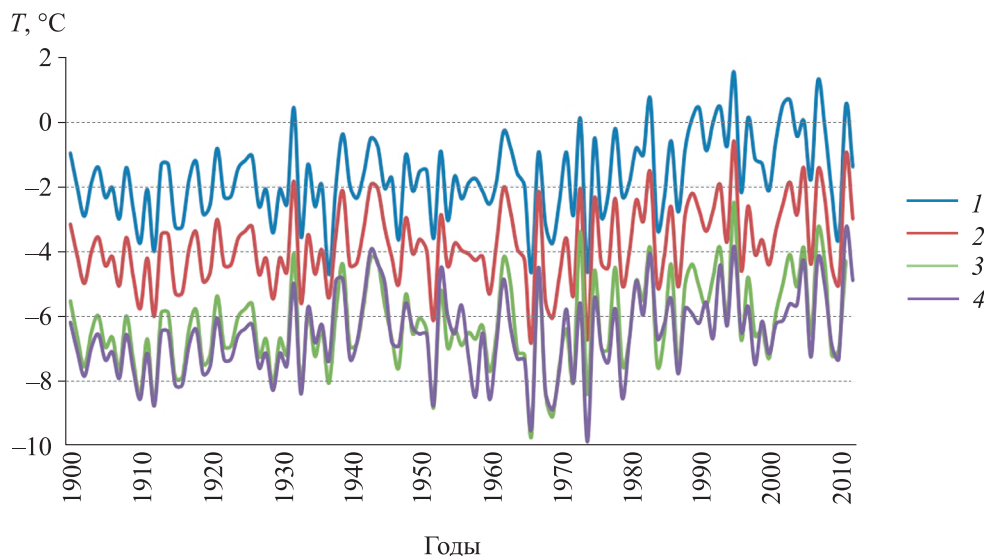


Рис. 2. Колебания среднегодовой температуры воздуха по данным гидрометеорологических станций в Енисейской Сибири (1900–2012 гг.).

Гидрометеостанции: 1 — Енисейск (в подзоне южной тайги), 2 — Бор (в подзоне средней тайги), 3 — Кузьмовка (в подзоне средней тайги), 4 — Туруханск (в подзоне северной тайги).

Внутригодовое распределение температур в экстремальные годы на указанных станциях свидетельствует о том, что понижение температуры в холодные годы связано со значительно более низкими температурами по сравнению со средними в холодную половину года (октябрь–апрель). В Бору средняя январская температура в 1974 г. была ниже $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ при ее среднем значении около $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Повышение температуры в теплые годы обусловлено не только за счет значительно более высоких температур в холодный период, но и увеличением продолжительности теплого. Так, в 1995 г. в Бору средняя температура за январь составила $-17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за апрель она была уже положительной.

Колебания среднегодовой температуры воздуха в большой степени зависят от зимних температур (рис. 3). По зимним температурным максимумам особенно выделяются последние 20 лет XX в.: заметная повторяемость высоких зимних температур приходилась на период с конца 1980-х до середины 1990-х гг.

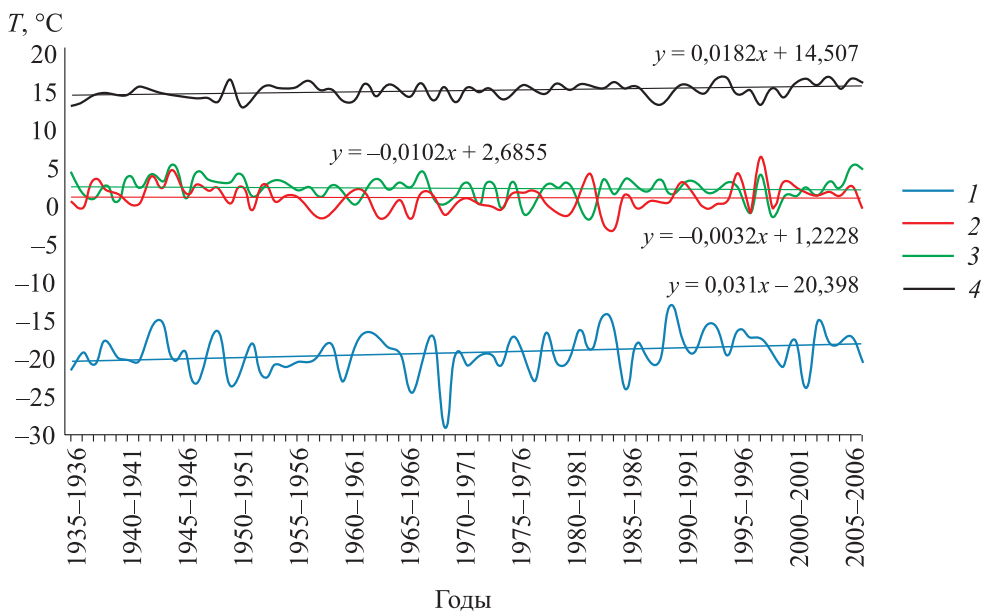


Рис. 3. Распределение средних температур воздуха по сезонам года, согласно данным зональной гидрометеорологической обсерватории Бор.

1 — зима (ноябрь–март), 2 — весна (апрель–май), 3 — лето (июнь–август), 4 — осень (сентябрь–октябрь).

Реакция природных ландшафтов на потепление климата. Наиболее уязвимы к потеплению климата мерзлотные ландшафты в пределах ледниковых равнин с темнохвойной тайгой и курумов лесной зоны [8]. Данные природные комплексы характеризуются деградацией многолетнемерзлых пород, изменениями микрорельефа дневной поверхности и биотической части ландшафта.

Темнохвойные ландшафты ледниковых равнин расположены в пределах средней тайги на восточной окраине Западно-Сибирской низменности, а также в низовьях Подкаменной Тунгуски, на западной окраине Среднесибирского плоскогорья, которая представлена ступенчато-холмистой ледниковой равниной. В ходе исследований выявлено, что наименее устойчивая высокотемпературная ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше) мерзлота приурочена в основном к ландшафтным урочищам низких вершинных поверхностей и пологих склонов, сложенных глинами, суглинками, с включениями отдельных валунов, а также алеврито-тонкопесчаными отложениями ледникового комплекса. С середины 1990-х гг. по настоящее время кровля мерзлоты ушла вглубь на 1,7–2 м, местами и более. Обычно такие участки переувлажнены, в их пределах распространена низкорослая редкостойная кедрово-еловая и кедрово-елово-лиственничная тайга, часто с примесью березы на торфянисто-глеевой мерзлотной почве с мохово-кустарничковым и местами лишайниковым напочвенным покровом. Дневная поверхность в таких урочищах моделируется медленной солифлюкцией площадного характера. Деградация многолетнемерзлых пород отразилась на облике мерзлотно-таежных ландшафтов: исчезла вода в солифлюкционных окнах-разрывах; локально наблюдается замещение солифлюкционных склонов оползнями-сплывами; изменилась видовая структура подроста и др.

В пределах ледниковых равнин наиболее устойчивые к потеплению климата природные комплексы приурочены к залесенным поймам крупных рек. Здесь встречаются такие визуальные свидетельства стабильного положения многолетней мерзлоты, как обводненность в течение всего лета солифлюкционных окон-разрывов и отсутствие на дневной поверхности термокарстовых провалов.

В курумовых ландшафтах бореальной зоны мерзлота отступает активнее, чем в пределах мерзлотного редколесья ледниковых равнин. В Приенисейской Сибири курумовые ландшафты распространены на западе Среднесибирского плоскогорья и приурочены к выходам траппов и скарнов. Наиболее заметны изменения на склонах южной и западной экспозиции: между глыбами вытаял гольцовый лед, в результате чего они просели, местами образовались впадины глубиной до 1 м и исчезли подповерхностные холодные ручейки. Сегодня протаявшие курумы зарастают лишайниками, кустарничками и отдельными деревьями. Аналогичные тенденции наблюдаются и на холодных склонах северной и восточной экспозиции в нижней части бассейна Подкаменной Тунгуски. Пояс протаявших курумов на западе Среднесибирского плоскогорья отмечается вплоть до русла Нижней Тунгуски, достигая абсолютных отметок до 400 м [8].

Анализ собранных материалов позволяет предположить, что в курумовых ландшафтах средней тайги в условиях потепления климата развиваются защитные реакции отрицательных обратных связей [6]. На первой стадии происходит вытаивание гольцового льда и постепенное зарастание курумов мхами, лишайниками и мелколиственным подростом. При постепенном зарастании курума мелкозем накапливается, заполняет ниши между глыбами, и образуется полноценный почвенный профиль A_1 – AB – C буротаежной скелетной почвы. Зафиксировано, что в местах концентрации черных накипных лишайников интенсифицируется накопление мелкозема и увеличивается скорость зарастания курума.

Определенную роль в эволюции почвенного покрова курумов выполняет солифлюкция. Солифлюкционные наплывы в форме отдельных языков локально увеличивают мощность торфяно-растительного слоя и количество мелкозема. На таких участках мощность почвенного профиля достигает максимальных значений (до 25–30 см). Также, по-видимому, с повышением среднегодовой температуры воздуха увеличивается активность микроорганизмов, способствующая биогеохимическому выветриванию и обогащению мелкозема органическими продуктами своей жизнедеятельности. При дальнейшем накоплении мелкозема буротаежная скелетная почва переходит в торфянистую буротаежную, увеличивается доля дисперсных отложений и мощность олиготрофно-торфяного горизонта, возрастает обводненность курума и его изоляция от нижнего слоя воздуха. На второй стадии формируются «висячие» торфяные болота¹, что сопровождается агрегацией мерзлоты за счет увеличения льдистых пород.

¹ «Висячие» болота расположены в основном на крутых приречных холодных склонах. Под торфяником в каждом из них располагается курум. Мерзлоту торфянику присуща высокая сегрегационная льдистость. Мерзлый слой скрыт под напочвенным покровом, состоящим из мхов, лишайников и кустарничков с обилием багульника и карликовой березки.

Прогноз изменения мерзлотно-таежных ландшафтов. В случае сохранения в XXI в. тренда на потепление климата мы можем ожидать смещения на север зональных ландшафтов [9]. Подобные трансформации будут сопровождаться уменьшением площади мерзлотных ландшафтов, что приведет к развитию высокобонитетных лесов с хорошо развитым напочвенным покровом. Об этом свидетельствуют результаты полевых исследований и данные сравнительной динамики NDVI на курумных ландшафтах в нижней части бассейна Подкаменной Тунгуски. Широкое распространение подобных тенденций способно существенно ослабить склоновые процессы и усилить глубинную эрозию в днищах долин низких порядков. В данном случае это будет объясняться отрицательным балансом вещества при усилении защитной роли растительности. Для малых водотоков — верхних звеньев гидросети, наиболее чувствительных к изменениям структуры растительного покрова, это проявится в форме перехода их долинной сети в фазу врезания с накоплением инстративного аллювия. Возможные последствия этого — понижение уровня грунтовых вод, снижение обводненности болотных ландшафтов и минерализация торфяных массивов. Минерализация торфяников, учитывая эволюцию природы в ландшафтах-аналогах, будет выступать в качестве важнейшего фактора, способствующего увеличению пожароопасности.

Экосистемные изменения вследствие потепления климата. Изменение мест обитания. Отмечены изменения мест обитания энцефалитного клеща, обнаруженного уже в районе 63° с. ш. Иксодовый клещ (*Ixodes persulcatus*) с начала 1990-х гг. продвинулся на 250 км к северу, захватив подзону средней тайги. Увеличилась вероятность заболевания клещевыми инфекциями. Клещи особенно активизировались с начала 2000-х гг. Согласно нашим опросам, в этой связи жители южной части Туруханского района и юго-западной части Эвенкийского района Красноярского края неоднократно обращались в соответствующие органы с просьбами о вакцинации против клещевого энцефалита. В начале 2000-х гг. многие насекомые лесостепи и южной тайги были встречены и описаны энтомологом А.В. Куваемым на среднем Енисее и в низовьях Подкаменной Тунгуски, что отражено в летописях природы Центрально-Сибирского заповедника.

В третьей четверти XX в. (в период со стабильными холодными зимами) в Среднеенисейском регионе практически отсутствовали гадюки (*Vipera berus* L.). Об их экспансии местные жители заговорили после аномально теплых лет второй половины 1990-х гг., что совпадает со временем массового вытаивания гольцового льда в курумах. Сейчас гадюки наблюдаются на протаявших курумах в течение почти всего года. Из-за поздних весенних заморозков и потери ресурсов подземной влаги в основании курумов их покидает пищуха (*Ochotona*), играющая значимую роль в питании соболей [7].

Ухудшение условий воспроизводства биоресурсов. Современное потепление климата на континентальных районах характеризуется резкими колебаниями погодных условий и усилением погодно-климатических аномалий. Все чаще наблюдаются теплые зимы, а весна и осень становятся более растянутыми. Данные изменения отразились на качестве таежных биоресурсов и их динамике.

Отмечаются такие неблагоприятные тенденции, как снижение урожаев ягод, орехов и даже грибов, о чем свидетельствуют опросы охотников и собирателей. Участвовавшие сильные заморозки в период цветения снижают урожайность таежных ягодников, а ведь брусника, голубика, красная смородина и др. играют важную роль в кормовом рационе многих представителей животного мира. Летняя жара и засуха также наносят ущерб урожаю ягод и семян хвойных пород, включая кедровые орехи. На современном этапе потепления климата участились холодные или очень влажные, а в отдельные годы сухие летние сезоны, что неблагоприятно сказывается на продуктивности ягодников и кедровых орехов. Так, на примере брусники установлена связь между ростом ягод и массой ее листьев в разные типы лета [10]. Теплым и умеренно влажным летом масса листьев минимальна из-за оттока веществ в растущие плоды, в холодное лето — наоборот: плодов образуется мало и оттока вещества из листьев в растущие плоды не происходит. Не способствует образованию плодов сухое или очень влажное лето.

Местные жители отмечают, что в годы с прохладным летом и теплой зимой очень мало кедровых орехов, несмотря на повсеместное наличие кедровой сосны в темнохвойной тайге. Староверы и кеты (коренной малочисленный народ Сибири) в течение последних 15–20 лет отмечают рост гнилой ягоды, увеличение числа случаев ее преждевременного опадения и снижение сохранности [7].

В зимние оттепели из-за чрезмерной влажности воздуха разбухают шишки на елях и из них выпадают семена — теряется ценный корм для птиц, белок и бурундуков. По данным охотоведов, уменьшается популяция тетерева, что обусловлено низкими урожаями ягодников и семян березы. У тетеревов за последние 15 лет изменилась структура пищевого рациона. Птица ест молодые побеги и почки деревьев и кустарников, семена хвойных деревьев [11]. Снизилась также численность глухарей и рябчиков. Одну из причин этого таежные охотники видят в росте количества птиц-хищников, которые в последние два десятилетия стали активнее проникать в тайгу из более южных районов.

Летом 2009 г. был отмечен массовый сброс пыльцы хвойных деревьев, преимущественно сосны обыкновенной. Протяженность зоны только зафиксированного выброса по нижнему течению Подкаменной Тунгуски превысила 230 км. Причиной подобной аномалии стали обильные осадки, выпавшие в начале лета. Дождь быстро смачивает частицы пыльцы и вместе с каплями воды увлекает их вниз, к дневной поверхности. Массовый выброс сосновой пыльцы ярко-желтого цвета совпадает с периодом необычно теплой и дождливой погоды [12]. Влияние такого массового пыления на урожай семян и шишек пока слабо изучено. Известно лишь, что смещение сроков развития мужских генеративных органов у лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в условиях общего потепления осенне-зимнего периода ведет к формированию стерильной пыльцы и низкому урожаю шишек и семян [13].

Результатом современного потепления климата стал феномен «голодной» тайги, проявившийся в последние два десятилетия. Такие явления И.И. Крупник [14] называл «кризисами жизни» и уточнял, что, по материалам опросов и летописей, они приходятся на годы с экстремальными погодными условиями, которые в основном и сопутствуют периодам потепления и нестабильности климата.

Подобные изменения имеют особое значение для промыслового природопользования кетов и других коренных малочисленных народов, ввиду отсутствия или слабого развития у них подсобного хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изучения бореальных ландшафтов на юге криолитозоны свидетельствуют об их дифференцированном отклике на потепление климата. Наиболее уязвимые к потеплению климата мерзлотные ландшафты расположены в пределах ледниковых равнин с темнохвойной тайгой и пояса курумов бореальной зоны.

В среднетаежных ландшафтах ледниковых равнин, в пределах теплообеспеченных урочищ гласисов и привершинных склонов, отмечается увеличение мощности деятельного слоя. Это способствует разжижению отложений пелитового состава и интенсификации солифлюкции. Данный тренд находит отражение в облике мерзлотных геосистем в лево- и правобережных частях среднего Енисея и проявляется в снижении обводненности солифлюкционных окон-разрывов, активизации оползней-спывов, увеличении искорей и др.

Курумные ландшафты на западе Среднесибирского плоскогорья характеризуются вытаиванием гольцового льда и замедлением курумодесерпции, что отчетливо фиксируется по зарастающим и просевшим курумам, потерявшим подкурумовый сток.

Экосистемные трансформации в сибирской тайге проявляются в изменении мест обитания животных (экспансия иксодового клеща и гадюки обыкновенной и др.) и среды их обитания (пищухи обыкновенной), ухудшении кормовой базы (соболя сибирского, бурундука сибирского и др.), уменьшении численности охотничье-промысловых видов птиц (глухарей, рябчиков, тетеревов и др.), массовом пылении отдельных хвойных, снижении урожайности ягод и кедровых орехов и т. д.

Природно-экологические процессы, выявленные в пределах южной периферии бореальной криолитозоны, при сохранении в XXI в. тренда на потепление климата, могут получить более широкое распространение на территории Северной Евразии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ (МК-2396.2017.5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшков С.П., Карраш Х., Парамонов А.В. Геоморфологическая индикация мерзлотных и немерзлотных ландшафтов средней тайги Центральной Сибири // Геоморфология. — 1998. — № 4. — С. 55–61.
2. Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. М-6 1:2 5000 000 / Отв. ред. А.С. Застрожных. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — 12 л.
3. Горшков С.П., Ванденберг Дж., Алексеев Б.А., Мочалова О.И., Тишкова М.А. Климат, мерзлота и ландшафты Среднееннисейского региона. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. — 90 с.
4. Викторов С.В., Чикишев А.Г. Ландшафтная индикация и ее практическое применение. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. — 200 с.
5. Медведков А.А. Геоэкологический отклик среднетаежных ландшафтов Приенисейской Сибири на потепление климата конца XX—начала XXI века // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2014. — № 6. — С. 513–524.

6. **Medvedkov A.A.** Geoenvironmental Response of the Yenisei Siberia Mid-Taiga Landscapes to Global Warming during Late XX–Early XXI Centuries // *Water Resources*. — 2015. — N 7, vol. 42. — P. 922–931.
7. **Medvedkov A.A.** The Kets ethnos and its «feeding landscape»: ecological-geographical and socio-ecological problems under globalization and changing climate // *Geography, Environment, Sustainability*. — 2013. — N 3. — P. 108–118.
8. **Медведков А.А.** Среднетаежные геосистемы Приенисейской Сибири в условиях меняющегося климата. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 144 с.
9. **Величко А.А.** Глобальные изменения климата и реакция ландшафтной оболочки // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* — 1991. — № 5. — С. 5–22.
10. **Елагин И.Н.** Времена года в лесах России. — Новосибирск: Наука, 1994. — 272 с.
11. **Горшков С.П.** Экологический шок в Центральной Сибири: причины и следствия // *География*. — 2008. — № 4. — С. 3–7.
12. **Данлоп С.** Атлас погоды: атмосферные явления и прогнозы. — СПб.: Амфора, 2010. — 192 с.
13. **Носкова Н.Е., Романова Л.И.** Структурно-функциональные свойства мужских генеративных органов у лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в условиях изменения климата в Сибири // *Вестн. Краснояр. аграр. ун-та*. — 2013. — № 7. — С. 175–180.
14. **Крупник И.И.** Арктическая этноэкология. — М.: Наука, 1989. — 272 с.

Поступила в редакцию 15 июня 2016 г.