



УДК 911.52(57.2)

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.23.28>

Преобразование геосистем Приольхонья в позднем кайнозое

А. Ю. Бибаева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Аннотация. Проведен синтез разнообразных материалов палеогеографических реконструкций развития компонентов ландшафта северного Приольхонья и изменения физико-географической обстановки района в позднем кайнозое. Выделены несколько периодов кардинальной перестройки ландшафтной структуры территории. В доголоценовое время основная роль в становлении и развитии геосистемной структуры принадлежала тектоническим процессам, в голоцене – изменениям климатических условий. В последние десятилетия при нестабильности природных условий динамические преобразования структуры геосистем центральной части западного побережья оз. Байкал усиливаются под влиянием антропогенного фактора. Ожидается, что в условиях прогнозируемого потепления и аридизации климата Приольхонья это может привести к длительной деградации лесорастительных условий. В частности, при уничтожении огнем геосистем темнохвойных горно-таежных кедровых лесов ожидается длительная стадия восстановления по березовой серии, а на части ареала возможна их смена сосново-лиственничными. Изменение климатических показателей района исследования также приведет к замене геосистем водосборных понижений кедрово-пихтовых чернично-травяно-зеленомошных лесов через сукцессионную смену мелколиственных пород (тополь, осина) на кедровые сообщества. Для геосистем крутых склонов сосново-лиственничных редкостойных в сочетании со степными полынными низкоразнотравными литофильными после сведения древостоя прогнозируется затяжная стадия восстановления по березовой серии либо смена на степные мелкодерновинно-злаковые литофильные сообщества.

Ключевые слова: Приольхонье, организация, динамика, преобразование геосистем, прогноз.

Для цитирования: Бибаева А. Ю. Преобразование геосистем Приольхонья в позднем кайнозое // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2018. Т. 23. С. 28–42.
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.23.28>

Введение

Решение одной из фундаментальных научных проблем географии – прогноз развития геосистем в условиях меняющегося климата и усиления антропогенных нагрузок – невозможно без познания закономерностей эволюции и динамики геосистем. Вопросы рационального природопользования и применения методов ландшафтного планирования тесно связаны с проблемами недостаточной изученности механизма взаимодействия между компонентами геосистем, геосистемой и средой, режима их функционирования и динамики. Эта задача усложняется на отдельных пространствах как перманентным, так и спорадическим влиянием антропогенного фактора. По этой причине необходимо познание эпигенеза и парагенезиса процессов.

Система связей взаимообмена веществом, энергией и информацией между компонентами географических систем формирует *эпигенетические комплексы* (по Р. И. Аболину). На существовании таких вертикальных взаимосвязей внутри геосистем основаны принципы ландшафтной индикации, когда по набору физиономических характеристик компонентов геосистем восстанавливают структуру его скрытых (деципиентных) компонентов. Вещественно-энергетическая целостность соседних геосистем обеспечивается за счет ряда физико-географических процессов, обуславливающих общность их происхождения и способствующих объединению в единую *парагенетическую систему* [Мильков, 1977]. Парагенетические связи формируют строго определенную систему ландшафтных соседств и характерный ландшафтный рисунок, выявляющие индивидуальность территории. Совокупность эпигенетических и парагенетических процессов в геосистемах вытекает в понятие единого физико-географического процесса (ЕФГП), по А. А. Григорьеву.

Для анализа ЕФГП его подразделяют на функциональные подсистемы (звенья): геолого-геоморфологическую, климатическую, гидрологическую, почвенную, геохимическую, фитогеографическую, зоогеографическую, которые описываются своими законами и отличаются большой сложностью слагающих их процессов – звеньев более низкого ранга. В географии известен ряд частных теорий самоорганизации географического пространства, а именно: геоморфологических циклов В. Девиса, ландшафтных контрастов Ф. Н. Милькова, экологических сукцессий Ф. Клементса, каскадных систем Б. Б. Польшова, почвенно-геохимических сопряжений М. А. Глазовской и мн. др., характеризующих и объясняющих механизм функционирования одного из звеньев ЕФГП.

Физико-географические процессы порождаются действиями ряда факторов, каждый из которых порождает собственный процесс организации пространства. Совокупность таких факторов, действующих одновременно и во взаимосвязи, представляет собой движущую силу ЕФГП. Сочетаясь между собой, накладываясь друг на друга, эти факторы формируют многочисленные варианты ландшафтной и пейзажной структур, выражаясь как мера порядка. Наложение процессов приводит к ограничению действия каждого из них, усилению или ослаблению их интенсивности в различных точках пространства, проявлению их эмерджентных свойств, отклонению от преобладающего направления действия процесса на границах различных геосистем.

Процессы самоорганизации и преобразования геосистем обусловлены существованием разномасштабных географических циклов формирования и сглаживания ландшафтных контрастов, определяющих направление и интенсивность физико-географических процессов, направления перемещения масс вещества, энергии и информации. В процессе исторического развития каждое звено ЕФГП вносит свой вклад в упорядочение предметов и явлений природы, в результате чего происходит обособление геосистем, формирование их структуры.

Развитие геосистем в кайнозое

Для понимания специфики современной ландшафтной организации конкретных территорий важно изучение геосистем с точки зрения их эволюционно-исторического развития. Анализ развития геосистем Приольхонья проводился по опубликованным материалам, представленным в работах В. А. Беловой, Е. В. Безруковой, А. В. Белова, Н. В. Думитрашко, Л. В. Данько, Г. А. Пешковой, коллективных монографиях «Предбайкалье и Забайкалье» 1965 г., «Динамика Байкальской впадины» 1975 г., «Структура функционирования и эволюция горных ландшафтов Западного Прибайкалья» 2005 г. и др. [Бибаева, 2015].

В истории развития Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) выделяются два этапа. Ранний орогенный этап (эоцен – ранний плиоцен) характеризовался слабыми тектоническими движениями, небольшими геоморфологическими контрастами в рельефе, накоплением преимущественно мелкодисперсных осадков (глин, илов, торфяников, песков), грубообломочные отложения практически отсутствовали. В начале *плиоцена* в Приольхонье были распространены широколиственные леса тургайского типа с тсугой, орехом, грабом, вязами, кленом, лещиной, дубом; местами встречались липа, дзельква, магнолия. По высоким террасам долин и сухим межгорным понижениям были распространены травянистые ксерофитные сообщества. Присутствовали и современные хвойные породы.

Резко изменилась геоморфологическая обстановка БРЗ в *среднем плиоцене – голоцене*, что связано с увеличением скорости тектонических процессов и изменением характера осадконакопления. В среднем плиоцене в Приольхонье были распространены остепненные березово-ильмовые леса с дубом. В конце плиоцена шло проникновение степной флоры из северной Монголии в Байкальскую котловину.

Эоплейстоцен является переломной стадией в истории рельефообразования всего орогенного пояса Южной Сибири, Прибайкалья и Монголии. В этот период полностью определяются все основные структурные элементы рельефа, завершается формирование его главных особенностей, сохранившихся до нашего времени.

Начало плейстоцена характеризуется стабильным тектоническим режимом, в рельефе исследуемой территории господствовали низкогорья и приподнятые равнины. Похолодание климата в *эоплейстоцене* (1,8–0,8 млн л. н.) связано с увеличением ледового покрова Полярного бассейна. Среднеянварские температуры в Прибайкалье достигали $-25...-28^{\circ}\text{C}$, летние – понизились до $+15...+17^{\circ}\text{C}$, годовое количество атмосферных осадков – 400–600 мм.

В Прибайкалье похолодание при увеличившейся влажности воздуха привело к вымиранию наиболее теплолюбивых видов – дуба, вяза, ореха, лещины и других неморальных видов, сильно обеднились и степные сообщества. На Среднем Байкале в темнохвойном горно-таежном комплексе увеличилась роль сосны сибирской; горный лесостепной придолинный комплекс был представлен лиственничными остепненными разнотравными ле-

сами (голосемянник, василистник, горец, остролодочник) с широколиственными видами (ольха, вяз, липа) с участием горных степей.

В Западном Прибайкалье *казанцевское межледниковье* оставило следы в виде педокомплекса, представленного почвами, близкими к черноземам.

Похолодание в *зырянское время* (118–55 тыс. л. н.) (среднее снижение температуры составило 7 °С), совпавшее с интенсивным поднятием горных хребтов всей рифтовой зоны, привело к оледенению горно-долинного типа. Непосредственно в Байкальской котловине среднеиюльские температуры достигали +10...+11 °С, среднеянварские –28...–30 °С; среднегодовое количество осадков – 500–600 мм.

Произошла активизация циклонической деятельности, климат стал более влажным, последовало снижение снеговой линии в среднем на 760 м, что способствовало расширению горно-долинного оледенения и формированию нагорных террас на уровне 1000 м и выше. Подъем уровня Байкала привел к ликвидации подпора озера в истоке р. Ангары, произошло врезание рек в казанцевские толщи не менее чем на 20 м.

По периферии ледника, непосредственно вблизи акватории Байкала, формировался своеобразный темнохвойный комплекс с большим количеством горно-тундровых и гольцовых форм в подлеске. Доминировал кедр сибирский; ель и пихта играли подчиненную роль. Кустарники состояли из горно-тундровых и подгольцовых элементов (карликовая береза, ерники, кедровый стланик), кустарничковый покров – из типично лесных и горно-тундровых плаунков, папоротников, верескоцветных. Сосна и лиственница занимали обособленные остепненные местообитания. В верхних поясах гор формировались горные тундры и горно-тундровые редколесья из кедра и пихты.

Максимальное оледенение ознаменовалось обогащением степной флоры рядом видов, ранее произраставших в верхнем поясе гор, – эдельвейсом, березой бурой, минуарцией весенней, лапчаткой частозубчатой, маком голостебельным, астрой альпийской и др. На южных склонах были распространены степные сообщества со значительным участием сниженных альпийцев, а по северным – заросли мезофильных кустарников (ерники, ива и т. д.). Именно с этого времени сохранились современные степи, особенно островные, так, как окруженные со всех сторон лесами, они не имели возможности обогатиться за счет соседних степных флор.

Каргинское потепление (55–23 тыс. л. н.) характеризовалось постепенным увеличением континентальности климата, особенно в котловинах, и связанной с ней аридизацией. Снижение влажности воздуха привело к развитию в Приольхонье дефляции и формированию песчаных покровов с наветренной стороны склонов и лессовидных – с подветренной. В этот период активизируются тектонические движения БРЗ, происходит рост горных сооружений Восточного Прибайкалья, становление растительности, близкой к современной. Западное побережье оз. Байкал было защищено от господствовавших западных ветров Байкальским и Приморским хребтами, в связи с чем здесь выпадало около 200–300 мм атмосферных осадков в год, что способствовало широкому распространению светлохвойного горно-

таежного (сосна, лиственница сибирская) и лесостепного комплексов. Лесостепные сообщества господствовали в долинах и на побережье.

Сартанское оледенение (23–12,5 тыс. л. н.) по масштабам было незначительным и связано с формированием ледниковых щитов Северной Америки и Скандинавии, что повлекло за собой смещение западного переноса влажных атмосферных масс. Большое значение имело становление над Южной Сибирью Азиатского антициклона, это способствовало сильной аридизации климата на фоне все продолжающегося похолодания. Климат этого времени был резко континентальным: в Прибайкалье средние температуры января доходили до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, июля – до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$; сумма положительных температур – $900\text{ }^{\circ}\text{C}$, сумма годовых осадков – не больше 190 мм, продолжительность безморозного периода – 35–40 дней. Снижение теплообеспеченности ландшафтов способствовало сокращению содержания углерода в осадках, падала их гумусированность, формировались многолетнемерзлые грунты.

С позиции В. А. Беловой, сартанское оледенение не оказало влияния на изменение состава растительности котловин БРЗ. В конце периода на западном побережье Байкала широкое распространение имели светло- и темнохвойные горно-таежные леса с сосной, кедром и участками степей. Увеличение влажности климата и похолодание около 13 тыс. л. н. привело к повышению водности оз. Байкал. Складывались предпосылки для локального обводнения в результате таяния в горах ледников и снежников в летнее время. В Прибайкалье это создало условия для произрастания ели и лиственницы. Сосна, кедр и береза находились в угнетенном состоянии и имели ограниченное распространение. В состав кустарникового яруса лиственнично-еловых редколесий входят душикия, кустарниковая береза, ива. Безлесные пространства были заняты марево-полынными и осоково-разнотравными ассоциациями.

Таким образом, к началу голоцена сформировался морфологический облик территории – горные хребты, обусловившие барьерно-теневой эффект ландшафтных условий. Изменились условия циркуляции атмосферы – усиление западного переноса и установление Азиатского антициклона. Произошло становление современных родов и семейств, и началось формирование видов древесных, кустарниковых и травяных растений.

Преобразование геосистем в голоцене

Палеогеографические реконструкции геосистем Приольхонья в позднем кайнозое проводились Е. В. Безруковой и Л. В. Данько в районе р. Кучелга, оз. Халл, верхового торфяника в приводораздельно-седловинной части Приморского хребта и др.

Голоцен ознаменовался активизацией тектонических процессов. В *древнем голоцене* (12,0–9,8 тыс. л. н.) происходило нарастание теплообеспеченности, однако все еще широкое распространение имели многолетнемерзлые породы. Растительность средней части Байкальской котловины была представлена кедровыми лесами участками сосново-березовой лесостепи, злаково-полынно-маревые ассоциации играли также значительную роль в

структуре ландшафтов. В целом растительный покров древнего голоцена имел очень сложный характер, когда совместно существовали сообщества переувлажненных и сухих местообитаний.

В раннем голоцене (9,8–7,7 тыс. л. н. – бореальный период) в Прибайкалье широко распространились степные ассоциации, заметное участие в которых принимали горно-степные виды (полынь холодная, плаунок кроваво-красный). Благодаря большому запасу холода и влаги в грунтах в Приольхонье происходило слабое развитие процесса почвообразования, что не способствовало быстрому расселению древесной растительности. Постепенно повышается роль сосны в сложении растительности котловин, чему благоприятствует наличие отложений озерного генезиса.

На рубеже бореального и атлантического веков (9,8 тыс. л. н.) возросли суммы положительных температур на 200–400 °С, увеличилось количество ели в составе древесных насаждений Прибайкалья.

Атлантический период (9,28–5,72 тыс. л. н.) был самым теплым интервалом голоцена – суммы положительных температур возросли до 1200–1400°. Шло активное протаивание многолетней мерзлоты. В Приольхонье широкое распространение получили сосново-лиственничные с елью (иногда с березой, кедром и пихтой) леса, степи и лесостепи, активизировалось почвообразование. В этот период существовала богатая травянистая растительность лугово-степного облика, под которой формировались почвы с высоким содержанием гумуса. В конце периода – *в фазу климатического оптимума голоцена* (6,5–5,5 тыс. л. н.) – в связи с увеличением влажности климата возросла роль лесных геосистем, представленных сосновыми, лиственнично-сосновыми и в меньшей мере кедровыми лесами с елью, пихтой и березой. Такая ландшафтная ситуация была типичной для юга Восточной Сибири и, в частности, для водосборного бассейна Байкала. Скорость осадконакопления возрастала.

На рубеже атлантического и суббореального периодов (5300–5400 л. н.) происходит смена темнохвойной тайги (кедра и ели) светлохвойной (сосной и особенно березой). Преобладают сосновые леса, увеличивается доля лиственницы, кедра и ели в составе древесных насаждений; в степных геосистемах усиливается роль полынных ассоциаций. Параллельно происходит снижение верхней границы горно-таежного пояса.

В первой половине суббореального века в Прибайкалье обостряется континентальность климата, уменьшается количество осадков, развиваются экспозиционные особенности растительности. В Приольхонье в этот период прослеживается фаза аридизации. В составе склоновых отложений появляются песчаные прослойки, уменьшается гумусированность почв, возникает каштановый оттенок в окраске почв, обнаруживаются следы пожаров. Здесь доминировали сухие, полынные и луговые степи, имели место островные светлохвойные леса.

Прогрессирующее похолодание и наличие незалесенных территорий около 3700–5000 л. н. способствовали расселению березы. В горной тайге усиливается позиция лиственницы, в травянистом покрове постепенно возрастает обилие видов-ксерофитов.

Около 4100 л. н. происходит относительное снижение лесистости территории. Последующее повышение лесистости территории в период 3700–3800 л. н. сопровождалось заметным распространением сосны и кедрового стланика, в меньшей степени лиственницы, ели и пихты, сокращением численности кедра и березы, резким снижением вклада кустарников в структуре геосистем Приморского хребта. Это фаза максимального потепления в суббореале.

3500–3600 л. н. площадь коренных таежных лесов значительно сокращается, в том числе из-за довольно быстрого их замещения производными лесами с доминированием березы в результате прохождения пожара. Максимальное распространение получила лиственница. В кустарниковом покрове происходит резкое увеличение роли березы кустарниковой и душейки кустарниковой, сокращение доли кедрового стланика¹. В травянистом покрове возросла роль злаковых ассоциаций, в подгольцовых геосистемах более широко распространялись кедрово-стланиковые заросли и ерники.

К концу суббореального периода наблюдается усугубление континентальности климата, завершается оформление структуры растительного покрова в рамках каждой физико-географической провинции. В этот период в Прибайкалье вновь усиливаются позиции сосны и лиственницы даурской, расширяются площади под горно-степными криофитно-петрофитными группировками. Отмечено постепенное понижение обилия трав в течение суббореального периода и его рост в субатлантический период.

В поздне-суббореальное время (2600–3200 л. н.) с повышением влажности климата происходит рост площади коренных таежных лесов с преобладанием сосны и кедра. Относительно большую долю в структуре лесов составляла береза. Активизируются склоновые процессы.

В первой половине субатлантического времени (2500 л. н.) в составе растительного покрова широкое распространение получила сосна, отмечается максимальное развитие кедрово-стланиковых ассоциаций. В фазу последнего похолодания сосна постепенно замещается лиственницей сибирской, а на мерзлых грунтах – лиственницей даурской.

Около 2600 л. н. в районе исследований преобладали сосново- и кедрово-лиственничные геосистемы, широко представлены были береза и злаково-полянны ассоциации, в среднегорных геосистемах сократилась доля ели, лиственницы и возросло обилие кустарниковой березки. Позже (2400–1800 л. н.) происходит увеличение роли кедра и снижение роли сосны. Такие изменения свидетельствуют об оптимальном развитии темнохвойной кедровой тайги с участием березы в условиях достаточной влажно-

¹ При анализе данных, представленных в работе Л. В. Данько, Е. В. Безруковой, Л. А. Орловой «Реконструкция развития геосистем Приморского хребта во второй половине голоцена» 2009 г., отмечено, что до середины суббореального периода (3600–3700 л. н.) доля участия душейки кустарниковой в составе растительного покрова изменялась синхронно с циклами изменения численности березки кустарниковой и в противофазе с циклами изменения численности кедрового стланика. В дальнейшем циклы распространенности душейки кустарниковой и кедрового стланика входят в противофазу с циклами численности кустарниковой березки.

обеспеченности, когда кедровый комплекс в районе исследований, вероятно, занимал территории, сопоставимые по площади со светлохвойными лесами. Кратковременное потепление около 2000–2100 л. н. способствовало некоторому подъему верхней границы горно-таежного пояса, распространению пихты и лиственницы. Направленность и длительность трансформации растительности указывают на значительную перестройку ландшафтной структуры Приморского хребта и сопредельных территорий в период 2600–1800 л. н.

1700–1300 л. н. – период похолодания и пониженного увлажнения. На этом этапе зафиксированы наиболее значимые ландшафтные преобразования в позднем голоцене. В период 1500–1450 л. н. произошло довольно быстрое расселение сосны, что обусловило некоторое расширение площади лесных насаждений, сокращение площади темнохвойных и мелколиственных сообществ.

Во *второй половине субатлантического* периода происходит заметная трансформация ландшафтного облика региона. В интервале 1500–1200 л. н. при повышении влажности фиксируется рост площади горно-таежных кедровых лесов с пихтой и долинных ельников, внедрение лиственнично-кедровых фаций в подгольцовый ярус Приморского хребта, в травянистом покрове геосистем снижается роль злаково-полюнных ассоциаций, повышается обилие маревых.

Последние существенные преобразования геосистемной структуры территории произошли около 400–800 л. н. в связи с усилением континентальности климата – увеличением амплитуды годовых температур, снижением уровня увлажнения. Реакция геосистем региона оказалась не похожа на их реакцию в предыдущие похолодания, что связывается авторами с серией кратковременных похолоданий. В этот период фиксируется резкая смена кедровых сообществ сосновыми и сосново-лиственничными с березой и осиной. Последующее уменьшение лесистости территории исследований с замещением коренных геосистем таежных светлохвойных и особенно темнохвойных лесов вторичными светлохвойно-мелколиственными сообществами с доминированием березы сопровождается более широким распространением лишайниковых ассоциаций и увеличением площади каменистых пустошей в горно-тундровых геосистемах Приморского хребта. В последние 100–150 лет отмечается уменьшение доли разнотравья и увеличение роли полюнных ассоциаций.

Таким образом, в позднем голоцене произошло резкое сокращение роли ели и пихты в составе растительности западного побережья Байкала в районе Малого моря. В состав темнохвойного горно-таежного комплекса входил только кедр сибирский. Сосна и лиственница являлись компонентами горного лесостепного комплекса.

Современные тенденции преобразования геосистем

В настоящее время геосистемная организация района исследования определяется его положением в Байкало-Джугджурской физико-географической области. Климатические условия формируются в значительной степени под

влиянием местных физико-географических факторов, прежде всего орографии и водной массы озера [Буфал, Линевиц, Башалханова, 2005], обуславливающих проявление барьерно-теневого, аридно-котловинного и подгорного эффектов. Горный рельеф обеспечивает преимущественно односторонний характер протекающих здесь физико-географических процессов, неравномерность распределения и спорадичность проявления по территории. Все эти факторы позволяют существовать на ограниченной территории контрастным по природным условиям типам геосистем: гольцовым горно-тундровым, подгольцовым байкало-джугджурским, горно-таежным байкало-джугджурским (светлохвойным) и южносибирским (темнохвойным), центральноазиатским степным даурского типа, подгорным лугово-болотным.

В последние десятилетия наметилась тенденция к потеплению климата Северного полушария. Гидроклиматические исследования на Байкальской природной территории (БПТ) [Тенденции гидроклиматических изменений ... , 2012] продемонстрировали устойчивый рост годовых температур воздуха со скоростью 0,2–0,5 °C/10 лет, превышающий показатели для Северного полушария; преобладает тенденция к снижению в изменении годовых величин сумм осадков. Вместе с тем на фоне потепления отмечается ослабление континентальности климата за счет уменьшения годовых амплитуд температуры.

Характерной чертой современного изменения климата является учащение и усиление экстремальных погодных явлений вследствие увеличения числа случаев атмосферных блокировок, обуславливающих нарушение западного переноса. Воздушные массы обтекают блокинг с юга и севера, создавая условия для сохранения экстремальных погодных ситуаций [Антохина, Антохин, Мартынова, 2016], в результате над территорией Восточной Сибири и Прибайкалья все чаще отмечаются экстремальные засушливые периоды. Так, 2014 г. для оз. Байкал оказался катастрофически маловодным, приток воды в озеро составил всего 67 % от нормы [Бычков, Никитин, 2005], что способствовало падению уровня воды в озере ниже минимально установленной отметки в 456 м. Активизация положительных обратных связей привела к ряду региональных следствий, связанных с сокращением площади водного зеркала, снижением уровня грунтовых вод в водосборном бассейне озера, изменением микроклимата различных местоположений и т. д.

В соответствии со схемой пирологического районирования оз. Байкал, разработанной М. А. Софроновым, В. Ф. Антроповым, А. В. Волокитиной, леса Приольхонья относятся к категории лесов с повышенной горимостью. Этот фактор усугубляет пирогенную обстановку в регионе – регистрируются значительные площади, пройденные лесными и степными пожарами разной интенсивности. Согласно данным, полученным при дешифрировании разновременных космоснимков Landsat 8 (OLI) в среде ГИС [Бибеева, 2016] с использованием лесотаксационных материалов М 1:25 000 Министерства лесного комплекса Иркутской области и Прибайкальского государственного природного национального парка ФГБУ «Заповедное Прибайкалье», общая площадь территории Приольхонья, подверженная горению, составила: в 2013 г. – 0,29, в 2014 г. – 24,7, в 2015 г. – более 178 км². Основная часть сго-

ревших территорий (рис.) приходится на геосистемы темнохвойных горно-таежных кедровых лесов и подгольцовые с кедровым стлаником, микроклиматические особенности которых определяются [Буфал, Линевич, Башалханова, 2005] отсутствием или низким влиянием водной массы оз. Байкал. Среднегодовое количество осадков здесь составляет 500–800 мм, средняя температура января – минус 18–20 °С, июля – плюс 12–14 °С. Обращает на себя внимание тот факт, что очаги возгорания фиксируются на территории Качутского района, откуда переходит огонь, который распространяется на территорию Ольхонского административного района.

В силу того что Приольхонье является одним из наиболее рекреационно привлекательных районов Прибайкалья, под влиянием преимущественно неорганизованной рекреационной деятельности происходит антропогенное преобразование геосистем, выраженное формированием фаций устойчиво-длительно-производных серий, которые характеризуются дигрессией растительного (снижение проективного покрытия и биоразнообразия, доминирование синантропных или более устойчивых к вытаптыванию видов в травостое, механическое повреждение древостоя и др.) и почвенного (уплотнение, слабая структурированность по профилю, снижение водопроницаемости и т. д.) покровов. Это на фоне общей аридизации климата региона приводит к трансформации прибрежных геосистем [Пономаренко, Солодянкина, 2013].

Следует отметить, что район отличается наличием большого числа редких и исчезающих видов растений.

Прогноз преобразования геосистем в результате действия пирогенного фактора

Вопросы оценки и прогноза изменений геосистемной структуры территории под воздействием внешних факторов для целей управления рациональным природопользованием региона является основой современных географических исследований.

Анализ сукцессионных смен растительности и динамических преобразований геосистем центральной части западного побережья оз. Байкал проводился на основе материалов, опубликованных литературных данных В. Н. Моложникова, А. В. Белова, Е. В. Безруковой, Н. С. Гамовой, Ю. Н. Краснощекова по изучению динамических изменений компонентов геосистем с использованием карты растительности под редакцией А. В. Белова (1971) и планов лесонасаждений Министерства лесного комплекса Иркутской области и Прибайкальского государственного природного национального парка.

Пирогенный фактор вызывает динамические преобразования в геосистемах (рис., табл.), связанные с изменениями всех компонентов – почвенно-эдафических и гидрологических условий, микроклимата, растительности и животного населения. Восстановительная динамика геосистем территории, определяемая процессами самоорганизации, в современных условиях изменяющегося климата может проходить по пути их коренной трансформации.

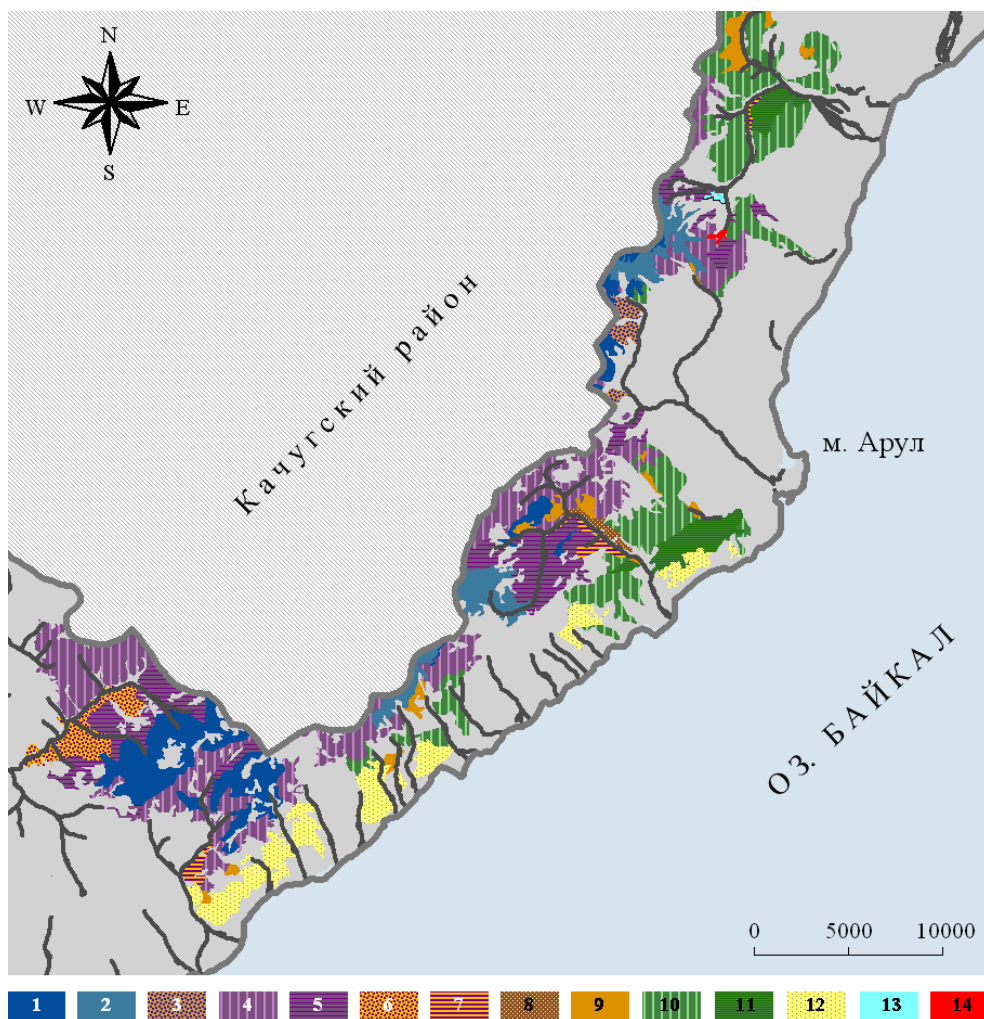


Рис. Прогноз преобразования геосистем северного Приольхонья после пирогенного воздействия

Таблица

Легенда к карте «Прогноз преобразования геосистем северного Приольхонья после пирогенного воздействия» (рис.)

№	Геосистемы, подверженные влиянию пирогенного фактора	Особенности восстановления
1	Водоразделов и склонов солифлюкционного сноса и каменистых россыпей пустошные места в сочетании с зарослями кедрового стланика и ерника	Длительное восстановление растительного покрова
2	Водоразделов и пологих склонов мохово-лишайниковые места олуговелые (пустошные) в сочетании с зарослями кедрового стланика	Длительное восстановление лишайникового покрова – 20–50 лет, кедрово-стланикового покрова – более 80 лет. Восстановление через заросли ольхи кустарниковой и березки Миддендорфа

Окончание табл.

№	Геосистемы, подверженные влиянию пирогенного фактора	Особенности восстановления
3	Вершинных поверхностей и верхних частей склонов лиственничные редкостойные кедрово-стланиковые с березкой Миддендорфа мохово-лишайниковые	Длительное восстановление по березовой серии
4	Склоновые кедровые кустарниково(рододендрон золотистый)-зеленомошные местами с баданом	Восстановление через кедр. В условиях усиления засушливости климата региона на части ареала возможна смена на лиственничные и сосновые
5	Склоновые лиственнично-кедровые чернично-мелкотравно-зеленомошные	Восстановление через сосново-лиственничное сообщество чернично-зеленомошной группы. В условиях усиления засушливости климата региона на части ареала возможна смена на сосново-лиственничные
6	Долинные елово-кедрово-лиственничные смешанно-кустарниковые разнотравно-осоково-моховые	Восстановление через ерники (преобладает береза шерстистая)
7	Крутых каменистых склонов северных экспозиций кедрово-лиственничные бруснично-травяные	Восстановление по березовой кустарниково-травяной серии
8	Крутых каменистых склонов южных экспозиций лиственничные остепненные	Увеличение длительности и стадийности лесовозобновления. Восстановление через развитие кустарников, затем лиственных пород. Подрост коренных пород формируется на стадии взрослого вторичного мелколиственного леса
9	Склоновые лиственничные бруснично-травяные в сочетании с производными березовыми травяными	Восстановление по березовой серии
10	Пологих склонов южных экспозиций лиственнично-сосновые рододендровые остепненные	Затяжная стадия восстановления через степные сообщества либо смена степными разнотравно-злаковыми
11	Пологих склонов северных экспозиций лиственнично-сосновые травяные брусничные	Восстановление по березовой травяно-кустарниковой серии
12	Крутых склонов сосново-лиственничные редкостойные в сочетании со степными полынными низкоразнотравными литофильными степями часто в сочетании с мелкодерновинно-злаковыми группировками	Затяжная стадия восстановления по березовой серии либо смена на степные мелкодерновинно-злаковые литофильные
13	Водосборных понижений еловые с лиственницей смешанно-кустарниковые травяно-зеленомошные	Восстановление через серию осоковых лугов закустаренных (березка кустарниковая, ива), возможно с отдельными лиственницами
14	Водосборных понижений кедрово-пихтовые чернично-травяно-зеленомошные	Замена на кедровое сообщество через сукцессионную смену мелколиственных пород (тополь, осина)

Повышение температуры воздуха, усиление засушливости климата, увеличение поступления солнечной радиации к подстилающей поверхности в результате постпирогенного отмирания древесного полога могут привести к невосстановлению коренных темнохвойных геосистем на части их ареала и способствовать их трансформации в светлохвойные сосново-лиственничные. Так, восстановление долинных еловых с лиственницей смешанно-кустарниковых травяно-зеленомошных групп фаций будет происходить длительное время через серию осоковых закустаренных (береза кустарниковая, ива) лугов. При более напряженной физико-географической обстановке в силу очень ограниченного их распространения произойдет их трансформация в кедрово-лиственничные. Группы фаций водосборных понижений кедрово-пихтовых чернично-травяно-зеленомошных лесов после прохождения пожара, вероятнее всего, заместятся через сукцессионную смену мелколиственных пород (тополь, осина) на кедровые кустарничково-зеленомошные леса.

В подгольцовом поясе при пожарах кедрового стланика нарушается маломощная почва, подвергаются термическому воздействию семена. Восстановление лишайникового покрова идет медленно – 20–50 лет. Впоследствии стланиковые гари зарастают ольхой кустарниковой и березкой Миддендорфа [Моложников, 1975].

Воздействие пирогенного фактора на сосново-лиственничные геосистемы зеленомошной серии характеризуется обширным термическим поражением мохового и лишайникового покрова, восстановление которого идет длительное время. При дальнейшем потеплении и иссушении климата геосистемы светлохвойных лесов расширят ареал распространения.

Заключение

Синтез данных отдельных палеогеографических реконструкций по формированию и развитию элементов ландшафта позволил раскрыть общие черты ландшафтных изменений в Приольхонье в позднем кайнозое. В развитии растительности выделяются три этапа: миоцен – плиоцен – время становления современных родов и семейств древесных, кустарниковых и травяных растений; плейстоцен – голоцен – становление современной флоры на видовом уровне; поздний голоцен – завершение формирования структуры растительного покрова в рамках каждой физико-географической провинции.

Динамичность геосистемной структуры Приольхонья в голоцене обусловлена изменениями климатических условий – чередованием похолодания/потепления и увлажнения/аридизации климата. Процессы самоорганизации приобретали большее значение при стабилизации климатических возмущений. Коренная перестройка геосистем Приморского хребта происходила в периоды 3700–3500, 2600–1800 л. н.

В настоящее время динамические преобразования структуры геосистем центральной части западного побережья оз. Байкал при нестабильности природных условий усиливаются антропогенным влиянием. Территория отличается аридными и семиаридными условиями из-за проявления ком-

плекса ландшафтообразующих эффектов: барьерно-теневого, аридно-котловинного и подгорного. Растительность таких районов особенно восприимчива к изменению климата. Прогнозируемые климатические изменения и наличие устойчивой тенденции антропогенного преобразования геосистем Приольхонья, в том числе интенсивное пирогенное воздействие, как ожидается, приведут к увеличению частоты, силы и площади лесных пожаров, долгосрочной деградации лесорастительных условий – усилению тенденции к замещению коренных таежных лесов производными березовыми и осиновыми лесами, а также светлохвойно-таежными геосистемами, резкому снижению распространения кедрового стланика и расширению площади каменистых пустошей в горно-тундровых геосистемах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00902.

Список литературы

Антохина О. Ю., Антохин П. Н., Мартынова Ю. В. Влияние атмосферного блокирования на пространственное распределение атмосферных осадков над Евразией в летний период // *Environis*-2016. 11–16 июля 2016 г. Томск, 2016. С. 368–371.

Бибеева А. Ю. Анализ пирогенного воздействия на геосистемы Приольхонья по материалам космической съемки // *Успехи соврем. естествознания*. 2016. № 12-2. С. 347–351.

Бибеева А. Ю. Особенности формирования эстетических свойств прибрежных ландшафтов : дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск, 2015. 203 с.

Буфал В. В., Линевиц Н. Л., Башалханова Л. Б. Климат Приольхонья // *География и природ. ресурсы*. 2005. № 1. С. 66–73.

Бычков И. В., Никитин В. М. Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // *География и природ. ресурсы*. 2015. № 3. С. 5–15.

Мильков Ф. Н. Принцип контрастности в ландшафтной географии // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* 1977. № 6. С. 93–101.

Моложников В. Н. Кедровый стланик горных ландшафтов Северного Прибайкалья. М. : Наука, 1975. 203 с.

Пономаренко Е. А., Солодянкина С. В. Трансформация прибрежных геосистем озера Байкал под воздействием рекреационной деятельности // *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле*. 2013. Т. 6, № 1. С. 147–160.

Тенденции гидроклиматических изменений на Байкальской природной территории / Е. В. Максютова [и др.] // *География и природ. ресурсы*. 2012. № 4. С. 72–80.

Transformation of Priolhonye Geosystems in Later Cenozoic Era

A. Y. Bibaeva

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Abstract. The sequence of natural-historical transformations of the landscapes of northern Priolhonye in the late Cenozoic is analyzed based on the published materials of paleogeographic reconstructions. There are several periods of cardinal reconstruction of the landscape structure. The main role in the formation and development of the geosystem structure was tectonic processes in the pre-Holocene time and changes in climatic conditions in the Holocene. At the present, natural conditions are instability; dynamic transformations of the geosystems structure in the central part of the western coast of the Lake Baikal is enhanced by anthropogenic influence. It is expected that in conditions of predicted warming and aridization of the Priolhonye climate this reasons can lead to a prolonged degradation of the forest growing conditions. In particular, disturbed geosystems of cedar forests by fire will change to pine-larch forests through the birch series. The change in the climatic parameters of the research area will also lead to cedar-fir bilberry-grass-green forest watersheds

geosystems will change by cedar communities through of small-leaved species (poplar, aspen). It is predicted that steep slopes geosystems with pine-larch rarefied in combination with steppe worm-wood low-grained lithophils will change to steppe small-grain-grassy lithophilic communities through the birch series.

Keywords: Priolhonye, organization, dynamics, transformation of geosystems, forecast.

For citation: Bibaeva A.Yu. Transformation of Priolhonye Geosystems in Later Cenozoic Era. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2018, vol. 23, pp. 28-42. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.23.28>. (in Russian)

References

Antokhina O.Yu., Antokhin P.N., Martynov Yu.V. Vliyanie atmosfernogo blokirovaniya na prostranstvennoe raspredelenie atmosferykh osadkov nad Evraziey v letniy period [The Impact of Atmospheric Blocking on the Spatial Distribution of Atmospheric Precipitation over Eurasia in Summertime]. *Enviromis-2016*. Tomsk, 2016, pp. 368-371. (in Russian)

Bibaeva A.Yu. Analiz pirogenного vozdeystviya na geosistemy Priolkhoniya po materialam kosmicheskoy siemki [Analysis of Fire-Induced Influence on the Priolkhoniya Geosystems by Using Materials of Remote Sensing of the Earth]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2016, no. 12-2, pp. 347-351. (in Russian)

Bibaeva A.Yu. *Osobennosti formirovaniya esteticheskikh svoystv pribrezhnykh landshaftov: dis. kand. geogr. nauk* [Formation Features of Aesthetic Properties of Coastal Landscapes. Cand. sci. diss. abstr.]. Irkutsk, 2015, 203 p. (in Russian)

Bufal V.V., Linevich N.L., Bashalkhanov L.B. Klimat Priolkhoniya [Climate of Priolhonye]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2005, no. 1, pp. 66-73 (in Russian).

Bychkov I.V. Regulirovanie urovnya ozera Baikal: problemy i vozmozhnyye resheniya [Water-Level Regulation of Lake Baikal: Problems and Possible Solutions]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2015, no. 3, pp. 215-224 (in Russian).

Milkov F.N. Printsip kontrastnosti v landshaftnoi geografii [The Principle of Contrast in Landscape Geography]. *Izvestiya AN SSSR* [News of the Academy of Sciences of the USSR. Geographic series], 1977, no. 6, pp. 93-101 (in Russian).

Molozhnikov V.N. *Kedrovyy stlanik gornyykh landshaftov Severnogo Pribaikaliya* [Cedar Stlanik of Mountain Landscapes of the Northern Baikal Region]. Moscow, Science Publ., 1975. 203 p. (in Russian).

Ponomarenko E.A., Solodyankina S.V. Transformatsiya pribrezhnykh geosistem ozera Baikal pod vozdeystviem rekreatsionnoi deyatel'nosti [Transformation of Coastal Geosystems of Lake Baikal under Recreation Impacts]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences], 2013, vol. 6, no. 1, pp. 147-160 (in Russian).

Maksyutova E.V. et al. Tendentsii gidroklimaticheskikh izmenenii na Baikal'skoi prirodnoi territorii [Tendencies of Hydroclimatic Changes on the Baikal Natural Territory]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2012, no. 4, pp. 304-311 (in Russian).

Бибеева Анна Юрьевна
кандидат географических наук,
научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
тел.: (3952) 42-69-20
e-mail: pav_a86@mail.ru

Bibaeva Anna Yurievna
Candidate of Sciences (Geography), Researcher
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
tel.: (3952) 42-69-20
e-mail: pav_a86@mail.ru

Дата поступления: 13.02.2018

Received: February, 13, 2018