

УДК 911.2

**ПРОГНОЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО ПРИОЛЬХОНЬЯ****Бибаева А.Ю.***ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: pav\_a86@mail.ru*

Для современных географических исследований в аспекте охраны и оптимизации природной среды важным направлением является изучение, оценка и прогноз изменений геосистемной структуры территории под воздействием внешних факторов. Современная тенденция климатических изменений в северном полушарии сопровождается увеличением числа случаев экстремальных погодных явлений; для территории Прибайкалья характерны засухи. Последний фактор усугубляет пирогенную обстановку в регионе. В изменяющихся условиях фонового воздействия геосистем регионального уровня пирогенный фактор выступает в роли катализатора преобразования геосистем. Наиболее тяжелые и значительные негативные последствия сказываются на уникальных геосистемах Ольхонского района, территориально полностью относящегося к водосборному бассейну оз. Байкал и его центральной экологической зоне. Исследование направлено на выявление и картографирование динамических и структурных преобразований геосистем северного Приольхонья (западное побережье оз. Байкал), подверженных пирогенному воздействию. Пространственный анализ распространения гарей и горельников производился на основе данных дистанционного зондирования Земли Landsat 8 (OLI) в среде ГИС. Источником информации о породном составе древостоя послужили лесотаксационные материалы. Выделены группы фаций на территории северного Приольхонья, подверженные деструктивному воздействию пирогенного фактора в период с 2014 по 2015 гг. Прогнозируется длительная деградация лесорастительных условий с затяжной стадией восстановления, замещение на части ареала коренных темнохвойных лесов светлохвойными, а лиственнично-сосновых остепненных лесов, преимущественно по южным склонам, – степными сообществами. В высокогорной части Приморского хребта уничтожение огнем кедровостланниковых сообществ способствует широкому распространению каменных россыпей (курумов).

**Ключевые слова:** пирогенный фактор, динамика геосистем, трансформация, физико-географические процессы, Приольхонье

**GEOSYSTEM TRANSFORMATIONS FORECAST OF THE NORTHERN PRIOLKHONYE****Bibaeva A.Yu.***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: pav\_a86@mail.ru*

Studying, assessment and forecast of changes in the geosystem structure of the territory under the influence of external factors are important part of modern geographical research in the aspect of protection and optimization of the natural environment. The current trend of climatic changes in the northern hemisphere is accompanied by an increase in the number of cases of extreme weather events; droughts are typical for Baikal region. The latter factor enhances the pyrogenic situation in the region. In the changing conditions of the regional geosystems background impact, the pyrogenic factor acts as a catalyst for the transformation of geosystems. The most significant negative consequences affect the unique geosystems of the Olkhon region, which territory fully belong to the catchment area of the Lake Baikal and its central ecological zone. The research is aimed at identifying and mapping the dynamic and structural transformations of northern Priolkhonye geosystems (the western coast of Lake Baikal), influenced by pyrogenic factor. Spatial analysis of the burnt territories location was carried out on the basis of remote sensing data Landsat 8 (OLI) in the GIS. The source of information on the species of the forest stand was forest cover maps. Groups of facies in the territory of northern Priolkhonye, influenced by destructive pyrogenic factor in the period 2014 – 2015 years were exposed. Long-term degradation of forest-growing conditions with a long renewal stage, replacement of dark-coniferous forests by light-coniferous forests, and larch-pine steppe forests, mainly in the southern slopes, by steppe communities on a part of the range of their habitats are predicted. In the highland part of the Primorsky Range, the cedar-walled communities destructed by fire are will be replaced by stone placers (kurums).

**Keywords:** pyrogenic factor, in the dynamics of geosystems, transformation, physiographic processes, Priolkhonye

Проблема сохранения уникальных геосистем и рационального природопользования в границах центральной экологической зоны оз. Байкал остро обсуждается на самом высоком – федеральном уровне власти. На большей части Прибайкалья функционирует расширенная система особо охраняемых природных территорий (заказников, заповедников, национальных парков), призванных сохранить первозданность и разнообразие неповторимых ландшафтных и пейзажных комплексов уникального региона.

Современная тенденция потепления климата северного полушария сопровождается рядом негативных следствий, связанных с увеличением числа случаев экстремальных погодных явлений, обусловленных атмосферными блокировками и нарушением западного переноса [1]. Для территории Прибайкалья участились случаи экстремальных засух, сопровождаемых устойчивым ростом годовых температур воздуха и снижением годовых величин сумм осадков [2].

На фоне происходящих климатических изменений усиливаются последствия воздействия природных и антропогенных факторов на геосистемную структуру территории, выраженные в увеличении длительности восстановительной динамики (восстановления вертикальных и латеральных связей), а в ряде случаев – в разрушении инвариантной структуры и трансформации геосистем.

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

*Территория исследования.* Территория исследования – Приольхонье – расположена в средней части западного побережья оз. Байкал, непосредственно напротив о. Ольхон. Район является репрезентативным в отношении основного деструктивного фактора трансформации геосистем и включает территории технического участка № 2 (колхоз «20-го съезда КПСС») Бугульдейского участкового лесничества, Сарминской дачи Ольхонского участкового лесничества Иркутской области и Онгуренского лесничества Прибайкальского государственного природного национального парка.

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, обуславливающих проявление барьерно-теневого, аридно-котловинного и подгорного эффектов.

Приморский хребет, образующий западный борт Байкальской котловины, оказывает значительное влияние на формирование мезоклиматических условий в этой части котловины и определяет парагенетическое развитие и существование уникального сочетания контрастных по природным режимам таежных и степных геосистем, являющихся характерной особенностью данной территории.

#### **Материалы и методы исследования**

Одним из ведущих факторов преобразующей динамики геосистем района являются пожары. Согласно схеме пиралогического районирования Прибайкалья [3] леса Приольхонья относятся к категории

с повышенной потенциальной горимостью, обеспечиваемой благоприятными климатическими и лесорастительными условиями. Это ухудшает пожарную обстановку в регионе. Так, только в 2014–2015 гг. зарегистрированы значительные площади (более 200 км<sup>2</sup>), пройденные растительными пожарами разной интенсивности [4].

Для выявления территорий, подверженных пирогенному фактору, вычисления площадей гарей использовались разновременные космические снимки Landsat 8 (OLI) в период с 2000 г. Преимущество отдавалось снимкам осеннего сезона во временном промежутке – с окончания пожароопасного периода до начала формирования снежного покрова (конец сентября – начало октября) и уровне облачности менее 20%; при их отсутствии применялись весенние снимки следующего года в период после схода снежного покрова (начало июня).

Источником информации о породном составе древостоя, подверженного горению в указанный период, послужили лесотаксационные материалы М 1:25 000 Министерства лесного комплекса Иркутской области и Прибайкальского государственного природного национального парка. Информация о геосистемной структуре исследуемой территории получена по карте «Ландшафты юга Восточной Сибири» (1977 г.). Наложение контуров гарей на карту породного состава и ландшафтную карту производилось в среде ГИС.

Прогнозные исследования преобразований геосистем Северного Приольхонья после пирогенного воздействия производились с использованием опубликованных материалов по изучению динамических изменений компонентов геосистем: сукцессионных серий биогеоценозов (А.В. Белов, В.Н. Моложников, Н.С. Гамова [5] и др.), структурного изменения почвенного покрова [6], эволюционного развития геосистем [7], с использованием карты растительности юга Восточной Сибири под редакцией А.В. Белова (1971), а также планов лесонасаждений Министерства лесного комплекса Иркутской области и Прибайкальского государственного природного национального парка.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Пирогенный фактор вызывает динамические преобразования природных комплексов, связанные с изменениями всех компонентов. При этом восстановительная

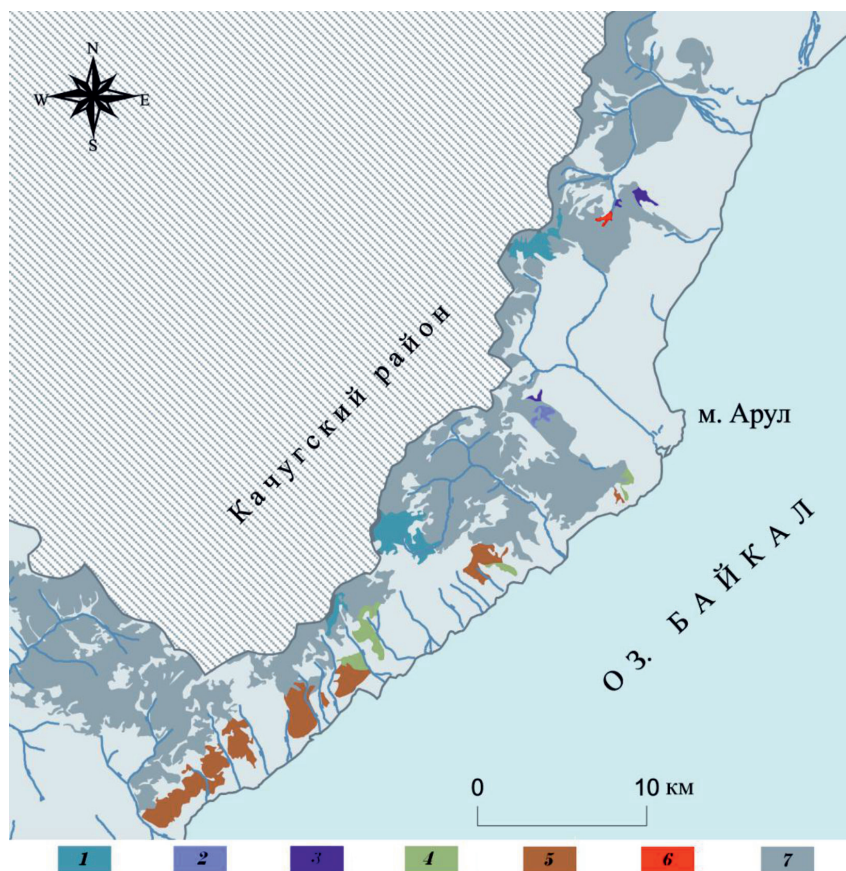
динамика геосистем определяется процессами самоорганизации в условиях изменяющегося климата и по этой причине может также идти в направлении коренной трансформации со сменой инварианта (рисунок, таблица).

После прохождения пожара компоненты геосистем испытывают разную степень изменения. При низовых пожарах в первую очередь деструктивному воздействию подвержены нижние ярусы растительности, главным образом напочвенный покров, продолжительность восстановления которых различна в разных типах лесов. Так, на горях в зеленомошных типах леса мхи и лишайники погибают не только от огневого, но и от теплового воздействия при пожарах любой интенсивности [8], а первоначальное формирование напочвенного покрова происходит спустя 2–3 года и более [9].

Значительная часть территории Приольхонья, подверженной пирогенному воздействию, приходится на геосистемы

подгольцовые кедровостланиковые и темнохвойных горнотаежных кедровых лесов (таблица).

Группы фаций на водоразделах и пологих склонах мохово-лишайниковые местами олуговелые (пустошные) в сочетании с зарослями кедрового стланика, находящиеся в зоне активного морозного выветривания, после прохождения пожаров на части ареала замещаются глыбовыми россыпями. Уничтожение растительного покрова, главным образом кедрового стланика, сдерживающего водную эрозию, приводит к активизации процессов смыва маломощных почв и выноса мелкозема. На выположенных поверхностях происходит медленное (по данным В.Н. Моложникова, до 80–100 лет) восстановление кедровостланиковых биогеоценозов. На участках с многолетнемерзлыми грунтами в результате увеличения поступления солнечной радиации к подстилающей поверхности развиваются процессы заболачивания, затрудняющие возобновление кедрового стланика.



Прогноз преобразования геосистем северного Приольхонья после пирогенного воздействия 2014–2015 гг.: 1–6 – трансформация структуры геосистем (таблица); 7 – восстановительная динамика

Прогноз преобразования геосистем северного Приольхонья и развития комплекса физико-географических процессов после пирогенного воздействия (по [10])

№ п/п	Геосистемы, подверженные влиянию пирогенного фактора	Производные геосистемы	Физико-географические процессы
1	Водоразделы и пологие склоны мохово-лишайниковые местами олуговелые (пустошные) в сочетании с зарослями кедрового стланика	Длительное восстановление лишайникового покрова – 20–50 лет, кедровостланикового покрова – более 80 лет. Восстановление через заросли ольхи кустарниковой и березки Миддендорфа. На части ареала возможно замещение курумами	Деградация многолетней мерзлоты; усиление процессов выноса мелкозема, солифлюкции, заболачивания; интенсификация курумообразования
2	Склоновые кедровые кустарниково-зеленомошные (рододендрон золотистый) местами с баданом	Восстановление через кедр. В условиях усиления засушливости климата региона на части ареала возможна смена на лиственничные и сосновые	Гибель древостоев; усиление эрозионных процессов и солифлюкции, смыв напочвенного покрова и мелкозема, формирование ветровалов в сторону оз. Байкал преобладающими северо-западными ветрами
3	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	В верхних частях по долинам рек таяние многолетней мерзлоты и усиление процессов заболачивания. Усиление эрозионных процессов и солифлюкции, смыв напочвенного покрова и мелкозема
4	Пологие склоны южных экспозиций лиственнично-сосновые рододендровые остепненные	Затяжная стадия восстановления через степные сообщества; на части ареала смена степными разнотравно-злаковыми сообществами	Интенсивный ветровой снос (дефляция) и смыв мелкозема, усиление эрозии при ливневых осадках редкой повторяемости, местами обнажение коренных пород на выпуклых и наветренных склонах, процессы остепнения
5	Крутые склоны сосново-лиственничные редкостойные в сочетании со степными полынными низкотравными литофильными степями часто в сочетании с мелкодерновинно-злаковыми группировками	Затяжная стадия восстановления по березовой серии либо смена на степные мелкодерновинно-злаковые литофильные	Иссушение почв, развитие круглогодичного ветрового и связанного с ним аблювиального сноса, снижение мощности почвенного покрова вплоть до обнажения коренных пород, остепнение, обрушение одиночных глыб. Транзитные процессы, мало зависящие от изменения местных условий, будут идти по-прежнему
6	Водосборные понижения кедрово-пихтовые чернично-травяно-зеленомошные	Замена на кедровое сообщество через сукцессионную смену мелколиственных пород (тополь, осина)	Усиление транзитных процессов

Для геосистем темнохвойных лесов, чувствительных к действию пирогенного фактора, характерно усыхание и отмирание древостоя. Стадии сукцессионного восстановления климаксового сообщества часто проходят через смену пород. Воздействие огня на группы фаций водосборных понижений кедрово-пихтовых чернично-травяно-зеленомошных лесов обуславливает выпадение из состава биоценоза пихты в силу ее высокой чувствительности к пожарам и узкой экологической приспособленности, что сопровождается разрушением структуры геосистем и формированием на их месте кедровых лесов зеленомошной группы через сукцессионную смену мелколиственными породами (тополь, осина).

Отличительной особенностью восстановления кедровых лесов является его тесная связь с деятельностью кедровки, прячущей семена только под моховой покров. По этой причине восстановление кедра возобновляется только после появления мохового покрова [11]. Восстановление групп фаций склоновых кедровых кустарниково-кашкарниковых (рододендрон золотистый) зеленомошных лесов идет без смены эдификатора. Однако в условиях усиления засушливости климата региона на нижней границе ареала распространения кедровых лесов по южным склонам возможна их смена на группы фаций лиственничных и сосновых лесов (таблица). Изреживание древостоев создает

условия для ветровалов уцелевших от пожара деревьев в юго-восточном направлении под действием ветра «горная». Активируются экзогенные процессы, связанные со смывом маломощной почвы.

Процесс восстановления структурной организации групп фаций склоновых лиственнично-кедровых чернично-мелкотравно-зеленомошных лесов сопровождается сменой лесообразующей породы и протекает через стадию формирования сосново-лиственничного сообщества чернично-зеленомошной группы, которое в изменяющихся условиях фонового воздействия геосистем регионального уровня на части ареала могут сохраняться без восстановления темнохвойного элемента. В верхних частях по долинам рек таяние многолетней мерзлоты приводит к усилению процессов заболачивания и деградации лесорастительных условий, на склонах активизируются эрозионные процессы.

Деструктивное воздействие пирогенного фактора на геосистемы пологих склонов южных экспозиций лиственнично-сосновых рододендровых остепненных лесов обуславливает развитие затяжной стадии восстановления через степные сообщества. Преобразование групп фаций сосново-лиственничных редкостойных лесов в сочетании со степными полынными низкотравными литофильными и мелкодерновинно-злаковыми степями на крутых склонах в прибрежной части оз. Байкал при воздействии огня средней и высокой интенсивности сопровождается усыханием древостоя и развитием на их месте мелкодерновинно-злаковых литофильных степей.

Таким образом, динамические преобразования структуры геосистем северного Приольхонья, наметившиеся в условиях региональных изменений гидротермических условий, усиливаются благодаря пирогенному фактору. Прогнозируется длительная деградация лесорастительных условий с затяжной стадией восстановления, замещение на части ареала коренных темнохвойных лесов светлохвойными, а лиственнично-сосновых остепненных лесов, преимущественно по южным склонам, – степными сообществами.

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

#### Список литературы

1. Антохина О.Ю. Влияние атмосферного блокирования на пространственное распределение атмосферных осадков над Евразией в летний период / О.Ю. Антохина, П.Н. Антонин, Ю.В. Мартынова // *Enviromis* 2016. – 2016. – С. 368–371.
2. Тенденции гидроклиматических изменений на Байкальской природной территории / Е.В. Максютова [и др.] // *География и природные ресурсы*. – 2012. – № 4. – С. 72–80.
3. Софронов М.А. Пирологическая характеристика растительности бассейна озера Байкал / М.А. Софронов, В.Ф. Анропов, А.В. Волокитина // *География и природные ресурсы*. – 1999. – № 2. – С. 52–58.
4. Бибаева А.Ю. Анализ пирогенного воздействия на геосистемы Приольхонья по материалам космической съемки / А.Ю. Бибаева // *Успехи современного естествознания*. – 2016. – № 12–2. – С. 347–351.
5. Гамова Н.С. Пирогенные смены лесной растительности центральной части Хамар-Дабана (южное Прибайкалье) / Н.С. Гамова // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. – 2014. – № 13. – С. 55–59.
6. Краснощеков Ю.Н. Трансформация серогумусовых почв сосновых лесов под влиянием пожаров в юго-западном Прибайкалье / Ю.Н. Краснощеков // *Лесоведение*. – 2011. – № 2. – С. 3–12.
7. Безрукова Е.В. Изменение природной среды Приольхонья в среднем-позднем голоцене / Е.В. Безрукова, П.П. Летунова // *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Геоархеология. Этнология. Антропология*. – 2012. – № 1. – С. 91–105.
8. Ковалева Н.М. Восстановление напочвенного покрова после низовых пожаров в среднетаежных сосняках / Н.М. Ковалева, Г.А. Иванова, Е.А. Кукавская // *Лесоведение*. – 2011. – № 5. – С. 30–35.
9. Софронов М.А. Методика пирологического обследования и описания лесных участков, пройденных пожарами / М.А. Софронов, А.В. Волокитина. – Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. – 71 с.
10. Агафонов Б.П. Распространение и прогноз физико-географических процессов в Байкальской впадине / Б.П. Агафонов // *Динамика Байкальской впадины*. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 59–138.
11. Попов Л.В. Южнотаежные леса Средней Сибири / Л.В. Попов. – Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1982. – 330 с.

#### References

1. Antoxina O.Yu. Vliyaniye atmosfernogo blokirovaniya na prostranstvennoye raspredeleniye atmosfery'x osadkov nad Evraziej v letnij period / O.Yu. Antoxina, P.N. Antoxin, Yu.V. Martynova // *Enviromis* 2016. – 2016. – pp. 368–371.
2. Tendencii gidroklimatecheskix izmenenij na Bajkal'skoj prirodnoj territorii / E.V. Maksyutova [i dr.] // *Geografiya i prirodny'e resursy*. – 2012. – № 4. – pp. 72–80.
3. Sofronov M.A. Pirologicheskaya karakteristika rastitel'nosti bassejna ozera Bajkal / M.A. Sofronov, V.F. Anropov, A.V. Volokitina // *Geografiya i prirodny'e resursy*. – 1999. – № 2. – pp. 52–58.
4. Bibaeva A.Yu. Analiz pirogennogo vozdejstviya na geosistemy Priol'xon'ya po materialam kosmicheskoy s'emki / A.Yu. Bibaeva // *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya*. – 2016. – № 12–2. – pp. 347–351.
5. Gamova N.S. Pirogenny'e smeny lesnoj rastitel'nosti central'noj chasti Xamar-Dabana (yuzhnoye Pribajkal'e) / N.S. Gamova // *Problemy botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii*. – 2014. – № 13. – pp. 55–59.
6. Krasnoshekov Yu.N. Transformaciya serogumusovy'x pochv sosnovy'x lesov pod vliyaniem pozharov v yugo-zapadnom Pribajkal'e / Yu.N. Krasnoshekov // *Lesovedenie*. – 2011. – № 2. – pp. 3–12.
7. Bezrukova E.V. Izmenenie prirodnoj sredy Priol'xon'ya v srednem-pozdнем golocene / E.V. Bezrukova, P.P. Letunova // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geoarxeologiya. E'tnologiya. Antropologiya*. – 2012. – № 1. – pp. 91–105.
8. Kovaleva N.M. Vosstanovlenie napochvennogo pokrova posle nizovy'x pozharov v srednetaezhny'x sosnyakax / N.M. Kovaleva, G.A. Ivanova, E.A. Kukavskaya // *Lesovedenie*. – 2011. – № 5. – pp. 30–35.
9. Sofronov M.A. Metodika pirologicheskogo obsledovaniya i opisaniya lesny'x uchastkov, proydenny'x pozharami / M.A. Sofronov, A.V. Volokitina. – Krasnoyarsk: Institut lesa im. V.N. Sukacheva SO RAN, 2007. – 71 p.
10. Agafonov B.P. Rasprostraneniye i prognoz fiziko-geograficheskix processov v Bajkal'skoj vpadine / B.P. Agafonov // *Dinamika Bajkal'skoj vpadiny*. – Novosibirsk: Nauka, 1975. – pp. 59–138.
11. Popov L.V. Yuzhnotaezhny'e lesa Srednej Sibiri / L.V. Popov. – Irkutsk: Izdatel'stvo Irkutskogo universiteta, 1982. – 330 p.