



УДК 581.9(571.54/.55)  
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.36.88>

## **Антропогенная трансформация растительного покрова в районах переходных зон Юго-Западного Забайкалья**

А. П. Сизых

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** В ходе исследований решались задачи выявления особенностей структурно-динамической организации растительного покрова и изменения растительных сообществ на участках, затронутых интенсивным воздействием антропогенных факторов, таких как пожары, вырубки, а также в процессе использования территорий в качестве пастбищных угодий на протяжении десятков лет. Район изучения расположен в переходной зоне между лесостепной и степной областями Северной и Центральной Азии. Основное внимание было уделено характеристикам современного состояния растительных сообществ, преобразованных в экотонных природных условиях, на которые было оказано разнообразное по характеру и степени антропогенное воздействие. Антропогенные факторы существенно усиливают пространственную и структурную дифференциацию растительных сообществ контакта сред. Межзональный экотон диагностирует особенности пространственно-динамической организации растительности природных зон во времени и пространстве. Были выделены видовой состав ярусов и наиболее характерные виды-индикаторы, определяющие современное состояние и вектор формирования степных сообществ и лесов за последние десятилетия в целом.

**Ключевые слова:** трансформация, растительность, антропогенные факторы, переходная зона.

**Для цитирования:** Сизых А. П. Антропогенная трансформация растительного покрова в районах переходных зон Юго-Западного Забайкалья // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 36. С. 88–106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.36.88>

### **Введение**

В основу работы положены материалы многолетних исследований структурно-динамической организации растительных сообществ, формирующихся на территории перехода лесостепи к зональным степям. Геоботаническая полевая съемка с фиксацией особенностей пространственной стратиграфии растительных сообществ разных лет и вегетационных периодов позволила выявить специфику формирования растительности под влиянием антропогенных факторов разных форм и интенсивности в течение многих десятилетий в Юго-Западном Забайкалье. Объекты исследований – растительные сообщества контакта разных сред. Известно, что природная зональность первична, а высотная поясность вторична всегда, исследования базировались на этом общепринятом понимании физико-географических условий любой территории. При анализе полученных данных нами учитывались

и характеристики структуры растительности района исследований, отраженные в опубликованных работах многих ученых ряда лет [Решиков, 1961; Дамбиев, Намзалов, Холбоева, 2006]. Принимались во внимание также и результаты исследователей растительности Байкальского региона в целом. Вопросам динамики и направленности формирования растительности на фоне изменчивости климата последних десятилетий посвящены проведенные в разных частях мира исследования [Grant, Kent, Wei Gao, 2004; Interaction among ... , 2015; Drought impact ... , 2016; Tracking forest ... , 2018; Climate change ... , 2018; Whitebark Pine ... , 2018; Kullman, 2018; The effect of ... , 2019; The structure of ... , 2020] и др. Приведенные в вышеуказанных публикациях выводы о современном векторе развития растительности разных физико-географических условий ее формирования часто носят противоречивый характер. Возможно, это связано с тем, какому «главенствующему» фактору придается большее значение при установлении тенденций развития растительности. Особенно это важно при выявлении вектора формирования растительных сообществ, развитых на контакте зональных типов растительности, на контакте высотных поясов и в условиях экстразональности конкретных территорий. Часто при этом не учитываются антропогенные факторы, существенно влияющие на структуру и пространственную дифференциацию растительного покрова в пространстве и времени.

### **Физико-географические условия района исследований**

Детальные характеристики физико-географических условий района исследований приведены в ряде работ многих исследователей этой части Байкальского региона. Отметим лишь, на наш взгляд, специфические особенности физико-географических условий района, дающие общее представление о его природе. По физико-географическому районированию [Ландшафты ... , 1977] район исследований относится к провинциям Южно-Сибирской горной области, остепненно-котловинному округу лесостепных ландшафтов. Здесь следует отметить, что в регионе развиты зональные (лесостепные) почвы. Зональные почвы – закономерная дифференциация географической оболочки, которая проявляется в последовательности и сменах географических зон и поясов вследствие изменения энергии Солнца в зависимости от широты (от экватора к полюсам), где зональные почвы – почвы, сформировавшиеся на водораздельных равнинных пространствах, генетические свойства которых и протекающие в них процессы почвообразования наиболее полно отражают биоклиматические условия, соответствующие географической зоне. Зональные почвы развиваются на хорошо дренированных, автоморфных участках рельефа под типичной зональной растительностью (подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы, каштановые, бурые полупустынные и другие почвы, соответствующие определенной растительной зоне – зональной растительности). По классификации почв [Классификация и диагностика ... , 2004; Классификация почв ... , 2008] почвы района исследований отнесены к типам зональных лесостепных почв (сочетание каштановых с черноземами, аллювиальные серо-гумусовые и аллюви-

ально-дерново-луговые). Это отчасти нашло отражение на почвенной карте Бурятии [Почвенная карта Бурятии ... , 2011]. Сторонники циклической гипотезы взаимоотношения леса и степи в лесостепной полосе [Гроссет, 1930] утверждают, что лес постепенно вытесняет степную растительность (другие придерживаются противоположного мнения – степь расширяет свои территории). При этом условия среды, изменяемые лесом (оподзоливание почв), становятся все больше малопродуктивными для развития древесных пород, и постепенно степь захватывает лесные земли. Таким образом, почвы во всей лесостепной полосе сформировались при переменном влиянии лесной и степной растительности в постоянном перераспределении территорий между лесом и степью, но в пределах лесостепной зоны. На территориях перехода лесостепи в зональную степь формируются более сложные по структурно-динамической организации растительные сообщества, разнонаправленно реагирующие на изменчивость климата и воздействие антропогенных факторов – пожаров, вырубок лесов, пастбищных режимов. Приведенные характеристики природной среды отражают общие особенности физико-географических условий Юго-Западного Забайкалья, включая и рассматриваемый район (рис. 1).



*Рис. 1.* Космический снимок района исследований, отмечен красным цветом (Юго-Западное Забайкалье)

### **Фоновая характеристика структурно-динамической организации растительности района исследований и его окружения**

Структура растительности района исследований и ее окружения достаточно подробно освещены в ряде научных работ. Однако до сих пор остаются актуальными данные М. А. Решикова [1961], детально демонстрирующие пространственно-структурные особенности степей и лесостепи Забайкалья. Последующие работы ученых или характеризуют отдельные аспекты, или (и) детализируют уже выделенные и обобщенные характеристики растительного покрова степной и лесостепной природных зон Северной Азии [Степи Евразии ... , 1991, Степи Центральной ... , 2002].

Отметим общие (фоновые) особенности структурно-динамической организации растительности района исследований [Корреляционная эколого-фитоценотическая ... , 1977; Растительность юга ... , 1972]. По ботанико-географическому районированию участок входит в Центральноазиатскую (Дауро-Монгольскую) подобласть степной области Евразии. Растительность района исследований относится к Хангайско-Даурской горно-лесостепной провинции подпровинции Орхоно-Нижнеселенгинской лесостепи [Степи Евразии ... , 1991]. По провинциальному разделению Центральноазиатской подобласти степной области Евразии и по ботанико-географическому районированию степей Центральной Азии [Степи Центральной ... , 2002] ключевой участок также соответствует, согласно карте ботанико-географического районирования, лесостепи, переходящей в зональную степь. Состав и структура растительности этого региона достаточно подробно приведены в [Дамбиев, Намзалов, Холбоева, 2006].

Основу растительности района исследований участка составляет таежная (бореальная) растительность Урало-Сибирской фратрии формаций горно-таежных сосновых и лиственнично-сосновых травяно-кустарниковых лесов в сочетании с сосновыми травяно-кустарниковыми остепненными лесами и мелкодерновинно-злаковыми степями южносибирских формаций разнотравно-злаковых и злаковых степей. Растительность района представлена преимущественно сосновыми и лиственнично-сосновыми лесами в комплексе с разнотравно-злаковыми степями. Здесь достаточно широко распространены степные сообщества, состоящие из *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Iris biglumis* Vah. Синузально отмечены ценозы с доминированием *Caragana spinosa* (L.) DC., а также галофитные сообщества с *Kalidium foliatum* (Pallas) Moq. и *Nitraria sibirica* Pallas. Обнаружены ценозы с доминированием *Stipa pennata* L., обычного для хакасско-минусинских степей, Приангарья. Зональная лесостепь представлена сообществами, сформировавшимися на ограниченной территории, по склонам разных экспозиций и отражающими черты светлохвойных разнотравных лесов и степных сообществ зональной степи. Степи Юго-Западного Забайкалья демонстрируют большое сходство со степями Монголии, как флористически, так и фитоценотически [Решиков, 1961]. М. А. Решиков [Там же] делает вывод, что в Западном Забайкалье, включая и район исследований – Джидинский, смыкает-

ся флора Дауро-Монгольской степной провинции и сибирской тайги. Первоначально эту точку зрения высказал В. Н. Сукачев [1936].

Существование степей в Западном Забайкалье связано с местными условиями и обязано наличию котловин. А условием формирования степных островов и ведущими факторами дифференциации геосистем в ситуации засушливых котловин Забайкалья являются поверхностное увлажнение и литоморфология субстрата. Становление Забайкальской лесостепи (как и степных территорий региона) датируется голоценом, когда в позднеледниковую фазу (10,5–9 тыс. лет) сформировались обширные степные пространства с повышением роли сосны обыкновенной в сложении растительности. «Внутри этой фазы выделяется период потепления (аллерд), вызвавший частичное увеличение роли лесных формаций – сосново-березовых лесов с примесью ели. К концу фазы позднелиасовое похолодание привело к почти полной деградации лесной растительности и широкому развитию степных группировок» [Дамбиев, Намзалов, Холбоева, 2006, с. 10].

Послеледниковый период характеризуется двумя фазами. Первая (9,5–5,5 тыс. лет) – время теплого периода, когда шло развитие темнохвойных еловых лесов с сохранением значительных участков, занятых степными сообществами. В атлантическое время (8,0–5,0 тыс. лет) произошло сокращение роли темнохвойных лесов с доминированием березовых лесов, которые вытесняли степные сообщества. Во второй половине атлантического периода вновь повысилась роль темнохвойных (еловых) лесов вследствие потепления климата. «В понижениях установились лесостепные ландшафты с участием сосны и березы в древостоях. К этому времени относится климатический оптимум голоцена (6,2–5,5 тыс. лет)» [Там же, с. 11]. В это время формировалась растительность, в которой представлен комплекс и лесных, и степных сообществ. Впоследствии, основываясь на данных карты растительности, составленной М. А. Рещиковым [1961], было проведено ботанико-географическое зонирование территории [Степи Евразии, 1991; Степи Центральной ... , 2002], комплекс лесных и степных сообществ Забайкалья был отнесен к самостоятельной природной зоне – зоне лесостепи Юго-Западного Забайкалья. Здесь сосновые и лиственничные леса находятся в комплексе с сухими дерновинно-злаковыми степями, приурочены большей частью к склонам северных экспозиций, а по днищам распадков и шлейфам склонов формируются сухие степи, основу которых составляют злаковые сообщества, часто с доминированием *Koeleria cristata* (L.) Pers и *Festuca lenensis* Drobv с существенным присутствием *Artemisia frigida* Willd. (часто преобладает в местах пастбищной депрессии) и пижмовых (*Filifolium sibiricum* (L.) Kitam.) степей [Дамбиев, Намзалов, Холбоева, 2006, с. 106–112].

Общей особенностью пространственной структуры растительности Юго-Западного Забайкалья, включая и район исследований, является формирование житняковых (*Agropyron cristatum* (L.) Beauv.), полынных (*Artemisia frigida* Willd., *A. scoparia* Waldst. et Kitam., *A. sieversiana* Willd.), лапчатковых (*Potentilla acaulis* L.), ковыльных (*Stipa krylovii* Roshev.), леймусовых (*Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev), мятликовых (*Poa botryoides* (Trin. ex

Griseb.) Kom.), типчаковых (*Festuca lenensis* Drobov) и пижмовых (*Filifolium sibiricum* (L.) Kitam.) степей с пространственной дифференциацией количественного состава и доминирующих видов растений в сообществах по конкретным участкам территории. Для ландшафтов котловинного типа характерны степи с доминированием *Poa botryoides* (Trin. ex Griseb.) Kom., большей частью дигрессионного характера, так как значительная часть территории этого округа была распахана в 60–80-е гг. прошлого столетия [Дамбиев, Намзалов, Холбоева, 2006]. Часто господствующие позиции в структуре растительности занимают типчаковые (*Festuca lenensis* Drobov) степи с небольшими участками пижмовых (*Filifolium sibiricum* (L.) Kitam.) степей со значительным участием в травостое таких видов, как скабиоза Фишера (*Scabiosa fischeri* DC.), серпуха васильковая (*Serratula centauroides* L.), и зарослями караганы (*Caragana pygmaea* (L.) DC.) и таволги (*Spiraea media* Franz Schmidt). На песках отмечены группировки остролодочника шерстистого (*Oxytropis lanata* (Pallas) DC.). Здесь также наблюдается пространственная дифференциация количественного состава видов растений в сообществах по конкретным территориям. В ряде местоположений в сообществах (на основе проведенных геоботанических описаний) синузально встречаются мхи широкой экологической амплитуды, характерные для полидоминантных светлохвойных лесов: *Abietinella abietina* (Turn.) Fleisch., *Polytrichum piliferum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) BSG., *Orthotrichum rupestre* Schleich. ex Schwaeger.

На фоне динамики климата последних десятилетий в комплексе со снижением пастбищных нагрузок в целом происходит нивелирование границы между лесными и степными сообществами в пределах лесостепи. В сводных таблицах показан основной состав видов растений в сообществах, образующих растительность экотона между лесостепью и зональными степями Юго-Западного Забайкалья, включая район исследований (табл. 1).

Был проведен анализ ареалогического (геоэлементного) состава флоры сообществ, формирующихся в условиях зональной лесостепи, переходящих в степную природную зону Центральной Азии. В основу выделения типов геоэлемента (типов ареалов) и экотипологического (экотипы) состава видов растений положены принципы, изложенные в работах И. Г. Серебрякова [1964], Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой [1984] и др. Как следует из положений по определению хорологических (ареалов) и поясно-зональных групп [Малышев, Пешкова, 1984], для флористического состава сообществ ключевого участка характерны лесостепная и светлохвойно-лесная поясно-зональные группы с преобладанием растений с евразийским и североазиатским типами геоэлемента. Значительно представлены виды южносибирского, монгольского и центральноазиатского, с присутствием циркумполярного (голарктического бореального), типов геоэлементов. На это указывают ареалогический (геоэлементный) состав видов растений в сообществах (табл. 2) и соотношение поясно-зональных групп растений в структуре сообществ зоны контакта лесостепи и зональной степи, включая район исследований.

Таблица 1

Сводная таблица видов растений, составляющих сообщества экотона между лесостепью и зональными степями Юго-Западного Забайкалья, включая район исследований

Остепненные сосняки и лиственничники, смешанные сосново-лиственничные и лиственнично-сосновые леса	Остепненный сосновый и лиственничный подрост на месте гарей и вырубок разных лет
<p>Формула древостоя – сомкнутость крон до 0,6. Виды: <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Larix sibirica</i> Ledeb. подрост хорошо развит.</p> <p>В подлеске: <i>Spiraea media</i> Franz Schmidt, <i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fischer ex Blytt, <i>Rosa acicularis</i> Lindley</p> <p>Травостой средней густоты; проективное покрытие 40–50 %, содержит лесные и степные виды с примесью синантропных: <i>Carex pediformis</i> C.A. Meyer, <i>Carex macroura</i> Meinsh., <i>Pulsatilla multifida</i> (Pritzel.) Juz., <i>Artemisia absinthium</i> L., <i>Bupleurum sibiricum</i> Vest, <i>Astragalus adsurgens</i> Pallas., <i>Scorzonera radiata</i> Fisch., <i>Crepis sibirica</i> L., <i>Thalictrum foetidum</i> L., <i>Phlomis tuberosa</i> L., <i>Sanguisorba officinalis</i> L., <i>Potentilla bifurca</i> L., <i>Myosotis imitata</i> Serg., <i>Vicia cracca</i> L., <i>Polygala sibirica</i> L.</p> <p>Моховой покров представлен синузиями из <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt. и <i>Abietinella abietina</i> (Turn.) Fleisch., <i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.</p> <p>Представлены <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. и <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw., на камнях и основаниях стволов – <i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) BSO., <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid., <i>Orthotrichum rupestre</i> Schleich. ex Schwägr.</p> <p>Отмечены эпифитные мхи – <i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) BSO., <i>P. selwynii</i> Kindb. космополитными (<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.) и синантропными видами (<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw., <i>Splachnum rubrum</i> Hedw.).</p>	<p>Подрост: <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Larix sibirica</i> Ledeb. от 2 до 18 лет (возобновление хорошее), участие <i>Betula pendula</i> Roth.</p> <p>Кустарники: спирея <i>Spiraea media</i> Franz Schmidt</p> <p>Травостой негустой в связи с сильным антропогенным воздействием; проективное покрытие 15–30 %. Виды: <i>Equisetum sylvaticum</i> L., <i>Poa botryoides</i> (Trin. ex Griseb.) Kom., <i>Vicia cracca</i> L., <i>Artemisia absinthium</i> L., <i>Potentilla bifurca</i> L., <i>Pulsatilla multifida</i> (Pritzel.) Juz., <i>Dracocephalum ruyschiana</i> L., <i>Myosotis imitata</i> Serg.</p> <p>Мхи: <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. (на обнаженной почве, камнях и основаниях стволов)</p> <p><b>Травянистые сообщества:</b>  <i>Carex duriuscula</i> C.A. Meyer, <i>Trifolium pratense</i> L., <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill, <i>Papaver popovii</i> Sipl., <i>Taraxacum officinale</i> Wigg., <i>Allium tenuissimum</i> L., <i>Phlomis tuberosa</i> L., <i>Dracocephalum ruyschiana</i> L., <i>Draba nemorosa</i> L., <i>Galium verum</i> L., <i>Astragalus austrosibiricus</i> Schischkin., <i>Equisetum sylvaticum</i> L., <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce., <i>Dracocephalum ruyschiana</i> L., <i>Vicia cracca</i> L., <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.-Mazz., <i>Ranunculus borealis</i> Trautv., <i>Fragaria viridis</i> Dush., <i>Alopecurus pratensis</i> L., <i>Sanguisorba officinalis</i> L., <i>Trifolium pratense</i> L., <i>Trollius asiaticus</i> L., <i>Polygala sibirica</i> L., <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., <i>Poa botryoides</i> (Trin. ex Griseb.) Kom., <i>Pulsatilla multifida</i> (Pritzel.) Juz., <i>Urtica dioica</i> L., <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.B. Schmidt, <i>Plantago media</i> L., <i>Stellaria cherliariae</i> (Fischer ex Serg.) Will., <i>Thalictrum simplex</i> L., <i>T. foetidum</i> L., <i>Trifolium repens</i> L., <i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers., <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus, <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Agrostis gigantea</i> Roth., <i>Atriplex sibirica</i> L., <i>Chelidonium majus</i> L., <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski. и др.</p>

Таблица 2

Сводная таблица видов растений по ареалогическому (геоэлементному) составу видов растений, характерных для зоны контакта лесостепи и зональной степи, включая район исследований

Видовой состав растительных сообществ	Ареалогический (геоэлементный) состав растительных сообществ	Видовой состав растительных сообществ	Ареалогический (геоэлементный) состав растительных сообществ
<i>Euphorbia discolor</i>	СА	<i>Carex macroura</i>	СА
<i>Androsace lactiflora</i>	СА	<i>Scorzonera radiata</i>	СА
<i>Stipa sibirica</i>	СА	<i>Astragalus austrosibiricus</i>	СА
<i>Chamaerhodos erecta</i>	СА	<i>Poa botryoides</i>	СА
<i>Erysimum flavum</i>	СА	<i>Veronica incana</i>	СА
<i>Schizonepeta multifida</i>	СА	<i>Artemisia laciniata</i>	СА
<i>Cotoneaster melanocarpus</i>	СА		
<i>Larix sibirica</i>	ЕС	<i>Fragaria viridis</i>	ЕС
<i>Betula pendula</i>	ЕС	<i>Alopecurus pratensis</i>	ЕС
<i>Potentilla bifurca</i>	ЕС	<i>Trifolium pratense</i>	ЕС
<i>Thalictrum foetidum</i>	ЕА	<i>Phlomis tuberosa</i>	ЕА
<i>Trifolium repens</i>	ЕА	<i>Polygala sibirica</i>	ЕА
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	ЕА	<i>Polygonatum odoratum</i>	ЕА
<i>Chelidonium majus</i>	ЕА	<i>Ranunculus borealis</i>	ЕА
<i>Calamagrostis epigeios</i>	ЕА	<i>Filipendula ulmaria</i>	ЕА
<i>Plantago media</i>	ЕА	<i>Maianthemum bifolium</i>	ЕА
<i>Thermopsis lanceolata</i>	ЕА	<i>Dracocephalum</i>	ЕА
<i>Trifolium lupinaster</i>	ЕА	<i>ruyschiana</i>	ЕА
<i>Pinus sylvestris</i>	ЕА	<i>Artemisia absinthum</i>	ЕА
<i>Spiraea media</i>	ЕА	<i>Poa pratensis</i>	ЕА
<i>Carex pediformis</i>	ЕА	<i>Clausia aprica</i>	ЕА
<i>Crepis sibirica</i>	ЕА	<i>Goniolimon speciosum</i>	ЕА
<i>Thalictrum foetidum</i>	ЕА	<i>Iris humilis</i>	ЕА
<i>Pyrola rotundifolia</i>	КЦ(ГА)	<i>Draba nemorosa</i>	КЦ(ГА)
<i>Koeleria cristata</i>	КЦ(ГА)	<i>Galium verum</i>	КЦ(ГА)
<i>Artemisia vulgaris</i>	КЦ(ГА)	<i>Plantago major</i>	КЦ(ГА)
<i>Agrostis gigantea</i>	КЦ(ГА)	<i>Equisetum sylvaticum</i>	КЦ(ГА)
<i>Rosa acicularis</i>	КЦ(ГА)	<i>Sanguisorba officinalis</i>	КЦ(ГА)
<i>Pulsatilla multifida</i>	КЦ(ГА)	<i>Myosotis arvensis</i>	КЦ(ГА)
<i>Myosotis imitata</i>	КЦ(ГА)	<i>Rumex acetosella</i>	КЦ(ГА)
<i>Stellaria cherleriae</i>	ЮС	<i>Pedicularis venusta</i>	ЮС
<i>Androsace incana</i>	ЮС	<i>Taraxacum officinale</i>	ЮС
<i>Serratula centauroides</i>	ЮС	<i>Allium tenuissimum</i>	ЮС
<i>Ptilotrichum tenuifolium</i>	ЮС	<i>Potentilla tanacetifolia</i>	ЮС
<i>Trollius asiaticus</i>	ЮС	<i>Thymus serpyllumi</i>	ЮС
<i>Astragalus subfruticosus</i>	ЮС	<i>Eremogone meyerii</i>	ЮС
<i>Agropyron cristatum</i>	ОА	<i>Orostachis spinosa</i>	ОА
<i>Alyssum obovatum</i>	ОА	<i>Aster alpinus</i>	ОА
<i>Potentilla acaulis</i>	ОА		
<i>Taraxacum mongolicum</i>	ВА	<i>Astragalus adsurgens</i>	ВА
<i>Carex korshinskyi</i>	ВА	<i>Vicia baikalensis</i>	ВА
<i>Atriplex sibirica</i>	ЦА	<i>Vicia cracca</i>	ЦА
<i>Leymus chinense</i>	ЦА	<i>Heteropappus altaicus</i>	ЦА
<i>Stipa krylovii</i>	ЦА		
<i>Bupleurum sibiricum</i>	МД		
<i>Carex duriuscula</i>	АА		
<i>Papaver popovii</i>	ЭН		

Условные обозначения. Геоэлементы: СА – североазиатский; ЕС – евро-сибирский; ЕА – евразийский; КЦ(ГА) – циркумполярный (бореальный голарктический); ЮС – южносибирский и монгольский; ОА – общеазиатский; ВА – восточноазиатский; ЦА – центральноазиатский; МД – маньчжуро-даурский; АА – американо-азиатский; ЭН – эндемичный.

К лесостепной и светлохвойно-лесной поясно-зональным группам растений относятся 61 % их видов от общего количества, тогда как к собственно степной и лугово-степной группам растений – 39 %. В сообществах перехода лесостепи в зональную степь основу составляют виды растений лесостепной и лугово-степной групп. Это является особенностью пространственно-динамической организации растительности контакта сред Юго-Западного Забайкалья. Такое соотношение групп растений предопределяет направленность ответных реакций сообществ как на воздействия антропогенных факторов, так и на изменчивость условий среды и в районе наших исследований. По сути, сообщества, образованные видами растений, приведенными в табл. 1, 2, образуют «межзональный экотон». Следовательно, они могут быть использованы в мониторинге пространственной стратиграфии и изменчивости структуры растительного покрова контакта природных зон на фоне направленности динамики климата и тенденций воздействий антропогенных факторов последних десятилетий в регионе.

Здесь следует отметить, что указанные выше характеристики структуры растительных сообществ отражают общие черты растительности Юго-Западного Забайкалья. При исследовании организации растительных сообществ района исследований выявились местные особенности их структуры, детерминированные регионально-топологическими условиями территории (физико-географическими). Продолжительное влияние антропогенных факторов (вырубки, пожары, длительное использование в качестве пастбищных угодий) предопределили специфику формирования и тенденции развития растительности этой части Юго-Западного Забайкалья (рис. 2–5).

### Обсуждение результатов исследований

Рассмотрим основные особенности современной структурно-динамической организации растительных сообществ исследуемой территории – Джидинского района Юго-Западного Забайкалья (рис. 2).

**Описание 1 (N50° 50.884' E105° 37.607', рис. 3).** Вырубка ранее сгоревшего лиственничного (*Larix sibirica*) с участием березы (*Betula platyphylloides*) и кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpus*) мохово- (*Abietinella abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*, *Ptilium crista-castrensis*)-осокового (*Carex macroura*) леса. На вырубке отмечены единичные деревья лиственницы разного возраста. Окружение – степные сообщества перехода лесостепи в зональную степь. Можно предположить, что пожар и последующая вырубка способствовали формированию степных сообществ, используемых сегодня как пастбищные угодья. В настоящее время происходит остепнение вырубки с заменой лесного разнотравья на виды растений – представителей североазиатских зональных (*Poa botryoides*, *Stipa krylovii*, *Festuca lenensis*) степей. Отмечаются куртины сохранившегося мохового покрова, состоящего из дикранума (*Dicranum polisetum*), абьетинеллы (*Abietinella abietina*), ритидиума (*Rhytidium rugosum*) в комплексе с осоклой большехвостой (*Carex macroura*) (рис. 3).



Рис. 2. Космический снимок района (№ 1) исследований (Юго-Западное Забайкалье, Республика Бурятия); 1–3 – точки проведенных геоботанических описаний



Рис. 3. Вырубка по гару лиственничного (*Larix sibirica*) леса с присутствием единичных деревьев. Отмечается активизация процессов остепнения вырубки по гару за счет внедрения в напочвенный покров видов растений – представителей степей североазиатского типа, чему способствует окружение, где по склонам, увалам и межгорным распадкам развиты степные сообщества

Вывал деревьев лиственницы 200-летнего возраста (после пожара) свидетельствует о существовании здесь ранее зональной лесостепи, образованной светлохвойными лиственничными разнотравно-осоково(*Carex macroura*)-моховыми (*Abietinalla abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*, *Ptilium crista-castrensis*) лесами в комплексе со степными сообществами, формирующимися на шлейфах склонов и по днищам межгорных распадков. До начала (первая половина XX в.) активного использования растительности этой территории здесь была развита лесостепь, граница которой вследствие антропогенных нагрузок на растительность с середины прошлого столетия до настоящего времени сдвинута в северном направлении, с расширением при этом территорий, занятых степными сообществами. Окружение вырубки по гари составляют разновозрастные лиственничники (*Larix sibirica*) с участием березы (*Betula platyphylla*) мохово-осоковые, типичные для зоны лесостепи Юго-Западного Забайкалья леса. За счет вырубок отмечаются процессы активного внедрения степных видов растений в напочвенный покров этих лесов. Этому же способствует и использование территории в качестве пастбищных угодий в течение многих десятилетий. По увалам и межгорным распадкам (на дальнем плане фотографии) развиты лиственничные (*Larix sibirica*) леса, тогда как на шлейфах склонов и по днищам распадков формируются степные сообщества, используемые в качестве пастбищных угодий. Повсеместно (ближайшее окружение) по межгорным распадкам и их днищам, по склонам горных увалов развиты лиственничные (*Larix sibirica*) осоково(*Carex macroura*)-зеленомошные леса с присутствием подроста в их составе. Возможно, что интенсивность использования территории в форме пастбищ максимально ограничивает облесение степных площадей в границах лесостепи и в ближайшие десятилетия максимально ограничит внедрение древесных пород в степные сообщества переходной зоны между лесостепью и зональными степями.

**Описание 2 (N50° 50.818' E105° 37.918').** Не тронутый пожарами и вырубкой древостой лиственницы (*Larix sibirica*) разного возрастного состава с очень редким подростом. Лиственничный (*Larix sibirica*) осоково(*Carex macroura*)-зеленомошный (*Abietinalla abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*, *Ptilium crista-castrensis*) лес, характерный для лесостепи Юго-Западного Забайкалья. Антропогенный пресс в форме пастбищных режимов на протяжении многих десятилетий (с середины прошлого столетия) обусловил формирование сообществ с высокой степенью остепнения и весьма редким подростом. Дальнейшее использование таких лесов в качестве пастбищных угодий будет способствовать деградации древостоя без видимых признаков активного лесовосстановления в виде подроста, с дальнейшим формированием степных сообществ. Это, несомненно, инициирует расширение степной зоны в северном направлении. Наличие среди лиственничного древостоя с осоко-моховым напочвенным покровом участков с доминированием степных видов растений свидетельствует о высоких пастбищных нагрузках. В переходной зоне между лесостепью и зональной степью даль-

нейшая деградация древостоя изменяется (по структурно-динамической организации сообществ) более существенно, чем собственно в зональной лесостепи и зональных лесах.

**Описание 3 (N50° 50.926' E105° 36.763').** По присутствию отдельно стоящих 200-летних лиственниц (*Larix sibirica*) в составе степных сообществ возможно предположить «антропогенную» основу формирования здесь степных сообществ. Интенсификация использования лесов в начале прошлого столетия на фоне аридизации климата конца XIX – начала XX в., когда вырубка и выжигание применялись для расширения пастбищных угодий, инициировала замену лесов степными сообществами в границах лесостепи. Это, в свою очередь, максимально ограничило внедрение древесных растений в степные сообщества. Перманентность формирования лесостепи – облесение степных участков или территориальное расширение степных – характерна для динамики развития лесостепи во времени и пространстве в целом. Об этом свидетельствует и развитие лиственничных с участием сосны (*Pinus sylvestris*) и березы (*Betula platyphylla*) мохово-осоковых (*Carex macroura*) лесов ближайшего окружения. Отдельно стоящие 200-летние лиственницы (*Larix sibirica*) среди степных пространств свидетельствуют о существовании здесь ранее лиственничных разнотравно-осоковых (*Carex macroura*) с участием мхов (*Abietinalla abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*) лесов, характерных для лесостепи Юго-Западного Забайкалья. Возможно, ранние рубки, затем палы способствовали деградации лесов с формированием на их месте степных сообществ североазиатского типа, территориально расширив степные пространства в зоне перехода лесостепи в зональную степь. Дальнейшее использование растительности этой территории в качестве пастбищных угодий максимально ограничит развитие здесь лесов и будет инициировать расширение степных территорий в лесостепи.

Район исследований № 2 (рис. 4) – точка 4 на космическом снимке, где проведены геоботанические описания (Юго-Западное Забайкалье)

**Описание 4 (N50° 51.471' E105° 59.353', рис. 4).** Подрост сосны (*Pinus sylvestris*) на вырубках разнотравно-осоковых (*Carex macroura*) с участием мхов сосновых лесов. Следует отметить, что рубки лесов, образованных среди степных пространств, будут сопровождаться остепнением напочвенного покрова, что качественно затруднит лесовосстановительный процесс с формированием полноценных разновозрастных и многоярусных лесов, присущих лесостепи этого района Забайкалья. И как следствие, за счет рубок (и последующих палов) возможна дальнейшая деградация лесов с расширением территорий, занятых степными сообществами, с возможным сдвигом зоны степи в северном направлении (рис. 5).



Рис. 4. На космическом снимке (район исследований № 2) отмечено место (точка 4) проведения геоботанических описаний



Рис. 5. Вырубка на месте соснового (*Pinus sylvestris*) с участием лиственницы (*Larix sibirica*), березы (*Betula platyphylla*), осокового (*Carex macroura*) с синузиями мхов лесов в зоне перехода лесостепи в зональную степь

Окружение вырубки образует 120–140-летний редкотравно-осоковый сосняк с подростом сосны. На месте вырубки формируется достаточно редкий остепненный подрост сосны с порослью березы. Остепнение происходит за счет внедрения видов растений, характерных для разнотравно-злаковых (*Poa botryoides*, *Stipa krylovii*, *Festuca lenensis*) степей североазиатского типа. В напочвенном покрове на современном этапе формирования сообщества еще присутствуют синузии из осоки большехвостой (*Carex macroura*) и мхов (*Abietinalla abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*), характерных для светлохвойных зональных лесов. Куртинность распространения поросли березы и высокая разреженность подроста сосны предрасполагают к становлению условий экотона, когда формирование полноценного соснового леса будет затруднительно, а при дальнейшем использовании этой территории в качестве пастбищных угодий – и вовсе маловероятно.

При сохранении современных природно-климатических условий здесь возможно формирование в ближайшей перспективе остепненного редкостоя сосны, и то если не будет пожаров. На месте вырубки по шлейфу склона наметились тенденции к формированию соснового подроста за счет присутствия сохранившихся деревьев-семенников (*Pinus sylvestris*). Возможно, присутствие поросли березы (*Betula platyphylla*) и осины (*Populus tremula*) будет способствовать сохранению условий для восстановления леса. На остепненных склонах с единичными 3–7-летними соснами, вероятнее всего, следует ожидать формирования степей в ближайшей перспективе. Тем не менее сохранившийся молодняк сосны (*Pinus sylvestris*) по кромке вырубки при возможном отсутствии пожаров в будущем может привести к образованию древостоя достаточно высокой степени сомкнутости с перспективой формирования полноценного леса с ярусной дифференциацией и развитым напочвенным покровом. Напочвенный покров будут составлять главным образом осока большехвостая (*Carex macroura*) и мхи (*Abietinalla abietina*, *Dicranum polisetum*, *Rhytidium rugosum*), эдификаторы светлохвойных зональных лесов Южного Забайкалья. Это возможно, если не будет пожаров с регуляцией пастбищных нагрузок на этой территории. Можно сказать это же и о других, сходных по условиям и современному состоянию, растительных сообществах на вырубках других территорий Юго-Западного Забайкалья.

Таким образом, по совокупности данных о структурно-динамической организации растительных сообществ контакта лесостепи и зональной степи (контакта сред) можно предположить, что для района исследований характерны тенденции к дальнейшей деградации лесов в границах лесостепи. Это будет сопровождаться замедлением процессов облесения степных пространств как внутри лесостепи, так и на контакте с зональными степями. Направленность развития растительных сообществ будет зависеть и от характера воздействий антропогенных факторов – вырубок, пожаров, и от интенсивности использования растительности в качестве пастбищных угодий на фоне количества среднегодовых осадков, способствующих продвижению (или остановке) леса в степь. Усиление лесной составляющей в структуре растительности района исследований в целом будет зависеть от динамики

климата и изменения направленности антропогенных воздействий. Некоторые исследователи прогнозируют значительное продвижение к северу зоны степей [Чебакова, 2006], что частично подтверждается полученными нами результатами. Однако в других районах Юго-Западного Забайкалья (к примеру, в Селенгинском) наблюдается обратная картина – за последние десятилетия в этом районе происходит как облесение степных территорий внутри лесостепи, так и продвижение леса в степную зону. Собственно, вышеуказанные процессы формирования растительности отмечались в недавнем прошлом – на разных стадиях голоцена в Сибири [Безрукова, 2002], когда и менялось пространственно-временное соотношение площадей, занятых зональными степями и лесостепью в Юго-Западном Забайкалье. Межзональный экотон, куда входит район наших исследований, диагностирует пространственно-динамическую организацию растительности природных зон во времени и пространстве. Антропогенные факторы всегда усиливают пространственную и структурную дифференциацию растительных сообществ контакта сред.

### **Заключение**

Главным фактором сдерживания процессов облесения степных участков в зоне перехода лесостепи в зональную степь будет усиление пастбищных нагрузок, вырубki лесов под пастбищные угодья и периодические пожары (палы), затрудняющие облесение степных территорий на фоне возможных резких климатических изменений, которые могут инициировать засушливые и пожароопасные ситуации в регионе. В районе исследований характерным является то, что на фоне снижения пастбищных нагрузок последних десятилетий лет вследствие распада колхозов и совхозов происходит постепенное восстановление степных сообществ: формируется их ярусность, происходит повышение проективного покрытия, увеличивается видовое разнообразие в сообществах. В связи с изменчивостью климата последних десятков лет в регионе (повышение среднегодовых температур и смещение основной части осадков на позднелетне-осенний период, т. е. на последние стадии вегетации) на фоне прошлого периода аридизации климата (конец XIX – начало XX в.) будет возможно замедление деградации лесов в границах лесостепи с активизацией процессов медленного их восстановления. Вероятным является также и развитие лесных фитоценозов в окружении степных пространств в условиях снятия антропогенных воздействий. И, как результат, возможен процесс изменения границы лесостепи в широтном направлении, что подтверждается перманентностью состояния зоны контакта лесостепи и зональной степи на конкретный период времени на юге Западного Забайкалья. Сдерживающим фактором формирования лесной растительности здесь следует считать возможное усиление антропогенных воздействий – становление фермерских хозяйств, что будет связано с увеличением пастбищных нагрузок, часто сопровождаемых периодическими пожарами (палами) и рубками лесов, граничащих со степными сообществами, под пастбищные угодья.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00253.*

### Список литературы

- Безрукова Е. В.* Растительность и климат юга Восточной Сибири в позднем неоплейстоцене и голоцене : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.04. Иркутск, 2002. 46 с.
- Гроссет Г. Э.* Лес и степь в их взаимоотношениях в пределах лесостепной полосы Восточной Европы. Воронеж : Изд-во Облплана ЦЧО, 1930. 94 с.
- Дамбиев Э. Ц., Намзалов Б. Б., Холбоева С. А.* Ландшафтная экология степей Бурятии. Улан-Удэ : Изд-во БГУ, 2006. 185 с.
- Классификация и диагностика почв России / под ред. Л. Л. Шишова, В. Д. Тонконогова, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.
- Классификация почв России. М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Корреляционная эколого-фитоценогическая карта. Иркутск : Изд-во ИГ СО АН СССР, 1977. 1 л.
- Ландшафты юга Восточной Сибири (Карта масштаба 1:1 500 000). М. : ГУГК, 1977. 4 л.
- Мальшев Л. И., Пешкова Г. А.* Особенности и генезис флоры Сибири. Предбайкалье и Забайкалье. Новосибирск : Наука, 1984. 264 с.
- Почвенная карта Бурятии масштаба 1:3 000 000. Улан-Удэ : Изд-во Ин-та общей и эксперим. биологии БНЦ СО РАН, 2011. 1 л.
- Растительность юга Восточной Сибири (карта масштаба 1:500 000). М. : ГУГК, 1972. 4 л.
- Решиков М. А.* Степи Западного Забайкалья. М. : Наука, 1961. 174 с.
- Серебряков И. Г.* Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. М. ; Л. : Наука, 1964. Т. 3. С. 146–205.
- Степи Евразии / отв. ред. Е. М. Лавренко. Л. : Наука, 1991. 145 с.
- Степи Центральной Азии / отв. ред. В. А. Хмелев. Новосибирск : Наука, 2002. 296 с.
- Сукачев В. Н.* Итоги изучения растительности Бурят-Монгольской АССР // Проблемы БМАССР. М. ; Л. : Наука, 1936. Т. 2. С. 9–15.
- Чебакова Н. М.* Возможная трансформация растительного покрова Сибири при различных сценариях изменения климата : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16. Красноярск, 2006. 60 с.
- Climate change will affect the ability of forest management to reduce gaps between current and presettlement forest composition in southeastern Canada / Y. Boulanger, D. Arseneault, Y. Boucher, S. Gauthier, D. Cyr, A. R. Taylor, D. T. Price, S. Dupuis // Landscape Ecology. 2018. [https://doi.org/10.1007/s10980-018-0761-6\(012345678](https://doi.org/10.1007/s10980-018-0761-6(012345678)
- Drought impacts on tree growth of two pine species along an altitudinal gradient and their use as early-warning signals of potential shifts in tree species distributions / L. Marqués, J. Camarero, A. Gazol, M. A. Zavala // Forest Ecology and Management. 2016. URL: [www.elsevier.com/locate/foreco](http://www.elsevier.com/locate/foreco).
- Grant R. H, Kent A., Wei Gao.* Biologically-effective UV-B Exposures in understories of forest canopies: potential impacts of climate change. 2004. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228700474>
- Interactions among spruce beetle disturbance, climate change and forest dynamics captured by a forest landscape model / C. Temperli, T. Veblen, S. Hart, D. Kulkowski, A. Tepley // Ecosphere. 2015. Vol. 6 (11). <https://doi.org/10.1890/ES15-00394.1>
- Kullman L.* A Review and Analysis of Factual Change on the Max Rise of the Swedish Scandes Treeline, in Relation to Climate Change over the Past 100 Years // Journal of Ecology & Natural Resources. 2018. Vol. 2, Iss. 6. <https://doi.org/10.23880/jenr-16000150>.

The effects of mountain pine beetle outbreaks on avian communities in lodgepole pine forests across the greater Rocky Mountain region / W. M. Janouseka, J. A. Hickeb, A. J. H. Meddensc, V. J. Dreitzad // *Forest Ecology and Management*. 2019. Vol. 444. P. 374–381.

The structure of boreal old-growth forests changes at multiple spatial scales over decades / N. Kulha, L. Pasanen, L. Holmstrom, L. De Grandpre, S. Gauthier, T. Kuuluvainen, T. Aakala // *Landscape Ecology*. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00979-w>

Tracking forest changes: Canadian Forest Service indicators of climate change / M. Lorente, S. Gauthier, P. Bernier, C. Ste-Marie // *Climatic Change*. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2154-x>.

Whitebark Pine Prevalence and Ecological Function in Treeline Communities of the Greater Yellowstone Ecosystem, U.S.A.: Potential Disruption by White Pine Blister Rust / A. C. Wagner, D. F. Tomback, L. M. Resler, E. R. Pansing // *Forests*. 2018. Vol. 9. P. 635. <https://doi.org/10.3390/f9100635>

## Anthropogenic Transformation of the Vegetation in the Areas of Environmental Contact Zones of the South-Western Trans-Baikal

A. P. Sizykh

*Siberian Institute of Plants Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** While performing studies we imposed the tasks to reveal general (background) characteristics of structural-dynamic organization of the vegetation and to find out the peculiarities of formation of phytocoenoses on the sites reflecting the specifics and trends of their modern formation under anthropogenic impact, such as fires, cutting and pasturage during several decades. The studied area is situated in the transitional zone between the forest-steppe and zonal steppes characteristic for South-East Asia – i.e., in an interzonal ecotone. An interzonal ecotone consists of coenoses forming under transitional environmental conditions, in this case – between forest-steppe and steppe areas of North and Central Asia. Main attention was paid to the characteristics of the actual state of phytocoenoses forming under different conditions of their recent destructions; species composition of synfolia and the most characteristic proxy species determining the actual state and the vector of formation of steppe coenoses and forests during last decades were studied with a particular attention. While analyzing the data obtained, we took into account as well the characteristics of the vegetation structure in the studied area presented in published papers of numerous researchers for many years. The results of general studies of the Baikal Region vegetation were also taken into account. The interzonal ecotone itself including the area of our studies always reflects spatial-dynamic organization of vegetation in the environmental zones in time and space. Anthropogenic factors are increase of the spatial and structural difference of the plant communities of the environmental contact all time.

**Keywords:** transformation, vegetation, anthropogenic factors, environmental contact zones.

**For citation:** Sizykh A.P. Anthropogenic Transformation of the Vegetation in the Areas of Environmental Contact Zones of the South-Western Trans-Baikal. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2021, vol. 36, pp. 87-106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.36.87> (in Russian)

### References

Bezrukova E.V. *Rastitelnost i klimat uga Vostochnoy Sibiri v pozdnem neopleystozene i golozena* [Plants and Climate in the South of East Siberia During Late Neopleistocene and Holocene]. Dr. sci. diss. abstr. Irkutsk, 2002, 46 p. (in Russian)

Grosset G.E. *Forest i stepy* [Forest and Steppe in Their Interaction Within Forest-Steppe Belt of East Europe]: Voronezh, Central Chernozem Region Oblplan Publishing House, 1930, 94 p. (in Russian)

Danbiev E.Z., Namzalov B.B., Cholboeva S.A. *Landshachtnay ecologia stepei Buryatii* [Landscape Ecology of Steppes in Buryatia]. Ulan-Ude, BSU Publishing House, 2006, 185 p. (in Russian)

*Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Diagnosis of Soils in Russia]. Eds. L.L. Chichova, V.D. Tonkonogova, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Smolensk, Oykumena Publ., 2004, p. 342. (in Russian)

*Klassifikatsiya pochv Rossii* [Classification of Soils in Russia]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Institute Publ., 2008, p. 182. (in Russian)

*Landshafty uga Vostochnoi Sibiri. Mastab 1:1 500 000* [Landscapes of the south of East Siberia (Map. Scale 1:1 500 000)]. Moscow, State Department of Geodesy and Cartography Publ., 1977, 4 sheets. (in Russian)

Malushev L.I., Peshkova G.A. *Osobennosti i genesis flory Sibiri. Prebaikale i Zabaikale* [Peculiarities and Genesis of Flora of Siberia. Pre-Baikal and Trans-Baikal]. Novosibirsk, Nauka, 1984, p. 264. (in Russian)

*Rastitelnost uga Vostochnoi Sibiri (karta mastaba 1:500 000)* [Vegetation of the South of East Siberia (Map, scale 1:500 000)]. Moscow, State Department of Geodesy and Cartography Publ., 1972, 4 sheets. (in Russian)

Reshikov M.A. *Stepi Zapadnogo Zabaikalay* [Steppes of Western Trans-Baikal]. Moscow, Nauka Publ., 1961, 174 p. (in Russian)

Serebraykov I.G. Zhiznennye formy vushich rastenii i ich izuchenie [Life Forms of Higher Plants and Their Studying]. *Field Geobotany*. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964, vol. 3, pp. 146-205. (in Russian)

*Stepi Evrasii* [Steppes of Eurasia]. Ed. by Lavrenko Ye.M. Leningrad, Nauka Publ., 1991, p. 145. (in Russian)

*Stepi Zentralnoi Asii* [Steppes of Central Asia]. Ed. by Khmelev V.A. Novosibirsk, Nauka Publ., 2002, p. 296. (in Russian)

Sukachev V.N. Itogi izucheniya rastitelnosti Burayt-Mongolskoi ASSR [Results of studies of vegetation in Buryat-Mongolian ASSR]. *Problems of BMASSR*, Moscow, Leningrad, 1936, vol. 2, pp. 9-15. (in Russian)

Chebakova N.M. *Vozmozhnaya transformatsiya rastitelnogo pokrova Sibiri pri razlichnykh szenariyakh ismeneniya klimata* [Probable Transformation of Vegetation Cover in Siberia at Different Scenarios of Climate Changes]. Dr. sci. diss. abstr. Krasnoyarsk, 2006, 60 p. (in Russian)

Boulanger Y., Arseneault D., Boucher Y., Gauthier S., Cyr D., Taylor A.R., Price D.T., Dupuis S. Climate change will affect the ability of forest management to reduce gaps between current and presettlement forest composition in southeastern Canada. *Landscape Ecology*. 2018. [https://doi.org/10.1007/s10980-018-0761-6\(012345678\)](https://doi.org/10.1007/s10980-018-0761-6(012345678)).

Marqués L., Camarero J., Gazol A. Zavala, M. A. Drought impacts on tree growth of two pine species along an altitudinal gradient and their use as early-warning signals of potential shifts in tree species distributions. *Forest Ecology and Management*, 2016. Available at: [www.elsevier.com/locate/foreco](http://www.elsevier.com/locate/foreco)

Grant R.H., Kent A., Wei Gao. Biologically-effective UV-B Exposures in understories of forest canopies: potential impacts of climate change. 2004. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/228700474>.

Temperli C., Veblen T., Hart S., Kulkowski D., Tepley A. Interactions among spruce beetle disturbance, climate change and forest dynamics captured by a forest landscape model. *Ecosphere*, 2015, vol. 6 (11). <https://doi.org/10.1890/ES15-00394.1>

Kullman L. A Review and Analysis of Factual Change on the Max Rise of the Swedish Scandes Treeline, in Relation to Climate Change over the Past 100 Years. *Journal of Ecology & Natural Resources*. 2018, vol. 2, Iss. 6. <https://doi.org/10.23880/jenr-16000150>

Janouseka, W.M. Hickeb J.A., Meddens A.J.H., Dreitza V.J. The effects of mountain pine beetle outbreaks on avian communities in lodgepole pine forests across the greater Rocky Mountain region. *Forest Ecology and Management*, 2019, vol. 444. p. 374-381.

Kulha N., Pasanen, L. Holmstrom L., De Grandpre L., Gauthier S., Kuuluvainen T., Aakala T. The structure of boreal old-growth forests changes at multiple spatial scales over decades. *Landscape Ecology*. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00979-w>

Lorente M., Gauthier S., Bernier P., Ste-Marie C. Tracking forest changes: Canadian Forest Service indicators of climate change. *Climatic Change*, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2154-x>

Wagner A.C., Tomback D.F., Resler L.M., Pansing E.R. Whitebark Pine Prevalence and Ecological Function in Treeline Communities of the Greater Yellowstone Ecosystem, U.S.A.: Potential Disruption by White Pine Blister Rust. *Forests*, 2018, vol. 9, p. 635. <https://doi.org/10.3390/f9100635>

***Сизых Александр Петрович***

доктор биологических наук  
ведущий научный сотрудник  
лаборатория биоиндикации экосистем  
Сибирский институт физиологии  
и биохимии растений СО РАН  
Россия, 664003, Иркутск,  
ул. Лермонтова, 132  
e-mail: alexander.sizykh@gmail.com

***Sizykh Alexander Petrovich***

Doctor of Science (Biology)  
Leading Researcher  
Laboratory of Ecosystems Bioindication  
Siberian Institute of Plant Physiology and  
Biochemistry SB RAS  
132, Lermontov st., Irkutsk, 664003,  
Russian Federation  
e-mail: alexander.sizykh@gmail.com

**Коды научных специальностей:** 25.00.23; 25.00.36

**Дата поступления:** 10.05.2021