

## Естественная динамика состава горных лесов северо-западной части Восточного Саяна

### Natural dynamics of the formation composition at the mountain forests of the northwestern part of the Eastern Sayan

Коновалова М. Е., Данилина Д. М., Коновалова А. Е.

Konvalova M. E., Danilina D. M., Konvalova A. E.

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия  
E-mail: markonvalova@mail.ru, dismailova@mail.ru, annkonvalov@mail.ru  
Sukachev Institute of Forest SB RAS – a separate subdivision of the SIF SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

**Реферат.** Выявлена природная динамика состава лесов в Приенисейской части Восточного Саяна с использованием ландшафтной основы и ГИС-технологий. Разнообразие экологических условий, обусловленных сложным рельефом и многообразием экзогенных нарушений, привело к развитию различных растительных сообществ, отличающихся составом, структурой и механизмами устойчивости. С целью идентификации ключевых факторов динамики растительного покрова ландшафтная структура дифференцирована на два высотных ландшафтных пояса, а в их границах на девять групп фаций. Составлена и проанализирована обобщающая схема направленности сукцессионных смен в биогеоценозах масштаба групп фаций двух сопряженных высотно-поясных комплексов типов леса. Восстановление поздне-сукцессионных растительных сообществ происходит главным образом через стадии производных насаждений, сформированных в низкогорном поясе преимущественно лиственными древесными видами, а в среднегорном поясе – лиственными и светлохвойными видами. Наиболее значимым экзогенным фактором естественной восстановительной динамики растительных сообществ является периодическое пирогенное воздействие низкой и средней интенсивности. Роль периодических беглых низовых пожаров для динамики видового состава древостоев не однозначна и проявляется в различных условиях как в ускорении восстановления коренной растительности, так и замедлении и, даже дигрессии лесной растительности.

**Ключевые слова.** Восточный Саян, высотно-поясный комплекс, горные леса, горная тайга, естественная динамика, подтайга.

**Summary.** The natural dynamics of the forest composition in the near Yenisei part of the Eastern Sayan using a landscape framework and GIS technologies has been revealed. The variety of environmental conditions caused by complex topography and a variety of disturbances has led to the development of various plant communities differing in composition, structure and mechanisms of resistance. In order to identify the key factors of vegetation successions, the landscape structure is differentiated into two high-altitude landscape belts, and within their boundaries into nine facies groups. A generalizing scheme of the successional pathways of the facies group scale of two conjugate high-altitude belt complexes of forest types has been compiled and analyzed. The restoration of late-successional plant communities occurs mainly through the long-derivative stands formed in the low-mountain belt mainly by deciduous tree species, and in the middle mountain belt by deciduous and light coniferous species. The most significant exogenous factor of the succession of plant communities is periodic pyrogenic effects of low and medium intensity. The role of surface fires for the stands species composition dynamics is not unambiguous and manifests itself in various conditions both in accelerating the restoration of indigenous vegetation and slowing down and even digression of forest vegetation.

**Key words.** Altitudinal belts, Eastern Sayan, mountain forests, mountain taiga, subtaiga, natural dynamics.

**Введение.** Масштабное изучение разнообразия лесной растительности Восточного Саяна проведено в XX в (Ревердатто, 1931; Куминова, 1971; Типы лесов..., 1980; Власенко, 2003; Ермаков, 2003; Дробушевская, Назимова, 2006 и другие). Вместе с тем, под воздействием природно-антропогенных факторов горные леса юга Сибири претерпевают существенные изменения особенно в последние десятилетия и актуальным становится изучение их структуры, вариантов сукцессионных смен, естественной динамики коренных и производных лесов. Вместе с тем, структура горных лесов в северо-западной

части Восточного Саяна формируется под влиянием мозаики лесорастительных условий локальных местобитаний, детерминированных сильно расчлененным рельефом, и проявлением сукцессионных смен растительности, вызванных различными экзогенными факторами (ветровалы, пожары, эпифитотии и рубки). Изучение динамики состава лесов на фоне широкого спектра ландшафтно-экологических условий является ключом к пониманию устойчивости и функционирования горных лесных экосистем.

Целью исследования стало выявление наиболее вероятных направлений сукцессионного развития горных лесов в Приенисейской части Восточного Саяна.

**Материалы и методы.** Согласно лесорастительному районированию гор Южной Сибири (Типы лесов..., 1980), район исследований относится к Манско-Канскому округу горно-таежных и подгольцово-таежных горных лесов (низкогорная часть), который входит в Восточносаянскую горную лесорастительную провинцию кедровых лесов, Алтае-Саянской горной-лесорастительной области. В низкогорной части изучаемой территории распространен высотно-поясный комплекс (ВПК) светлохвойно-мелколиственных лесов, выше распространён пояс темнохвойной горной тайги. Рельеф наиболее расчленён, на крутых склонах, на вершинах и высоких гривах, где на поверхность выходят плотные горные породы, формируются литоземы дерновые, перегнойные, изредка торфяные почвы. Встречаются дерновые лесные, иногда оподзоленные в различной степени, в сочетании с серыми и дерново-подзолистыми почвами. В горно-таежном ВПК распространены буроземы грубогумусовые, подзолистые и дерново-подзолистые, в логах и на вогнутых элементах рельефа наблюдается процесс оглеения почв (Горбачев, 1978).

Геоботанические и лесоводственные описания горных лесов проводились маршрутно-полевым методом с использованием стандартных методик и закладкой топо-экологических профилей (Сукачев, Зонн, 1961). Описания сопровождалась краткой характеристикой топологических и экологических особенностей местообитаний. Названия таксонов высших сосудистых растений приведены по сводке С. К. Черепанова (1995). Обработка геоботанических данных проведена методом табличной обработки с использованием программ MS Excel-1997. Связь состава растительности и признаков рельефа оценена ранее методами информационного анализа (Коновалова и др., 2015).

В качестве дополнительного анализируемого материала использовалась база данных ГИС «Ландшафтно-типологической структуры «заповедника Столбы», основанная на материалах лесоустройства 2007 г., проведенного по первому разряду лесоустройства, включающая описания 4582 таксационных выделов, а также данные об истории лесопользования, таксационные материалы Мининского и Красноярского лесничеств Красноярского края.

С целью идентификации ключевых факторов динамики растительного покрова ландшафтная структура национального парка дифференцирована на двух иерархических уровнях: высотные ландшафтные пояса и группы фаций.

Высотные ландшафтные пояса различаются из-за влияния рельефа на климатические факторы, влияющие на доминирование различных видов в лесном покрове. В среднегорном поясе в составе коренных лесных сообществ доминируют темнохвойные древесные виды – пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), ель (*Picea obovata* Ledeb.), кедр (*Pinus sibirica* Du Tour.). В низкогорном поясе господствуют светлохвойно-мелколиственные травяные леса, образованные сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.), березой (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.) и осинкой (*Populus tremula* L.).

Поскольку в горной местности легко идентифицируемым признаком комплекса факторов, определяющих направленность сукцессионных смен, является рельеф, для анализа ландшафтно-экологической приуроченности пирогенных динамических рядов развития растительности использованы признаки: положение в рельефе, сходство комплекса геоморфологических, микроклиматических особенностей местообитаний, характеристика условно-коренных растительных сообществ и особенности режима экзогенных нарушений. Выявленные при этом природные территориальные комплексы – группы фаций, соответствуют группам типов лесорастительных условий, границы которых совпадают с границами выделов, проводимых при первом разряде лесоустройства. Условно-коренные и производные типы леса, приуроченные к сходным группам фаций, были объединены в ряды восстановительно-возрастной динамики лесов.

Естественная динамика состава горных лесов в границах двух высотных поясов проанализирована по стандартной методике построения пространственно-временных рядов (Колесников и др., 1974; и др.), дополненной авторскими разработками (Назимова и др., 2007).

**Результаты и обсуждения.** В растительном покрове подтаежного ВПК северо-западной части Восточного Саяна преобладают гемибореальные светлохвойные травяные леса. Они представлены сосновыми (*Pinus sylvestris* L., местами с *Larix sibirica* Ledeb.), березово-сосновыми (*Pinus sylvestris*, *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.), березовыми лесами (*Betula pendula*, *Betula pubescens*) орляково-разнотравными, разнотравно-орляковыми, вейниково-разнотравными, вейниково-орляковыми (с *Calamagrostis arundinacea*), осочково-разнотравными типами леса.

Подлесок многовидовой, с разной степенью развития в данных типах леса представлен: *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Sorbus sibirica* Hedl, *Viburnum opulus* L., *Padus avium* Mill., *Salix caprea* L., *Sambucus racemosa* L., *Swida alba* (L.) Opiz. Во втором подъярусе подлеска отмечаются: *Rubus idaeus* L., *Rosa acicularis* Lindl. и *Rosa majalis* Herrm., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Spiraea media* Schmidt, *Ribes rubrum* L., *Daphne mezereum* L. В травяном ярусе доминирующую роль играют виды лугово-лесного разнотравья и злаков, с участием видов лугово-лесного крупнотравья. Моховой покров не развит, с незначительным обилием встречаются типичные таежные зеленые мхи, а также абиетинелла пихтовая (*Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch.), плагиомниум остроконечный (*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. J. Кор.), родобриум розовый (*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr.).

Еловые леса (*Picea obovata* Ledeb.) приурочены к влажным долинам рек. Они представлены травяными ельниками с доминированием крапивы пикульниковолистной (*Urtica galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz), хвощей, вейника тупоколоскового (*Calamagrostis obtusata* Trin.), с участием кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella* L.), лабазника и зеленых мхов. Подлесок в ельниках хорошо развит и представлен *Rubus idaeus*, *Padus avium*, *Ribes nigrum* L., *Swida alba*, *Ribes rubrum*, *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar.

Пояс горно-таежных лесов с элементами черневой тайги (экотон между подтаежным и горно-таежным ВПК) распространен на абсолютных высотах от 400 до 500 м. Здесь преобладают пихтовые леса (*Abies sibirica* Ledeb.) со спелыми высокополнотными древостоями III класса бонитета, с небольшой примесью ели, кедра, сосны и лиственницы. Фоновой серией типов леса для таежного пояса является вейниково-крупнотравная. Часто встречаются такие типы леса как пихтарники и осинники вейниково-крупнотравные, вейниково-разнотравные, вейниково-зеленомошные, а также пихтарники чернично-зеленомошные.

Подлесок более разреженный, образован *Sorbus sibirica*, *Ribes rubrum*, *Rubus idaeus*, *Spiraea media*, с участием бузины *Sambucus racemosa*, *Daphne mezereum*. В травяном покрове доминирует *Calamagrostis obtusata* Trin., с участием видов таежного мелкотравья (*Oxalis acetosella* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Linnaea borealis* L.) и крупнотравья (*Lathyrus gmelinii* Fritsch, *Veratrum lobelianum* Bernh., *Aconitum septentrionale* Koelle), *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs и других. В моховом ярусе отмечены: *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. и другие с разной степенью обилия.

В границах двух высотных поясов выявлены различные стадии восстановительно-возрастной динамики после различного рода нарушений: ветровалы, пожары и рубки, проводимые до 1920-х гг. согласно данным по истории лесопользования. Характер отклика растительности на экзогенные нарушения зависит от структуры растительных сообществ и их ландшафтно-экологической приуроченности (Фуряев, 1996; Ишутин, Фокин, 1999; Назимова и др., 2007; Коновалова, Дробушевская, 2013).

В целом, все разнообразие вариантов восстановительной динамики подтаежных светлохвойных и горно-таежных лесов в границах модельных полигонов северо-западной части Восточного Саяна можно объединить в четыре направления: восстановление условно-коренных сообществ без смены древесных видов, со сменой древесных видов, формирование устойчиво-производных сообществ, дигрессия лесных сообществ (рис. 1). Реализация того или иного направления развития происходит в границах конкретных ландшафтно-экологических условий в зависимости от вида, интенсивности и масштаба воздействия экзогенного фактора, приводящего к инициации вторичной сукцессии, а также наличия или отсутствия повторных экзогенных воздействий, но в целом имеет следующие закономерности.

Формирование условно-коренных сообществ без смены древесных видов происходит в светлохвойном низкогорном поясе на фоне периодического воздействия беглых низовых пожаров при развитии пирогенного субклимакса сосняков с лиственницей разнотравно-осочковых на выпуклых водоразделах и пирогенного субклимакса сосняков с лиственницей спирейно-осочковых на верхней и средней части покатых склонов световой экспозиции. Также в светлохвойном низкогорном поясе,

но в условиях отсутствия пирогенного фактора на первой фазе зарастания на верхних частях склонов теневой экспозиции происходит восстановление сосняков чернично-зеленомошных и лиственничников травяно-зеленомошных, осочково-зеленомошных. В темнохвойном среднегорном поясе в поймах рек происходит коротко-производная восстановительная динамика еловых и елово-пихтовых лесов с кедром сибирским травяно-зеленомошных.

Формирование условно-коренных сообществ со сменой пород происходит в светлохвойном низкогорном поясе в условиях отсутствия пирогенного фактора при восстановлении сосняков и лиственничников зеленомошно-осочково-разнотравных через стадию березняков разнотравно-осочковых на вогнутых, средних и нижних частях склонов теневой экспозиции и еловых и елово-пихтовых лесов вейниково-крупнотравных через стадию березняков кустарничково-крупнотравных в поймах рек. Также в светлохвойном низкогорном поясе, но на фоне периодического воздействия беглых низовых пожаров в полубессточных приводораздельных понижениях и на нижних частях склонов световой экспозиции восстановление сосняков осочково-крупнотравных идет через стадию осинников крупнотравных и осочково-крупнотравных, а на плакорных и приводораздельных участках происходит восстановление сосняков с лиственницей разнотравно-орляковых через стадию осинников разнотравно-орляковых. В темнохвойном среднегорном поясе в условиях отсутствия пирогенного фактора на выпуклых водоразделах и склонах световой экспозиции происходит восстановление пихтарников с елью и кедром сибирским кустарничково-зеленомошные через стадию светлохвойно-мелколиственных лесов кустарничково-зеленомошных и на плоских водоразделах и склонах теневой экспозиции происходит восстановление кедровников и пихтарников злаково-крупнотравных, крупнотравно-вейниковых через стадию осинников осочково-крупнотравных.

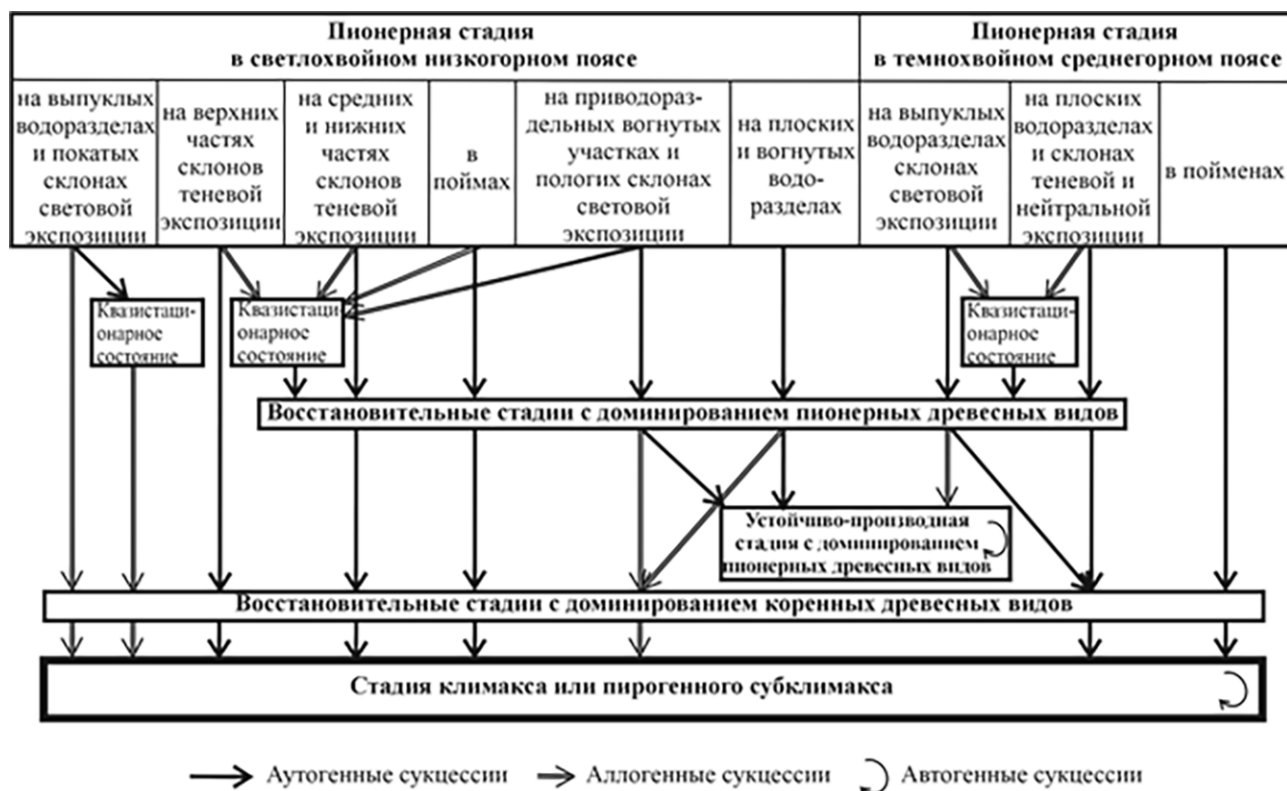


Рис. 1. Схема вариантов восстановительной динамики низкогорных и среднегорных лесов северо-западной части Восточного Саяна.

Формирование устойчиво-производных насаждений происходит в светлохвойном низкогорном поясе в условиях отсутствия пирогенного фактора на нижних частях склонов световой и нейтральной экспозиции – устойчиво-производные осинники крупнотравные в полубессточных приводораздельных понижениях, а также на плакорных и аккумулятивно-элювиальных приводораздельных местоположениях – устойчиво-производные осинники разнотравно-орляковые. В темнохвойном сред-

негорном поясе на выпуклых водоразделах склонах световой экспозиции формируются сосняки бруснично-осочковые и чернично-осочковые на фоне периодического воздействия беглых низовых пожаров.

Дигрессия лесных экосистем в условиях отсутствия периодического воздействия пирогенного фактора наблюдается в светлохвойном низкогорном поясе на выпуклых водоразделах, на верхней и средней части покатых склонов световой экспозиции с образованием зарослей кустарников (*Caragana arborescens* Lam., *Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea chamaedryfolia* с единичными березами). На фоне воздействия беглых низовых пожаров на первой фазе зарастания нарушенных мест обитаний в светлохвойном низкогорном поясе формируются луговые сообщества (вейниково-орляковые с разнотравьем и другими злаками) на верхних частях склонов теневой экспозиции, на вогнутых, средних и нижних частях склонов теневой экспозиции, в полубессточных приводораздельных понижениях и на нижних частях склонов световой и нейтральной экспозиции или образуются кустарниковые заросли (ива и черемуха с крупнотравьем) в поймах рек. В темнохвойном среднегорном поясе на фоне воздействия редких беглых низовых пожаров на первой фазе зарастания нарушенных мест обитаний формируются вейниковые травяные сообщества на выпуклых водоразделах склонах световой экспозиции и крупнотравные луговые сообщества на плоских водоразделах и склонах теневой и нейтральной экспозиции.

**Благодарности.** Работа была выполнена при поддержке проекта «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, физико-химический и ресурсно-технологический аспекты» FWES-2024-0028.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Власенко В. И.** Структура и динамика лесной растительности заповедных территорий Алтае-Саянской горной страны. – М.: МСОП, 2003. – 484 с.
- Горбачев В. Н.** Почвы Восточного Саяна. – М.: Наука, 1978. – 200 с.
- Дробушевская О. В., Назимова Д. И.** Лесотипологическая структура и биоразнообразие низкогорной светлохвойной подтайги Приенисейской части Саяна // Лесоведение, 2006. – № 6. – С. 20–26.
- Ермаков Н. Б.** Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Гемибореальные леса. Классификация и ординация. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 232 с.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В.** Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 144 с.
- Ишутин Я. Н., Фокин А. С.** Начальная стадия лесовосстановления гарей // Бот. исслед. Сибири и Казахстана. – Барнаул: АГУ, 1999. – Вып. 5. – С. 110–111.
- Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П.** Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. – 176 с.
- Коновалова М. Е., Кофман Г. Б., Коновалова А. Е.** Сопряженность признаков рельефа и типов леса в горных условиях // География и природные ресурсы, 2015. – № 2. – С. 177–182.
- Коновалова М. Е., Дробушевская О. В.** Послепожарная динамика гумидной подтайги низкогорий Восточного Саяна // Сибирский экологический журнал, 2013. – № 5. – С. 623–632.
- Куминова А. В.** Основные итоги изучения растительного покрова правобережья Енисея // Растительность правобережья Енисея. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1971. – С. 3–20.
- Назимова Д. И., Кофман Г. Б., Коновалова М. Е.** Дифференциация восстановительно-возрастных рядов // Лесоведение, 2007. – № 6. – С. 1–8.
- Ревердатто В. В.** Растительность Сибири (опыт дробного районирования) // Ест.-истор. услов. с.-х. произв. Сибири. – Новосибирск: Сибкрайиздат, 1931. – Ч. 3. – 172 с.
- Типы лесов гор Южной Сибири.* – Новосибирск: Наука, 1980. – 336 с.
- Фуряев В. В.** Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск: Наука, 1996. – 252 с.
- Черепанов С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 990 с.