

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 581.524.43+630*182.22

ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ
В ПЕРГУМИДНОМ КЛИМАТЕ ЗАПАДНОГО САЯНА
(ЕРМАКОВСКИЙ СТАЦИОНАР ИНСТИТУТА ЛЕСА
ИМ. В. Н. СУКАЧЕВА СО РАН)

© 2015 г. Д. И. Назимова¹, М. Е. Коновалова¹, Д. М. Данилина¹,
Е. И. Пономарев¹, Н. Ю. Сташкевич¹, С. Д. Бабой²

¹ Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

² Филиал ФБУ Рослесозащита, Центр защиты леса Красноярского края
660036, Красноярск, Академгородок, 50а/2

E-mail: inpol@mail.ru; markonovalova@mail.ru; dismailova@mail.ru;
evg@ksc.krasn.ru; nstashkevich@wwf.ru; bichek@gmail.com

Поступила в редакцию 5.03.2015 г.

Представлены результаты исследований биоразнообразия и долговременной динамики лесных сообществ с доминированием кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour и пихты *Abies sibirica* L., полученные в 2000–2014 гг. на объектах Ермаковского стационара (Западный Саян: 53°17′–52°28′ с. ш., 92°49′–93°20′ в. д.), служащего модельным полигоном для исследований горных темнохвойных экосистем уже на протяжении более 50 лет. Данные дистанционного зондирования подтверждают дифференциацию ландшафтов на высотно-поясные комплексы (ВПК), свойственные наветренным макросклонам Западного и Восточного Саяна: черневой кедрово-пихтовый (*Pinus sibirica*, *Abies sibirica*, *Populus tremula*), горно-таежный пихтовый (*Abies sibirica*), избыточно влажный и субальпийский пихтово-кедровый (*Pinus sibirica*, *Abies sibirica*) и сосново-лиственненую подтайгу (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L.), выделенные ранее традиционными методами. Уточнено положение горного полигона-трансекта изучаемой территории в системе природного районирования Алтае-Саянской горной области, принадлежность его к барьерно-дождевым горным ландшафтам Южной Сибири с пергумидным климатом. Рассмотрены начальные фазы лесных сукцессий по всем ВПК с особым вниманием к возобновлению кедра, которое остается неудовлетворительным на протяжении более 50 лет и говорит о неустойчивых позициях кедра во всех ВПК из-за высокой общей влажности и мощного развития трав. Для зоны оптимального роста и продуктивности кедра, совпадающей с черневым поясом (350–850 м над ур. м.), прослежена динамика структуры коренных и производных насаждений на ряде постоянных пробных площадей по данным картирования древостоя, подлеска и травяного покрова в масштабе 1 : 100 за 45 лет. Показано, что видовой состав на опытных участках черневых пихтово-кедровых и производных насаждений остается неизменным, тогда как элементы мозаики (синузии) травяного покрова, их соотношение на площади заметно варьируют, влияя на размещение и ход возобновления подроста. Хвойные пихтово-кедровые экосистемы, называемые «черневыми лесами», по своим природным особенностям соответствуют статусу охраняемых объектов в силу их уникальности и девственного характера. Здесь располагаются участки генетических резерватов кедра сибирского.

Ключевые слова: барьерно-дождевые ландшафты, высотно-поясные комплексы, горные пихтово-кедровые леса, фитоценотическая структура, сукцессии, возобновление.

DOI: 10.15372/SJFS20150401

ВВЕДЕНИЕ

С 1960 г. на Ермаковском стационаре Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (ИЛ СО РАН) специалистами различных направлений на эколого-географической основе ведутся исследования разнообразия и долговременной динамики коренных кедровников, пихтарников и производных от них насаждений. Комплексные лесоводственно-экологические исследования охватывают высотный профиль от подтаежных лесов до подгольцово-субальпийских редколесий (от 350–500 до 1300–1500 м над ур. м.), в пределах которого репрезентативно представлены четыре высотно-поясных комплекса (ВПК) типов леса. Этот спектр ВПК в полной мере характеризует наветренные склоны Алтае-Саянской горной области с пергумидным (избыточно влажным) климатом (показатель относительной потенциальной эвапотранспирации по Холдриджу (Holdridge, 1967) менее 0.3). Кроме того, он включает уникальные, свойственные только барьерно-дождевым ландшафтам гор виды и сообщества, представляющие особый интерес для изучения их биоразнообразия и динамики.

В ходе предшествующих исследований в 1970–2000 гг. территория была охвачена наземным лесоустройством, проведенным под руководством специалистов ИЛ СО РАН, с использованием лесоводственно-типологических материалов и схем типов леса, разработанных для данного региона. В итоге к 2004 г. созданы база данных и геоинформационная система (ГИС) на всю территорию Танзыбейского горного лесничества (148 тыс. га), что позволяет изучать закономерности пространственно-структурной организации лесного покрова в горах, используя принципиально новый уровень знаний о территории.

Цель данной статьи – представить часть результатов комплексных исследований, полученных в последние 15 лет по следующим направлениям работ:

1) использование спутниковой информации для классификации горных экосистем и уточнения границ и параметров выделения ВПК;

2) изучение биоразнообразия горных лесов на видовом и экосистемном уровнях;

3) исследование роли фитоценологических факторов в формировании кедровых лесов на

горном профиле и на постоянных объектах в черневом поясе;

4) формирование подходов к сохранению биоразнообразия и многоцелевому природопользованию.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Использование спутниковой информации для классификации горных экосистем и выделения ВПК. Спутниковая съемка широко используется для проведения обзорного картографирования, мониторинга и изучения динамики экосистем. В наших исследованиях использованы материалы банка данных спутниковых изображений (в первую очередь съемки NOAA/AVHRR, TERRA/Modis, SPOT Vegetation), сформированного и пополняющегося в Институте леса СО РАН в течение почти 20 лет (1996–2014 гг.). Как показано в ходе исследований ранее (Назимова и др., 2004; Пономарев и др., 2010, 2011), использование спутниковой информации дает положительные результаты при районировании, классификации и мониторинге лесных экосистем на обширных и труднодоступных пространствах горной территории. Разноsezонная многоспектральная съемка низкого пространственного разрешения (250, 500 и 1000 м) позволяет оперативно и с достаточной степенью надежности выделять ареал горных темнохвойных лесов гумидных провинций Алтае-Саянского экорегиона. Для валидации результатов обработки дистанционных данных использовали материалы наземных исследований полигона Ермаковского стационара на территории Танзыбейского лесничества.

По структуре поясности на макросклонах Алтае-Саянского экорегиона в 1980-х гг. выделена избыточно влажная группа округов (Поликарпов и др., 1986), к которой принадлежит вся территория Танзыбейского и ряда других горных лесничеств Саян. Эта группа резко отличается от других, лежащих в «дождевой тени» хребтов Саян и Кузнецкого Алатау. Горные темнохвойные леса этой группы с их специфическим типологическим составом, структурой и динамикой принадлежат к пергумидной (избыточно влажной) географо-климатической фации (рис. 1).

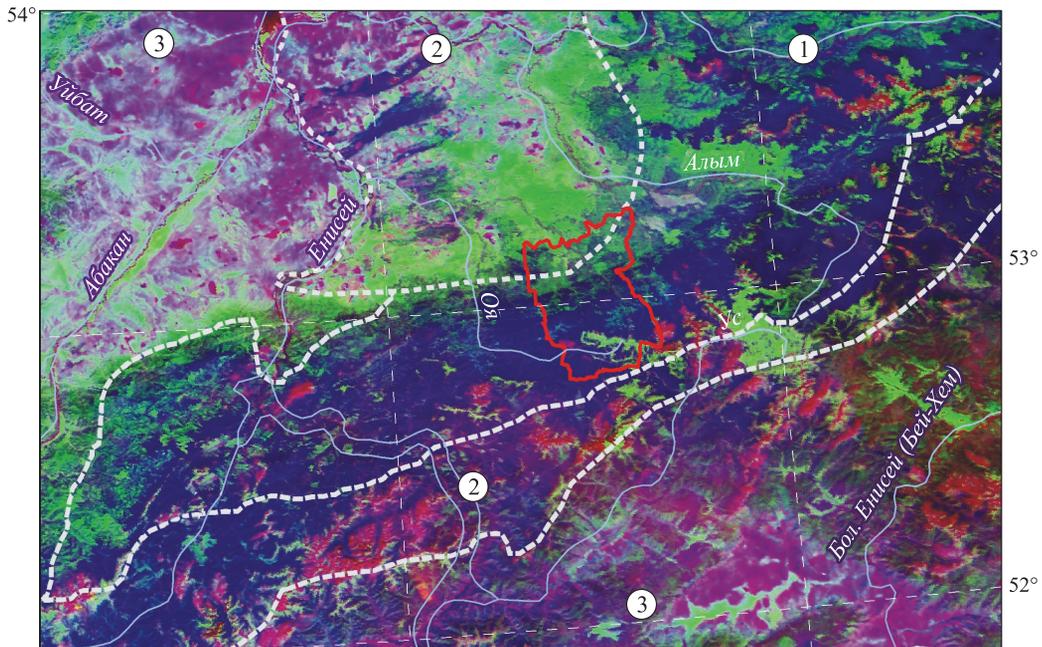


Рис. 1. Положение ключевого участка Ермаковского полигона (граница показана красным цветом) в системе районирования Алтае-Саянского экорегиона на фоне съемки TERRA/Modis. Географо-климатические фации (по: Поликарпов и др., 1986): 1 – циклоническая избыточно влажная (пергумидная); 2 – циклоническая влажная (гумидная); 3 – антициклоническая умеренно влажная (семигумидная).

Соответствующая категория природных ландшафтов, названных барьерно-дождевыми, впервые выделена на территории Сибири А. Г. Исаченко (Исаченко, Шляпников, 1989), а затем ее самостоятельность подтверждена и другими авторами (Hytteborn et al., 2005; Krestov et al., 2010). Диагностическим признаком для барьерно-дождевых ландшафтов (boreal rainforests) юга Сибири служит господство темнохвойных влажных и избыточно влажных пихтовых и пихтово-кедровых лесов от подножий наветренных макросклонов горной области (350–400 м над ур. м.) до верхней границы леса (1300–1500 м над ур. м.), выше которой развит пояс субальпийских редколесий с кедром и пихтой. Весь спектр ВПК характеризуется особым составом типов леса, высокой активностью и разнообразием крупных папоротников (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth s. lat., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н. Р. Fuchs, *D. filix-mas* (L.) Schott, *D. expansa* (C. Presl) Fraser-Jenk. & Jermy, *D. dilatata* (Hoffm.) A. Gray), лугово-лесного крупнотравья (*Aconitum septentrionale* Koelle, *Crepis sibirica* L., *Cirsium helenioides* (L.) Hill, *Heracleum dissectum* Ledeb., *Angelica sylvestris* L.), бореонеморальных и немораль-

ных видов трав (*Milium effusum* L., *Brunnera sibirica* Steven, *Anemone baicalensis* (Turcz. ex Ledeb.) Starod.), мхов (*Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout, *Eurhynchium angustirete* (Broth.) T. J. Kop., *Thamnobryum neckeroides* (Hook.) E. Lawton и др.) и лишайников (*Sticta limbata* (Sm.) Ach., *Sticta wrightii* Tuck., *Lobaria retigera* (Bory) Trevis, *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale, *Parmelina quercina* (Willd.) Hale и др.) при ограниченном участии бореальных кустарничков и трав (*Vaccinium myrtillus* L., *Linnaea borealis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Trientalis europaea* L.), типичных для сибирской горной тайги.

Спутниковые съемки и результаты их тематической обработки как дополнительные информационные слои способствуют повышению эффективности решения задачи картографирования и мониторинга лесных экосистем в горных условиях, обобщению и генерализации результатов наземных обследований. Сопряженный анализ композитных спутниковых снимков и карт растительного покрова позволил сделать вывод, что использование имеющихся дистанционных данных для обзорного картографирования не только возможно, но даже предпочтительно в силу

генерализации характеристик высотных биоклиматических поясов, проявляющейся на данных радиометрической съемки. При этом наряду с информацией в «вегетационных» каналах (длины волн 0.620–0.670 и 0.841–0.876 мкм) (Кравцова, Уваров, 2001) дополнительный пул информации содержится в данных теплового диапазона (рабочие диапазоны длин волн 10.780–11.280 и 11.770–12.270 мкм).

На исследуемых территориях в разные сезоны съемки зафиксированы значительные различия температурного фона, зависящие в том числе от абсолютной высоты территории и от спектральных характеристик подстилающей поверхности. Так, на профиле длиной 50 км, выбранном по направлению градиента высоты местности, температура подстилающей поверхности варьирует в летний период съемки не более чем на $(5.1 \pm 0.8)^\circ\text{C}$, а весной разность абсолютных значений может достигать $(20.5 \pm 4.8)^\circ\text{C}$. Соответственно температурный градиент вдоль профиля может варьировать в зависимости от сезона съемки от 0.1 до $0.5^\circ\text{C}/\text{км}$, различаясь в 5 раз. Однако при такой степени варьирования по сезонам температурные отличия как дополнительный признак при классификации сохраняются.

Наиболее сложная задача при построении карт в силу нарушенности лесов – выделение и отображение границы между черневыми лесами и подтайгой. Тем не менее в определенные периоды сезона вегетации она хорошо идентифицируется на мультиспектральных композитных изображениях (Назимова и др., 2004). Это граница нижнего предела устойчивого существования кедрово-пихтовых черневых лесов, отделяющая область их потенциально-произрастания в низкогорьях на переходе к котловине.

Перспективными задачами на ближайшее будущее являются разработка методик составления разномасштабных карт лесных и нелесных территорий с использованием созданного информационного ресурса и организация геоинформационной платформы мониторинга состояния горных лесов наземными и дистанционными методами.

2. Изучение биоразнообразия горных лесов на видовом и экосистемном уровнях. В работах по данному направлению использовали стандартные методы: маршрутные и стационарные исследования, геоботаниче-

ские описания пробных площадей (ПП), флористические сборы, закладку постоянных и временных лесоводственно-таксационных площадей (Полевая геоботаника, 1964; Сукачев и др., 1957; Дылис, 1974; Назимова, Ермоленко, 1980; Исмаилова, Назимова, 2009). На локальном уровне исследования привлекали повторное картирование горизонтальной и вертикальной фитоценологических структур коренных и производных биогеоценозов на постоянных площадях, заложенных в 1966–1967 гг. и позже. В различные сезоны вегетации ведутся учеты состава и обилия видов по элементам горизонтальной структуры биогеоценозов, оценка возобновления, пополнение базы данных геоботанических описаний. При создании ГИС на территорию Танзыбейского лесничества (148 тыс. га, более 3 тыс. выделов) в 2010–2012 гг. использовали лесоуправляющую информацию 1970 г. по ключевым участкам (1-й и 2-й разряды) при основном 3-м разряде проведения лесоинвентаризационных работ. В базу данных включены также поведельные характеристики лесов за 1995 г. лесоустройства, имеющиеся для части территории лесничества (Исмаилова и др., 2011; Бабой и др., 2014).

С 2000 по 2014 г. пополнена база данных по эколого-фитоценологическому разнообразию сосняков, осинников и березняков (190 ПП) на профиле от Кулумысского хребта до Минусинского бора. Сложная мозаика типов леса отражает эколого-топологические, сукцессионные и высотно-поясные закономерности пространственной организации растительного покрова (Назимова и др., 2012a; Бочарников, 2015).

Проведены исследования почв в основных типах биогеоценозов, представленных на горном профиле через хр. Кулумыс от субальпийских высокогорий до Минусинских ленточных боров в разных ВПК, в том числе на восьми постоянных ПП. В базе данных уточнены названия почв с учетом новых критериев классификации и диагностики почв России (Классификация..., 2004). Выявлен высотный ряд типов почв от высокогорных подбуров альфегумусовых и иллювиально-железистых, среднегорных оподзоленных и неоподзоленных буроземов до дерново-подзолистых и серых лесных почв в низкогорьях. Работы выполнены вместе со специалистами Почвенного института им. В. В. Докучаева (Белоусова, На-

зимова, 2006). Для выявления экологической и ценотической структуры лесного покрова применили анализ геоботанических описаний с помощью методов ординации по Раменскому и ДСА-ординации (Бочарников и др., 2013; Бочарников, 2015; Hill, Gauch, 1980).

На современном этапе исследований био-разнообразия лесных сообществ, проводимых совместно с ботаниками и энтомологами Сибирского федерального университета (СФУ), уточнено понятие барьерно-дождевых лесных экосистем в избыточно влажной климатической фации (см. рис.1) горных лесов Западного Саяна (Nazimova et al., 2014). Оно вошло в классификацию хвойных бореальных лесов гор Евразии (Krestov et al., 2010). Их распространение подтверждено данными дистанционного зондирования (Назимова и др., 2004; Пономарев и др., 2011) и существенно уточняет географию ландшафтов «барьерного подножия» Алтае-Саянской горной области, выделяемых на наветренных склонах Западного и Восточного Саян (Ландшафтная карта СССР, 1988).

Комплексное изучение разнообразия основных компонентов сообществ черневых лесов проводилось на видовом (разнообразии высших сосудистых растений, мхов, лишайников, грибов и насекомых) и экосистемном уровнях (сообщества, серии типов леса и пр.).

Для высших сосудистых растений травяного покрова горно-черневых лесов определена принадлежность к эколого-ценотическим группам (ЭЦГ), которые играют важную диагностическую роль в оценке режимов увлажнения и богатства местообитаний. Наиболее распространенными и фитоценотически значимыми в лесах являются ЭЦГ крупных лесных папоротников, лугово-лесного крупнотравья, теневых трав, таежного мелкотравья, неморального широколиственного травяно-болотных видов, лугового и лугово-лесного разнотравья и злаков (Назимова и др., 2012a). Общее число видов сосудистых растений в черневом поясе 544, и 18 % из них – неморальные виды. В пихтово-кедровых старовозрастных лесах они образуют наиболее плотные ценопопуляции и хорошо выраженные синузии в нижних подъярусах сообществ.

Спецификой флористического состава черневых лесов является группа неморальных видов трав, а также мхов и лишайников при

ограниченной роли обычных таежных видов кустарничков и мхов (*Vaccinium myrtillus*, *Linnaea borealis*, *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *R. squarrosus* (Hedw.) Warnst., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Mnium* sp., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), что резко отличает крупнотравно-папоротниковые черневые леса от типичной зеленомошной темнохвойной тайги Сибири.

Черневые пихтово-кедровые леса классифицируются как субнеморальные (или гемибореальные) экосистемы на границе между бореальными горными и прохладно-умеренными смешанными хвойно-широколиственными лесами. Для них характерны серии типов леса *Subnemorosa*, *Pteridiosa*, *Dryopteridosa*, *Magnoherbosa*, присутствие пихты в древостое и периодические смены поколений кедра и пихты в ходе возрастных смен.

3. Роль фитоценологических факторов в формировании хвойных лесов. Изучение лесообразовательного процесса в коренных и производных биогеоценозах на начальных этапах появления и развития новых поколений кедра и пихты выявило важную роль фитоценологической структуры в пространственной дифференциации численности и состояния подроста кедра. Для сравнительного анализа по типам леса и поясам (ВПК) в качестве исходных материалов использовали результаты современных (2000–2013 гг.) и предшествующих (1960–1980 гг.) комплексных лесоводственно-геоботанических полевых работ, а также массовые данные лесоустройства 1970 и 1995 гг., систематизированные по ВПК. Проанализированы основные закономерности в распределении подроста и молодого поколения кедра по типам леса, группам и сериям типов леса, диагностирующим сходство лесорастительных условий при различных составах древостоя. В каждом из ВПК установлены преобладающие серии типов леса (от 5 до 7), представленные сосновыми, пихтовыми, кедровыми и производными от них смешанными и мелколиственными насаждениями. Основное внимание уделено черневым кедровникам. Их состав варьирует в связи с большей или меньшей примесью пихты или лиственных пород (чаще всего 4К6П–7К3П) при минимальной доле участия по запасу 3 ед. кедра, тогда как чистых кедровых насаждений очень мало. Это вызывает необходимость с особым

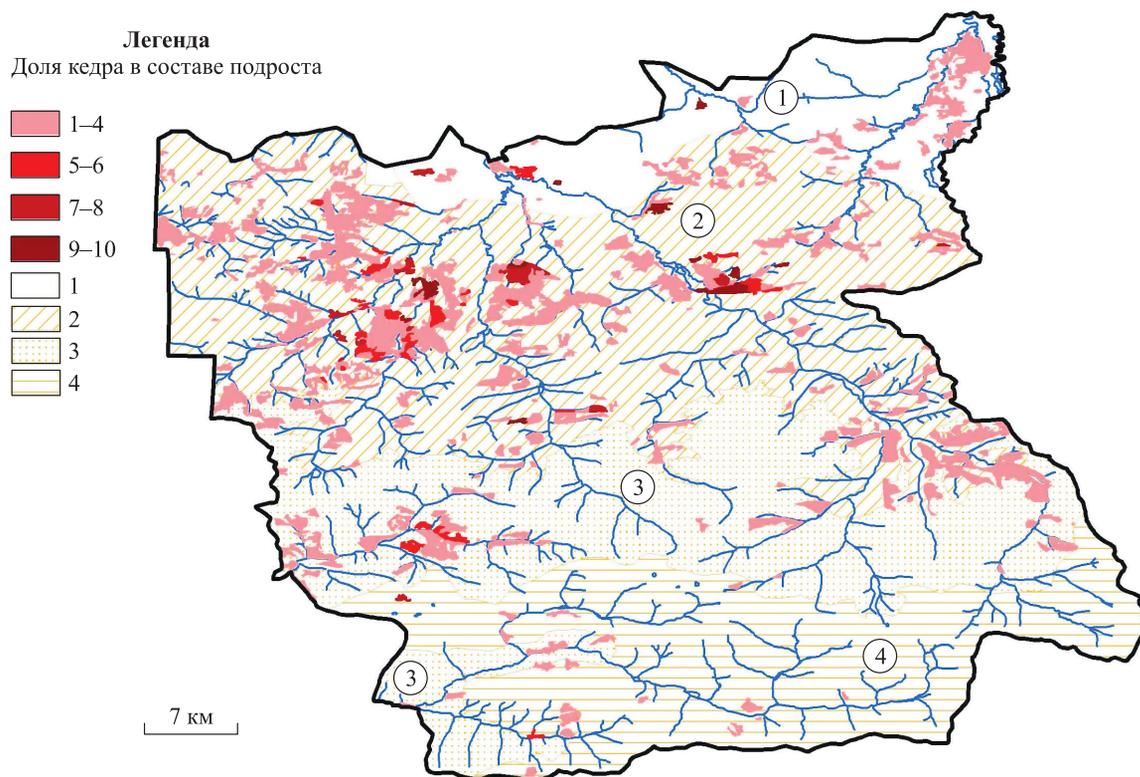


Рис. 2. Участие кедр в составе подроста на территории Танзыбейского участкового лесничества по ВПК: 1 – подтаежный; 2 – черневой; 3 – горно-таежный; 4 – подгольцово-субальпийский.

вниманием отнестись к процессу естественного возобновления леса в черневом поясе, а также сравнить его с другими ВПК.

Закономерности возобновления кедр на горном профиле. Для всего горного профиля от подтайги до горных тундр (300–1500 м над ур. м.) дана оценка возобновления кедр и пихты, участия кедр в составе подроста под пологом леса (рис. 2) и сделаны выводы относительно устойчивости позиций кедр в сравнении с пихтой в данных условиях (Сташкевич, 2014). Кратко результаты сводятся к следующему.

В подтайге возобновление кедр происходит регулярно и довольно успешно в зоне контакта с черневым ВПК благодаря деятельности кедровки *Nucifraga caryocatactes* L. Подрост кедр разного возраста приурочен к наиболее увлажненным местообитаниям (травяно-зеленомошным сериям сосняков, березняков и осинников). Появлению и развитию кедр препятствуют не столько конкурентные отношения с сосной и лиственными породами, сколько регулярные низовые пожары, уничтожающие его подрост. Так, в 2008 г. зафиксировано уничтожение весенним пожаром круп-

ного подроста кедр высотой 1.5–2.5 м под пологом сосняка орляково-крупнотравного на площади более 3 га вблизи поселков Осиновка и Савельевка. Развитый травяной ярус в подтаежных лесах не способствует заносу семян кедр кедровкой и мелкими грызунами, в связи с чем максимально содействуют появлению кедр лесные культуры.

В черневом поясе на протяжении всего периода наблюдений успешному развитию молодого поколения кедр как в коренных, так и в производных лесах и на вырубках препятствует очень мощное развитие трав: крупных папоротников (*Matteuccia struthiopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *Pteridium pinetorum* C. N. Page et R. R. Mill), вейников (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *C. obtusata* Trin.) и крупнотравья (*Aconitum septentrionale*, *Angelica sylvestris*, *Heracleum dissectum*, *Pleurospermum uralense* Hoffm., *Crepis sibirica*, *Delphinium elatum* L.), формирующих повсеместно травяной покров высотой 1–1.5 м (до 2 м в окнах) с проективным покрытием первого подъяруса 80–100 %. Во втором и третьем подъярусах, сложенных синузиями неморального широколиственного и ран-

невесенних эфемероидов, проективное покрытие достигает 60–80 %, высоты 40–60 и 15–20 см соответственно. Таежных видов трав и мхов мало. Повсеместное слабое и неудовлетворительное возобновление кедра в фоновых сериях типов леса на протяжении более 50 лет говорит об уязвимости позиций кедра уже на начальных этапах его восстановления в черневом поясе (Сташкевич и др., 2013).

В горно-таежном пихтовом ВПК, отмеченном максимальным увлажнением (900–1200 мм, до 1500 мм осадков в год), возобновление кедра в условиях общего переувлажнения местообитаний и господства пихты отсутствует (Бабой, Сташкевич, 2011). Одной из причин этого является недостаток семян в силу разреженности и немногочисленности популяции кедра на высотах 850–1300 м. Кроме того, негативную роль здесь играют колонии пищухи или сенокоски (*Ochotona hyperborea* Pallas, *Ochotona alpina* Pallas) и другие мелкие млекопитающие (*Clethrionomys rutilus* Pallas, *Clethrionomys rufocanus* Sundevall, *Apodemus peninsulae* Thomas и др.) (Хлебникова, 1978; Сташкевич, Шишкин, 2014; Виноградов, 2012), которые полностью уничтожают не только естественное возобновление, но и культуры кедра, что показал опыт работы лесничества при посадке саженцев-трехлеток на вырубках в данном ВПК.

В субальпийском поясе, несмотря на преобладание кедра по запасу в составе редколесий и изолированных массивов сомкнутых кедровников на высотах 1300–1500 м, существует риск утраты им своих господствующих позиций в силу очень немногочисленного возобновления и медленного роста в первые десятилетия. Избыток атмосферного и почвенного увлажнения (сумма осадков за год достигает 1400–1550 мм при одновременном снижении сумм температур до 700–750 °С), низкая всхожесть семян, фитоценоотические и погодно-климатические факторы не способствуют устойчивости позиций кедра. Вместе с тем единичные сохранившиеся деревья кедра могут успешно расти в молодом (50–100 лет) возрасте.

Факторами, способствующими сохранению кедра во всех отмеченных неблагоприятных условиях, являются его эколого-биологические особенности: устойчивость к холоду, грибным заболеваниям в сыром климате, тене-

выносливость и нетребовательность к богатству почв, способность расти на каменистых субстратах, долговечность, высокая толерантность к резким колебаниям прямодействующих факторов среды, включая световой и гидротермический режимы экотопов.

Исследования пространственно-временной структуры лесных биогеоценозов на постоянных объектах. На всем горном профиле в бассейнах рек Большой и Малый Кебезь сохраняются постоянные ПП, заложенные в 1960-е гг. В их числе ПП 3 и ПП 5 – коренные кедровники черневые крупнотравно-папоротниковой группы, а также ряд ПП ключевых объектов «Лежневка» и «Китаева гора», разделенных на секции по применению рубок ухода, – производные пихтово-лиственные насаждения той же группы типов леса. Постоянные ПП, заложенные Н. П. Поликарповым, И. В. Семечкиным и П. М. Ермоленко, приобретают все большее значение для мониторинга возрастной и восстановительной динамики лесов (Ермоленко, Овчинникова, 2003; Поляков, 2007).

На этих объектах изучение пространственно-временной изменчивости структуры биогеоценозов и роли фитоценоотических факторов в ходе сукцессий было первоочередной задачей геоботаников, работавших в комплексе с лесоводами.

На протяжении 50 лет прослежена динамика фитоценоотической структуры коренных и производных насаждений и показана зависимость состава и сложения нижних ярусов сообществ от изменений древесного полога (Ismailova, Nazimova, 2010). Особенно велика эдификаторная роль пихтовых био групп в трансформации травяного покрова и временной редукции крупных папоротников под их пологом. В свою очередь, синузильная структура нижних ярусов, прежде всего травяного покрова, и появление крупного валежа, быстро обрастающего мхом, влияют на возобновление и пространственное размещение нового поколения кедра. При этом на начальных стадиях развития кедрового подростка, как правило очень немногочисленного, молодые пихтовые био группы играют положительную роль, подавляя развитие крупнотравья и способствуя разрастанию синузильных таежных трав или широколиственного при ограниченной роли синузильных зеленых мхов (*Rhytidiadelphus*

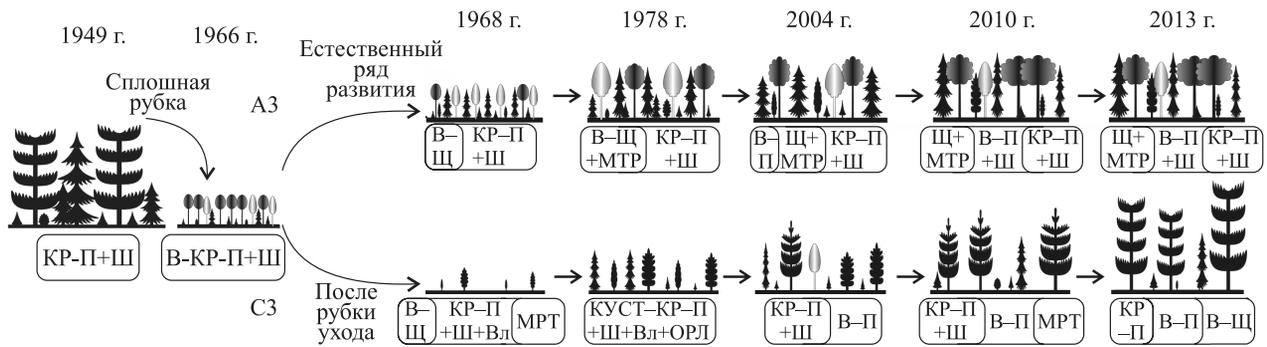


Рис. 3. Восстановительная динамика лесных биогеоценозов после рубок в черневом ВПК (на объекте «Лежневка»). Синузии и микрогруппировки травяного покрова: КР-П – крупнотравно-папоротниковая; КР-П+Ш – крупнотравно-папоротниковая с широколиственным; КР-П+Ш+Вл – крупнотравно-папоротниковая с широколиственным и вейником Лангсдорфа; В-КР-П+Ш – вейниково-крупнотравно-папоротниковая с широколиственным; В-П – вейниково-папоротниковая; В-П+Ш – вейниково-папоротниковая с широколиственным; В-Щ – вейниково-щитовниковая; В-Щ+МТР – вейниково-щитовниковая с мелкотравьем; Щ+МТР – щитовниковая с мелкотравьем; МТР – мелкотравная; КУСТ-КР-П+Ш+Вл+ОРЛ – кустарниково-крупнотравно-папоротниковая с широколиственным, вейником Лангсдорфа и орляком. Древесные породы здесь и далее:

Древесные породы	Онтогенетическое состояние:			
	имматурное	виргинильное	молодое генеративное	зрелое генеративное
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour				
<i>Abies sibirica</i> Ledeb				
<i>Pinus sylvestris</i> L.				
<i>Betula pubescens</i> Ehrh., <i>Betula pendula</i> Roth				
<i>Populus tremula</i> L.				

triquetrus, *R. squarrosus*, *Hylocomium splendens*, *Mnium* sp., *Pleurozium schreberi*). Однако дальнейшая конкуренция со стороны пихты задерживает рост кедра и отодвигает на многие десятилетия, возможно и сотни, лет возвращение кедровников.

На рис. 3 (объект «Лежневка») в форме диаграммы представлена динамика насаждений при восстановительной сукцессии после вырубке низкогорного кедровника крупнотравно-папоротникового в 1949 г. Секция АЗ на ПП «Лежневка» представляет контроль с естественной сукцессионной динамикой, а расположенная рядом в том же типе леса секция СЗ – участок, пройденный двумя приемами рубки ухода за кедром (1966 и 1978 г.). За 50-летний период наблюдений прослежены направление и темпы развития древесного яруса и трансформация нижних ярусов на обеих секциях.

Эксперимент, заложенный в 1966 г. лесоводами, показал, что сплошное удаление конкуренции лиственных пород, пихты и крупного подлеска позволило в короткий срок сформировать высокобонитетный кедровник, в то время как на контроле большая часть кедрового подростка погибла и лишь немногие экземпляры преодолели конкуренцию и вышли в первый ярус (см. таблицу). Аналогичный эксперимент на участке «Китаева гора» с контролем А и двумя секциями С показал, что два приема рубок ухода на обеих секциях достаточны, чтобы кедр из подростка высотой 1.5–2.7 м перешел в генеративное состояние и приобрел высокую оценку жизненности по биометрическим показателям деревьев, в частности по степени развития крон (рис. 4).

На рис. 3 отражены также изменения синузиальной структуры травяного покрова, которая трансформируется вслед за динамикой

Основные таксационные характеристики древостоев в производных насаждениях черневого пояса на постоянных ПП ключевого участка «Лежневка» по годам учета

Год	Состав	Густота, экз./га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Запас, м ³ /га
ПП А3						
1966	4П3Ос3Б+К	3000–4000	–	–	–	–
1968	4П4Б2Ос+К	2756	8.2	7.4	0.7	88.4
1978	5П3Б2Ос+К	3326	9.4	8.9	0.8	153.4
2004	4П1К3Ос2Б	612	22.2	27.2	0.6	248.0
2010	4Ос2Б1К2П1П	397	20.6	35.4	0.6	238.5
ПП С3						
1966	4П3Ос3Б+К	3000–4000	–	–	–	–
1968	9К1П	833	–	–	–	–
1978	9К1П	937	5.0	–	0.7	40.0
2004	10К+Б ед.П	296	17.0	28.0	0.5	167.0
2010	10К+П	224	18.8	30.5	0.5	184.8

древостоя и на отдельных этапах выглядит особенно контрастно, с отчетливо различимыми мозаиками (микрोगруппировками). Однако вряд ли можно говорить о выраженной «парцеллярной структуре биогеоценозов» (Дылис и др., 1964), поскольку нет четкой приуроченности синузий травяного яруса к горизонтальной структуре древесного полога или подлеска. Каждый из ярусов меняется довольно быстро, поскольку имеет место зависимость от многих случайных факторов. Для низкогорий (объект «Лежневка») относительно постоянными элементами мозаики травяного покрова являются крупнотравно-папоротниковая (*Matteuccia struthiopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris expansa*, *Aconitum septentrionale*, *Cirsium helenioides*, *Angelica sylvestris*, *Pleurospermum uralense*, *Crepis sibirica*), вейниково-щитовниковая (*Calamagrostis obtusata*, *Dryopteris expansa*) и мелкотравная таежная (*Oxalis acetosella* L.) синузии. Последние две связаны с сомкнутыми участками древостоя и остатками разлагающихся пней и стволов, где и поселяется новое поколение кедра. Ранней весной как под пологом, так и в окнах развивается почти сплошной фон из первоцветов, среди которых господствует синузия весенних эфемероидов (*Anemone altaica* Fisch. ex C. A. Mey., *A. reflexa* (Steph.) Holub, *Corydalis bracteata* (Steph.) Pers., *C. subjenisseensis* E. M. Antipova), а также фиалки (*Viola uniflora* L.), медуница (*Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.). Эти синузии раннецветущих видов постоянно уча-

ствуют в травяном ярусе черневых лесов и не исчезают на вырубках, наоборот, в условиях лучшей освещенности и весеннего прогревания почвы распространяются еще шире.

На начальных стадиях зарастания вырубок усиливается роль кустарников (*Padusavium* Mill., *Salix caprea* L., *Spiraea chamaedrifolia* L.), вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii*), крупнотравья (*Heracleum dissectum*, *Angelica sylvestris*, *Pleurospermum uralense*) и орляка (*Pteridium pinetorum*), но в дальнейшем, с усилением эдификаторной роли пихты и кедра, сходит на нет. Переход между основными элементами мозаики образует вейниково-папоротниковый покров, где сочетаются доминанты той и другой синузий и заметную роль играют виды неморального широколиственного травяного яруса (*Brunnera sibirica*, *Galium odoratum* (L.) Scop., *Cruciata krylovii* (Iljin) Pobed. и др.). На участках крупнотравно-папоротниковой синузии кедровый подрост отсутствует, и только под разрастающимися пихтовыми биогруппами и на старом валеже он может появиться. Это неравенство условий для поселения кедра повсеместно в крупнотравно-папоротниковых и близких к ним типах леса объясняет разреженность черневых кедровников, что влечет за собой достижение кедром очень крупных биометрических размеров к возрасту спелости (до 100 см в диаметре и 36–40 м в высоту).

Сходную картину изменения синузильной структуры травяного покрова отражает рис. 4 (объект «Китаева гора») в экотоне под-

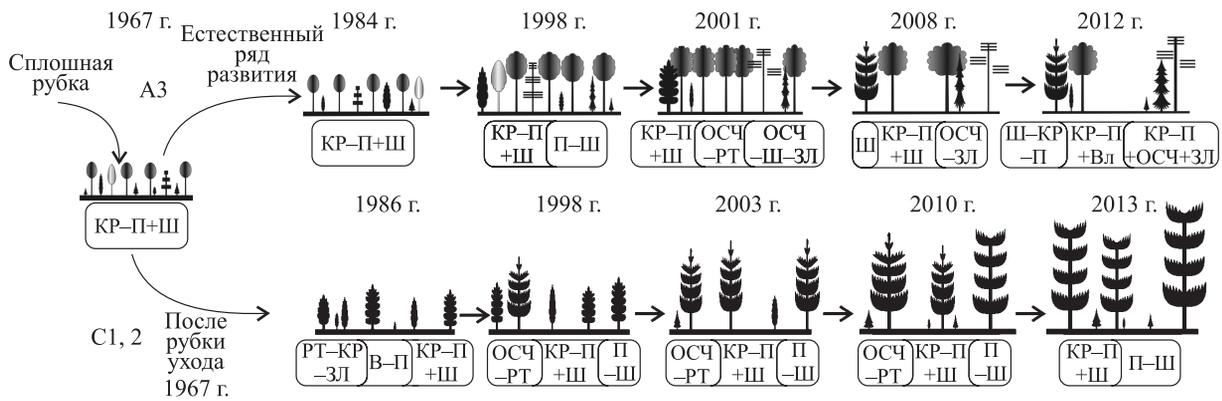


Рис. 4. Восстановительная динамика лесных биогеоценозов после рубок в экотоне подтаежного и черного ВПК (на объекте «Китаева гора»). Синузии и микрогруппировки травяного покрова: КР-П+Ш – крупнотравно-папоротниковая с ширококравьем; КР-П+Вл – вейниково-крупнотравно-папоротниковая с вейником Лангсдорфа; КР-Ш-П – крупнотравно-широкотравно-папоротниковая; КР-П+ОСЧ+ЗЛ – крупнотравно-папоротниковая с осочкой и злаками; Ш-КР-П – ширококравно-крупнотравно-папоротниковая; Ш – ширококравная; П-Ш – папоротниково-широкотравная; В-П – вейниково-папоротниковая; РТ-КР-ЗЛ – разнотравно-крупнотравно-злаковая; ОСЧ-РТ – осочково-разнотравная; ОСЧ-Ш-ЗЛ – осочково-широкотравно-злаковая; ОСЧ-ЗЛ – осочково-злаковая.

таежного и черного ВПК, где наблюдения начались в 1967 г. при возрасте производного пихтово-осинового древостоя 30–40 лет. На рисунке отражена динамика насаждений на контрольном участке (секция А3), не пройденном рубкой ухода, и смежных с ним (секции С1, 2), где также проводились рубки ухода за кедром (два приема: 1966 и 1978 гг.). Эти меры позволили сформировать (на секциях С1, 2) высокопродуктивные орехоносные кедровники за период всего 30–40 лет и пронаблюдать изменения фитоценотической структуры при различном ходе динамики насаждений. При господстве крупных папоротников (видовой состав аналогичен описанному выше) хорошо выражены нижние подъярусы, образованные ширококравьем (*Anemone baicalensis*, *Brunnera sibirica*) и синузией ранневесенних эфемероидов (*Anemone altaica*, *A. reflexa*, *A. jenseensis* (Korsh.) Krylov). Новым элементом на границе с подтайгой является синузия осочки (*Carex macroura* Meinsh.), часто сочетающаяся с широко- и мелкотравьем. Более заметную роль играют лугово-лесное разнотравье и злаки (*Galium boreale* L., *Viola uniflora*, *Rubus saxatilis* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Milium effusum*, *Melica nutans* L.).

Выявленная пространственно-временная изменчивость и неустойчивость внешних признаков конкретного биогеоценоза связаны прежде всего с его восстановительной динамикой, взаимоотношениями между ярусами,

между синузиями, отдельными видами трав, способностью их к вегетативному размножению и другими свойствами биотической природы.

Другая причина неоднородности горизонтальной структуры – мозаичность (микрокомплексность), связанная с неоднородностью экологического фона, различиями микроэкотопов («микросайтов»), зафиксированных в ходе картирования на всех опытных участках и ПП. При этом на каждом участке сохраняется постоянство общего состава видов и эколого-ценотических групп, хотя их доленое участие и соотношение на площади динамичны. Рис. 3 и 4 показывают, что при большом разнообразии синузий и микрогруппировок во всех примерах господствуют крупные папоротники, лугово-лесное крупнотравье, виды ширококравья, лесного разнотравья при общем видовом богатстве 45–52 вида трав на ПП.

В ходе стационарных исследований авторы приблизились к ответу на вопрос об объеме типа леса как основной единицы, важной с точки зрения практики лесного хозяйства. «Тип леса» только тогда станет основной единицей, пригодной для практического использования, когда поливариантность его фитоценотической структуры будет признана как универсальное свойство, связанное и с возрастными сукцессиями, и с неизбежным наличием внутри каждого конкретного выдела лесного биогеоценоза (типа леса) его более

мелких частей – синузий, парцелл, микросайтов, микробиотопов. Близкую точку зрения на пространственную структуру и динамику лесных сообществ, экосистем и биогеоценозов развивают лесоводы и экологи в нашей стране и за рубежом (более подробно см.: Санников и др., 2012).

Проведенный наземный мониторинг структуры растительного покрова в сочетании со сравнительной оценкой численности и состояния подроста кедра и пихты на локальном и региональном уровнях позволил дифференцировать общую картину лесообразовательного процесса по ВПК, сериям типов леса и мезорельефу. На протяжении последних 50 лет возобновление пихты успешно идет почти во всех ВПК (кроме подтайги и горной тундры), а возобновление кедра как под пологом коренных и производных насаждений, так и на вырубках 1940–1960 гг. остается в целом слабым либо отсутствует. Это подтверждает гипотезу о неустойчивости при нарушениях кедра как главного лесообразователя на большей части черневого и горно-таежного поясов в избыточно влажном климате. Полученные результаты доказывают необходимость содействия сохранению ценной популяции кедра в данном регионе.

4. Подходы к сохранению биоразнообразия и многоцелевому природопользованию. С использованием многолетних данных наземного и дистанционного мониторинга ключевого полигона Ермаковского стационара определены теоретические и методические подходы к сохранению биологического разнообразия на изученной территории. Эти исследования проведены при активном участии сотрудников и студентов биологического факультета СФУ под руководством д-ра биол. наук Н. В. Степанова, а также сотрудников Центра защиты леса Красноярского края.

Составлен список редких и уязвимых видов растений, грибов, мхов и лишайников с учетом их реакции на пожары (Исмаилова и др., 2012а, б).

Усовершенствована методика выделения ключевых местообитаний и объектов охраны при различных видах природопользования, предполагающих использование разработанной лесотипологической основы и ГИС-технологий (Данилина и др., 2014). Ключевые местообитания выделены на основании вы-

отно-поясной дифференциации растительности на территории горного лесничества и оценки их защитной роли в природных комплексах. Предложены к выделению такие ключевые местообитания, как участки леса вокруг постоянных и временных водных объектов; эталонные участки спелого и перестойного леса; участки редколесий в сочетании с субальпийскими лугами; участки леса на крутых склонах, обрывах, уступах, вокруг болот и др. Для каждого вида ключевого местообитания составлен список природных ценностей, которыми оно обладает, и предложены меры для их охраны. Эта информация будет способствовать сохранению ценных ключевых биотопов.

Важным практическим результатом многолетних комплексных исследований является экологическое обоснование расширения территории природного парка «Ергаки» за счет включения в нее бассейна р. Большой и Малый Кебеж (Назимова и др., 2012б; Развитие..., 2007; Коновалова и др., 2013). Данный участок северного макросклона хр. Кулумыс, пересекающий три высотных пояса, охватывает весь спектр барьерно-дождевых ландшафтов Алтае-Саянской области, уникальных для территории Сибири. Он является примером горного лесного резервата, способного обеспечить восстановление экосистем, трансформированных рубками и ветровалами, а благодаря сохранению части массивов девственных лесов с их исходной структурой и биоразнообразием может рассматриваться как мировое природное достояние. Работы по подготовке материалов, связанных с организацией особо охраняемых природных территорий высокого научного значения, будут продолжены в последующие годы с ориентацией на современные методы исследований и реализацию проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопленный многолетний и многоплановый материал позволяет продолжить мониторинг состояния горных лесов на полигоне-трансекте Ермаковского стационара ИЛ СО РАН (от с. Ермаковское до пос. Туран) по данным наземных и дистанционных обследований. Перспективным является создание серии тематических карт среднего масштаба

(1 : 100 000) на ключевую территорию (бассейны рек Б. и М. Кебеж) как основы дальнейших разносторонних исследований. Систематизация флористического и фитоценотического разнообразия лесных экосистем будет включать выявление активности видов флоры и энтомофауны в разных ВПК в связи с долговременными изменениями окружающей среды и климата.

На постоянных ПП будут продолжены исследования взаимодействия фитоценозов с почвами и микрофлорой, анализ динамики циклов углерода, азота и минеральных элементов в почвах лесных экосистем в связи с их сукцессионной динамикой. Многолетний опыт изучения естественной и антропогенно-трансформированной динамики черневых лесов позволит разработать совместно с лесоводами и селекционерами рекомендации по формированию целевых кедровых насаждений и плантационного выращивания пихты и быстрорастущих лиственных пород (осина) для целевого лесопользования. Весь комплекс многолетних исследований лесных экосистем Западного Саяна создает фундаментальную научную основу для выработки стратегии многоцелевого природопользования, включая возможности ландшафтно-экологического зонирования территории для сохранения биоразнообразия и разработки эффективных методов ведения лесного хозяйства в горных условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 30 «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабой С. Д., Гостева А. А., Назимова Д. И. Использование ГИС-технологий при анализе измерения растительного покрова в бассейне р. Малый Кебеж (хр. Кулумыс) // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Красноярск 16–19 сент., 2014 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 378–380.

Бабой С. Д., Сташкевич Н. Ю. Дифференциация возобновления кедра по высотно-почвенным комплексам и сериям типов леса на

северном макросклоне Западного Саяна // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти В. М. Черепнина: мат-лы Пятой Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск, 2011. Т. 2. С. 386–391.

Белоусова Н. И., Назимова Д. И. Почвенно-растительные связи в высокогорьях Западного Саяна // Мат-лы Междунар. конф. «Проблемы диагностики и индикации почв». Ростов н/Д, 2006. С. 55–59.

Бочарников М. В., Данилина Д. М., Пономарев А. В. Межвидовые ценологические связи орляка (*Pteridium pinetorum* subsp. *sibiricum*) на горном профиле в Западном Саяне // Вестн. Томск. гос. ун-та. Биология. 2013. № 3 (27). С. 68–83.

Бочарников М. В. Эколого-фитоценологическая организация бореальных лесов циклонического сектора Западного Саяна // Лесоведение. 2015. № 1. С. 10–19.

Виноградов В. В. Пространственно-временная организация сообществ мелких млекопитающих приенисейской части Алтае-Саянской горной страны. Красноярск: КГПУ, 2012. 284 с.

Данилина Д. М., Солдатов В. В., Назимова Д. И., Степанов Н. В., Гостева А. А., Бабой С. Д., Ягунов М. Н. Методы сохранения биоразнообразия при промышленном лесопользовании на юге Сибири // Лесоведение. 2014. № 4. С. 12–21.

Дылис Н. В. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 403 с.

Дылис Н. В., Уткин А. И., Успенская И. М. О горизонтальной структуре биогеоценозов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1964. Т. 69. Вып. 4. С. 55–78.

Ермоленко П. М., Овчинникова Н. Ф. Стационарные исследования возрастной и восстановительной динамики темнохвойных лесов Западного Саяна // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. Сб. науч. тр. Вып. 5. Брянск: БГИТА, 2003. С. 102–105.

Исаченко А. Б., Шляпников А. А. Ландшафты мира. М.: Мысль, 1989. 504 с.

Исмаилова Д. М., Назимова Д. И. База данных по постоянным объектам как основа мониторинга динамики фитоценологической структуры лесов // Формирование баз дан-

- ных по биоразнообразию – опыт, проблемы, решения: мат-лы. Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул: Изд-во «АРТИКА», 2009. С. 105–111.
- Исмаилова Д. М., Бабой С. Д., Гостева А. А., Назимова Д. И.* Применение ГИС для анализа связи лесной растительности с рельефом на примере барьерно-дождевых ландшафтов Западного Саяна // Геоинформатика. 2011. № 3. С. 29–35.
- Исмаилова Д. М., Солдатов В. В., Гостева А. А., Назимова Д. И., Бабой С. Д., Степанов Н. В., Буда Т. Л., Ягунов М. Н.* Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия в процессе заготовки древесины на территории Красноярского края. Красноярск, 2012а. 96 с.
- Исмаилова Д. М., Солдатов В. В., Степанов Н. В., Назимова Д. И., Зырянова О. А., Петреченко Н. В.* Практическое руководство по сохранению биоразнообразия в процессе заготовки древесины на территории Красноярского края. Красноярск, 2012б. 120 с.
- Классификация и диагностика почв России / под ред. Г. В. Добровольского. Изд. 2-е, испр. и доп. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Коновалова М. Е., Назимова Д. И., Данилина Д. М., Степанов Н. В.* Оптимизация территории природного парка «Ергаки» // Биоразнообразие Алтае-Саянского экорегиона: изучение и сохранение в системе ООПТ: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Кызыл: Изд-во ОАО «Тываполиграф», 2013. С. 36–40.
- Кравцова В. И., Уваров И. А.* Гиперспектральная система MODIS для глобального мониторинга Земли // Информ. бюл. ГИС-Ассоц. 2001. № 2 (29)–3 (30). С. 39–41.
- Ландшафтная карта СССР м-ба 1:4 000 000 / Под ред. А. Г. Исаченко. М.: МГУГК, 1988.
- Назимова Д. И., Дробушевская О. В., Данилина Д. М., Коновалова М. Е., Кофман Г. Б., Бугаева К. С.* Биоразнообразие и динамика низкогорных лесов Саян: региональный и локальный уровни // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. В 2 кн. Кн. 1 / под ред. А. С. Исаева. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012а. С. 131–172.
- Назимова Д. И., Данилина Д. М., Степанов Н. В., Бабой С. Д.* Сохранение черневых пихтово-кедровых лесов Западного Саяна: современные риски и пути решения проблемы // Экологический риск и экологическая безопасность: мат-лы III Всерос. конф. с междунар. участием. Иркутск 24–27 апр., 2012. Иркутск, 2012б. С. 271–273.
- Назимова Д. И., Ермоленко П. М.* Динамика синузальной структуры при восстановительных сукцессиях в черневых кедровниках Западного Саяна // Динамика лесных биогеоценозов Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. С. 54–87.
- Назимова Д. И., Пономарев Е. И., Степанов Н. В., Федотова Е. В.* Черневые темнохвойные леса на юге Красноярского края и проблемы их обзорного картографирования // Лесоведение. 2004. № 5. С. 45–55.
- Полевая геоботаника. В 4 т. / Под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. 530 с.
- Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И.* Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. 224 с.
- Поляков В. И.* Черневые кедровники Западного Саяна. Контроль и прогнозирование хода роста. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 181 с.
- Пономарев Е. И., Исмаилова Д. М., Назимова Д. И.* Спутниковый мониторинг горных лесных экосистем на южной окраине бореальной области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: сб. ст. М.: ИКИ РАН, 2010. Т. 7. № 1. С. 342–353.
- Пономарев Е. И., Исмаилова Д. М., Назимова Д. М.* Спутниковый мониторинг горных лесных экосистем Саян // Журн. Сиб. фед. ун-та. Сер. биол. 2011. Т. 4. № 1. С. 75–85.
- Развитие региональных систем охраняемых природных территорий / Отв. ред. д-р с.-х. наук И. В. Семечкин. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 131 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С., Петрова И. В.* Очерки по теории лесной популяционной биологии. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2012. 272 с.
- Сташкевич Н. Ю., Исмаилова Д. М., Назимова Д. И.* Роль синузальной структуры в возобновлении кедрового и пихтового подраста под пологом горных черневых кед-

- ровников // Хвойные бореальной зоны. 2013. № 1–2. С. 116–122.
- Сташкевич Н. Ю. Роль фитоценологических факторов в формировании черневых кедровников в Западном Саяне: автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.02.08. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2014. 19 с.
- Сташкевич Н. Ю., Шишкин А. С. Зоогенный фактор возобновления сосны кедровой сибирской в горно-таежных лесах Восточного Саяна // Сиб. экол. журн. 2014. № 2. С. 313–318.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В., Мотовилов Г. П. Методические указания к изучению типов леса. М.: АН СССР, 1957. 116 с.
- Хлебникова И. П. Северная пищуха в горных лесах Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. 118 с.
- Hill M. O., Gauch H. G. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique // *Vegetatio*. 1980. V. 42. P. 47–58.
- Holdridge L. R. Life Zone Ecology. San Jose, 1967. 206 p.
- Hytteborn H., Maslov A. A., Nazimova D. I., Rysin L. P. Boreal forests of Eurasia // *Coniferous forest ecosystems of the world* / Ed. F. Andderson. 6th Ed. Amsterdam: Elsevier, 2005. P. 23–99.
- Ismailova D. M., Nazimova D. I. Long-term dynamics of mixed fir-aspen forests in West Sayan (Altai-Sayan Ecoregion) // *Environmental change in Siberia: earth observation, field studies and modelling, advances in global change research* / Ed. H. Balzter. Springer Science Business Media B. V. 2010. P. 37–51.
- Krestov P., Nazimova D., Stepanov N., Della-Sala D. Humidity dependent forests of the Russian Far East, Inland Southern Siberia, and Korean Peninsula // *Temperate and borealrain forests of the world: ecology and conservation*. Washington: Iceland Press, 2010. P. 222–234.
- Nazimova D. I., Danilina D. M., Stepanov N. V. Rain-barrier forest ecosystems of the Sayan Mountains // *Botanica Pacifica*. 2014. N. 3 (1). P. 39–47.

**The Study of Forest Dynamics in the Pergumid Climate
of Western Sayan Mountains (Ermakovsky Research Station
of V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences,
Siberian Branch)**

**D. I. Nazimova¹, M. E. Konovalova¹, D. M. Danilina¹, E. I. Ponomarev¹,
N. Yu. Stashkevich¹, S. D. Baboy²**

¹ *V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

² *Branch of the Russian Centre for Forest Protection Centre for Forest Protection
of Krasnoyarsk Territory
Akademgorodok, 50a/2, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: inpol@mail.ru, markonovalova@mail.ru, dismailova@mail.ru, evg@ksc.krasn.ru,
nstashkevich@wwf.ru, bichek@gmail.com

The Ermakovsky territory research station (53°17′–52°28′ N, 92°49′–93°20′ E) has served as a long-term site for studies of mountain forest ecosystem structure and its dynamics during the last 50 years. The most interesting results of study in 2000–2014 are presented in the paper concerning biodiversity and forest succession in primary and secondary forest types forming the chern forest formation with Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) and Siberian fir (*Abies sibirica* L.). The data of remote sensing confirm differentiation of landscapes into altitudinal belt complexes (ABC) that are characteristic for windward macroslopes of the West and East Sayans: Scotch pine-Birch-Aspen subtaiga (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L.), chern forest with (*Pinus sibirica* and *Abies sibirica*), mountain Siberian fir (*Abies sibirica*) taiga within perhumid climate, subalpine open woodlands with (*Pinus sibirica* and *Abies sibirica*). They were singled out earlier with traditional methods. Position of the mountain polygon-transect (study area) in the system of natural zonation of Altai-Sayan ecoregion and its belonging to barrier-rain mountain landscapes of South Siberia are defined more exactly with help of forest inventory and remote sensing data. Initial phases of forest successions by the above mentioned four ABCs are considered with special attention to regeneration of *Pinus sibirica*. In contrast to *Abies sibirica* it remains weak or absent for more than 50 years. It shows unstable positions of Siberian pine in all ABCs due to high general humidity and well developed herb layers. For chern ABC, the dynamics of primary and secondary stands structure are researched on a number of representative plots with the use of tree layer, shrub layer and herb layer 1:100 mapping three times in a 45 year period. It is shown that species number and composition remain stable on permanent plots whereas synuzial diversity and the share of their participation in herb layer vary significantly and influence location of regeneration. The features of coniferous ecosystems with *Pinus sibirica* and *Abies sibirica* referred to chern forests correspond to the status of preserved objects due to their unique and virgin character. A number of *Pinus sibirica* genetic reserves (permanent plots) are located in the chern ABC.

Keywords: *barrier-rain landscapes, altitudinal-zonal complexes, fir- and Siberian stone pine mountain forests, phytocenotic structure, successions, regeneration, Western Sayan Mountains, Southern Siberia.*

How to cite: Nazimova D. I., Konovalova M. E., Danilina D. M., Ponomarev E. I., Stashkevich N. Yu., Baboy S. D. The study of forest dynamics in the pergumid climate of Western Sayan mountains (Ermakovsky research station of V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch) // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 4: 3–17 (in Russian with English abstract).