

ЧЕРНЕВЫЕ ТЕМНОХВОЙНЫЕ ЛЕСА НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОБЗОРНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ*

© 2005 г. Д. И. Назимова¹, Е. И. Пономарев¹, Н. В. Степанов², Е. В. Федотова¹

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

² Красноярский государственный университет
660041 Красноярск, просп. Свободный, 79

Поступила в редакцию 01.07.2003 г.

Черневые темнохвойные леса на схемах ординации в климатическом многомерном пространстве выделяются как особый класс лесных экосистем переходный между бореальным и неморальным зональными классами. На снимках из космоса NOAA/AVHRR они проявляются в наиболее гумидных районах Алтае-Саянской горной области как самостоятельная высотная зона (лесорастительный пояс). Для сохранения уникального биоразнообразия черневых лесов и черневой тайги необходима сеть ООПТ в границах их естественного ареала.

Районирование, классификация, черневые леса, черневая тайга, съемка NOAA/AVHRR, лесные резерваты.

Черневые темнохвойные леса представляют своеобразный класс бореальных лесов, занимающий в горах Южной Сибири низко- и среднегорный высотный пояс (350-900 м), характерный только для избыточно и резко избыточно влажного климата наветренных макросклонов гор [7-10]. Их специфика четко проявляется в составе, структуре и особенностях сезонного развития сообществ [9], в своеобразии почвенных процессов и биологического круговорота [13]. Только здесь в отличие от сибирской тайги доминируют почвы буроземного типа, а на границе с подтайгой их сменяют дерново-подзолистые и реже серые лесные почвы. Преобладающими коренными хвойными формациями являются пихтовая и пихтово-кедровая, а производными - осиновая и пихтово-лиственничная. Сохранились и условно коренные осиново-лиственничные леса, отнесенные по составу флоры к субнеморальным [3, 12]. Они замещают отсутствующие в горах Южной Сибири широколиственные формации. Лишь небольшие участки реликтовых рощ из липы сибирской до наших дней сохранились в низкогорном поясе в Кузнецком Алатау (Липовый остров) и предгорьях Саян близ Красноярска (урочища Каштак и Манское займище) [19].

Под пологом черневого леса характерными элементами фитоценотической структуры являются синузии крупнотравья, крупных папоротников, гигромезофильных вейников; заметную роль играет синузия неморального широколи-

ствья, включающая группу ранне- и поздневесенних эфемероидов и других представителей неморальной флоры широколиственных лесов, общей численностью более 40 видов. Из обширной литературы, посвященной специфике черневых лесов Алтае-Саянской области, выделим лишь некоторые работы, обобщающие сведения об их биоразнообразии [3, 12, 15, 20, 21].

Термин "черневые леса, или чернь" введен в научную литературу В.И. Барановым и М.Н. Смирновым [1] наряду с термином "черневая тайга". Если "чернь" - это горный аналог подзоны смешанных лесов, то черневая тайга имеет все черты перехода от "черни" к типичной бореальной тайге: в ней еще сохраняется обедненный комплекс неморальных элементов под пологом пихты и кедра, но в покрове наряду с травами получают развитие и зеленые мхи, в том числе неморальные виды. Древостои, как правило, более сомкнутые, возобновление протекает под пологом леса более успешно, однако после вырубок мощное развитие трав задерживает восстановление пихты и особенно кедра [4, 13, 14]. Примечательно, что участие кедра в черневых лесах Салаиро-Кузнецкой провинции очень невелико, и пихта, как правило, делит господство с осиной, имеющей наиболее высокие показатели роста и продуктивности в черневых лесах [7]. Лимитирующими экологическими факторами являются в отличие от южной и горной тайги бореального типа не недостаток тепла в почве, а избыток влаги в почве и в приземных слоях воздуха [8]. По многим хозяйственно значимым признакам объе-

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (00-04-48608, 03-04-49746, 04-04-48721).

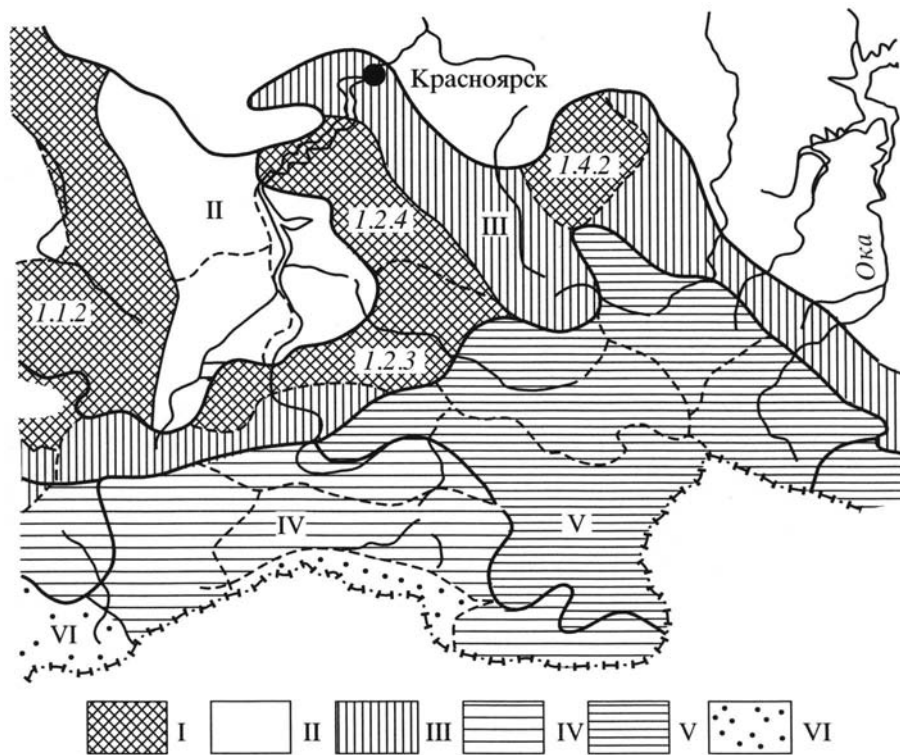


Рис. 1. Лесорастительное районирование части гор Южной Сибири (по [14]). Штриховкой выделены группы районов разного климатического режима. Группа округов (I) избыточно влажной климатической фации с преобладанием или заметным участием черневых и таежно-черневых пихтовых и пихтово-кедровых лесов; округа: 1.1.2 - Северо-Западнокузнецкий черневых пихтовых и осиновых лесов; 1.2.3- Джебашско-Амыльский горно-таежных и черневых пихтовых и кедровых лесов; 1.2.4 - Сисимский горно-таежных и черневых пихтовых и кедровых лесов; 1.4.2 - Агул-Туманшетский таежно-черневых пихтовых и горно-таежных кедровых лесов. В остальных группах округов черневые и таежно-черневые леса отсутствуют; группы округов: II - Восточнокузнецко-Минусинская котловинно-горная лиственничных и кедровых лесов; III - Восточносаянская горная кедровых лесов; IV - Алтайско-Тувинско-Хангайская котловинно-горная степей и лиственничных лесов; V - Восточнотувинская котловинно-горная лиственничных и кедровых лесов; VI - Чуйско-Монголо-Алтайская котловинно-горная степей и лиственничных лесов.

динение черневой тайги и черни в один лесохозяйственный район, называемый таежно-черневым [18], оправдано в силу общих природных особенностей, в том числе высоких гидрологических нагрузок, низкой пожарной опасности, слабого возобновления кедра, а также перспектив природопользования с учетом приоритета экологических функций лесов в горах. Важным аргументом в пользу объединения выступает территориальное соседство черневой тайги и черневых лесов. Отграничение их от низкогорной подтайги с господством травяных сосново-лиственничных лесов, напротив, целесообразно, потому что это есть нижний предел зоны устойчивого произрастания кедра и пихты, определяемый дефицитом увлажнения климата и периодичностью пожаров. На схеме лесорастительного районирования показаны группы округов и провинции с широким распространением черневых и таежно-черневых темнохвойных лесов (рис. 1), однако необходимо уточнение их географической и экологической приуроченности.

Задача картографирования и классификации территориальных единиц ранга высотных поясов решалась ранее без применения данных дистанционного зондирования (ДДЗ). В настоящей статье опробован новый метод идентификации на местности пояса темнохвойных черневых лесов с использованием космической съемки NOAA/AVHRR. Этот вид съемки имеет ряд преимуществ при создании мелкомасштабных карт больших территорий [22-26] и приближается по своим возможностям к SPOT-4 Vegetation [2]. Благодаря радиометру AVHRR, имеющему несколько каналов, можно с высокой точностью дифференцировать спектральные характеристики растительности, а также восстанавливать температурное поле на момент съемки. Иными словами, получаемые цифровые изображения и композиты нескольких каналов изображений позволяют идентифицировать биоклиматические категории - высотные пояса, поскольку эти категории различаются по температурным и спектральным характеристикам покрова (land cover). Успех работы будет определяться тем, насколько надежно может воспроизводиться

данный класс покрова (класс экосистем) на композитах снимков NOAA/AVHRR.

Цель работы - отразить своеобразие черневых темнохвойных лесов в плане их классификации и диагностики на региональном уровне, отграничить их от низкогорной подтайги, для чего использованы данные съемки NOAA/AVHRR.

ОБЪЕМ И МЕТОДИКА

Исследованием охвачена вся территория северного фаса Алтае-Саянской горной области (53°-56° с.ш., 86°-96° в.д.), где и концентрируется основная часть черневых лесов и черневой тайги. Вне поля зрения остаются самый южный изолированный район распространения черневых пихтовых и пихтово-лиственных лесов Западного Алтая, описанный в монографиях [7, 12], а также Агульский массив пихтовой черневой тайги в Восточном Саяне [21].

Авторами на протяжении 1998-2004 гг. используется база данных спутниковых изображений (NOAA/AVHRR), созданная на станции приема и обработки спутниковой информации Института леса СО РАН; обработана ретроспективная база данных спутниковой информации (NOAA/AVHRR) в видимом, ближнем инфракрасном и тепловом диапазонах на район исследований и окружающие территории. Кроме того, с 2003 г. проводится отбор снимков TERRA/Modis, перспективных для решения поставленных задач идентификации ВПК и слагающих их ландшафтно-типологических категорий.

При мелкомасштабном картографировании с использованием ДДЗ, и в частности, съемки радиометром высокой чувствительности (AVHRR) изображение генерализуется на всю площадь пиксела (1.1 км²) и дает усредненную картину таких специфических интегральных характеристик растительности, как вегетационный индекс NDVI, температура поверхности растительного покрова, отражающей сигнал. Комбинируя каналы сканера, исследователи приближаются к решению поставленной задачи.

Сканирующий радиометр AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) обеспечивает ширину полосы обзора более 2000 км и предназначен для регистрации отраженного и собственного излучения подстилающей поверхности Земли с пространственным разрешением в надире 1.1 км. Радиометр имеет 5 спектральных каналов в видимом (канал 1), ближнем инфракрасном (каналы 2, 3) и тепловом диапазонах (каналы 4, 5) спектра. Выходная информация отображается в виде цифрового изображения размером 1024 × 1024 пиксел. Каждый пиксел изображения калиброван, так что существует возможность восстановить информацию о радиационной темпера-

туре видимой поверхности или об отражательной способности (альбедо) в зависимости от выбранного канала радиометра AVHRR. Кроме того, изображение имеет географическую привязку, что позволяет точно совмещать серию снимков в выбранной картографической проекции. Пиксел цифрового изображения, полученного от радиометра AVHRR, может быть представлен как элемент таблицы, содержащий параметры $x, y, z_1, z_2, \dots, z_5$. Здесь x, y - широта и долгота точки соответственно, z_1, z_2, \dots, z_5 - значение альбедо или радиационной температуры в соответствующем канале радиометра AVHRR. Данная информация может быть интерполирована и представлена в виде тематической карты параметров поверхности наземного покрова, учитывающей спектральные характеристики растительности, в том числе альбедо.

На новом этапе работы были использованы данные зондирования радиометром AVHRR, отобранные из имеющейся картотеки снимков за 1998-2001 гг. на станции приема спутниковых данных в г. Красноярске. Мелкомасштабные изображения с разрешением на местности 1.1 км были получены 18 марта 1995 г., 13 января и 23 мая 1999 г., 27 июня 2000 г. В работе применялись данные первого (0.58-0.68 мкм), второго (0.72-1.1 мкм) и пятого (11.5-12.5 мкм) каналов сканера. Обработка изображений выполнялась с использованием ГИС ERDAS.

Класс черневых лесов был выделен на изображении от 27 июня 2000 г., охватывающем площадь около 4 тыс. км², от Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау на западе до водораздела Восточного Саяна. Основная часть ареала черневых темнохвойных лесов концентрируется на западе и на юго-востоке данной территории, что установлено ранее по данным наземных исследований [7, 21]. Поскольку для идентификации вечнозеленых хвойных массивов приняты сроки съемки конца зимы-начала весны, июньский снимок не является оптимальным по времени съемки для разделения на нем подтайги и черневых лесов. Однако он соответствует периоду наибольшей устойчивости спектральных характеристик покрова в течение всего вегетационного периода. Кроме того, набор снимков без облачности, вносящей свои помехи и представляющей основную трудность в накоплении банка данных, пока ограничен. Как показывает наш опыт, лишь около 20% накопленных снимков могут быть использованы для целей обзорного картографирования растительности.

Для более точного определения географического ареала таежно-черневых лесов были идентифицированы по снимку также два территориально смежных высотных пояса: подтайга на более низких уровнях предгорий, и горная бореальная тайга, отличная от черневой тайги по кли-

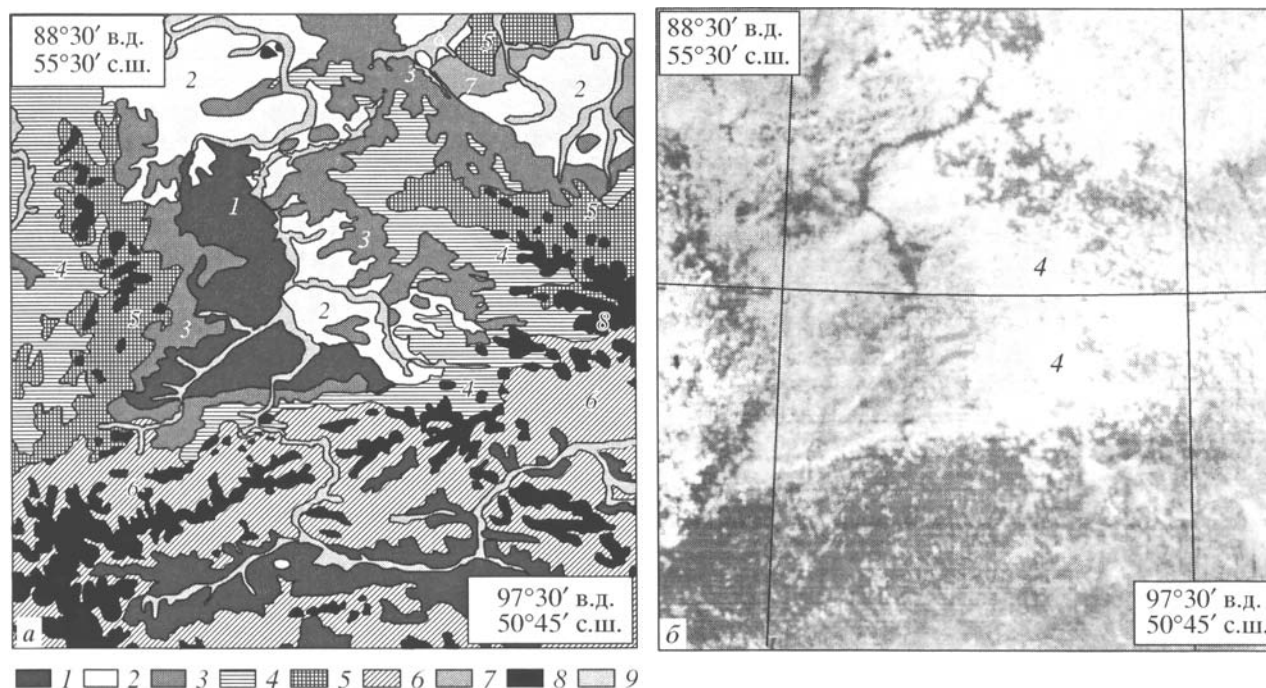


Рис. 2. Черневые темнохвойные леса Салаиро-Кузнецкой и Северной Алтае-Саянской горных лесорастительных провинций: *а* - на карте [5, 11], *б* - на RGB-комposite NOAA/AVHRR (27 июня 2000 г.): 1 - степь; 2 - лесостепь; 3, 7 - подтайга светлохвойно-мелколиственная с двумя географическими вариантами по составу; 4 - черневые пихтовые и пихтово-кедровые леса (чернь и черневая тайга); 5 - среднегорная темнохвойная тайга бореального типа; 6 - горная лиственнично-кедровая тайга бореального типа; 8 - высокогорная растительность (без подразделения); 9 - долинные комплексы. (Фрагмент карты ландшафтов СССР 1988 г. переведен в электронный вариант без изменений.)

мату и типологическому составу лесов. Классификация многоспектрального изображения (RGB-композита) осуществлялась методом параллелограмма, так как задача состояла в выделении только трех вышеперечисленных типов подстилающей поверхности, без рассмотрения всех типов [25]. Обучающие выборки строились на основе литературных данных, материалов наземных работ и картосхемы классов высотно-поясных комплексов [11]. Для проведения классификации выбраны две обучающих выборки для класса сосново-лиственной подтайги (всего 2000 пикселей), восемь выборок для таежно-черневых лесов (8000 пикселей) и семь выборок для горно-таежных лесов, слагаемых пихтой и кедром (6200 пикселей). Анализ обучающих выборок показал, что спектральные характеристики растительного покрова существенно различаются по критерию расстояния Джеффриса-Матусита для классов подтайги, горных таежно-черневых темнохвойных лесов и горной темнохвойной тайги бореального типа, приуроченной к менее влажному и более прохладному климату.

Изображение в самом общем виде всегда описывается гистограммой яркости, для чего весь диапазон яркости разбивается на равные интервалы. Отсчеты гистограммы нормируются к значениям максимального отсчета. При выборе

решающего правила распознавания рисунка, как правило, учитываются факторы, проясняющие его, например, границы сроков вегетации, физико-географических районов, провинций. В данном конкретном случае, несмотря на охват обширной территории с разной степенью континентальности и разными сроками развития фенофаз, не пришлось делить изображение на фрагменты, поскольку и без процедуры секторизации выделился класс, близко совпадающий в своих географических границах с таковым на схеме высотно-поясных комплексов (ВПК) [11], а также на карте [5]. Изображения, полученные в зимнее и весеннее время и более подходящие для отделения черневых ВПК с участием пихты и кедра от лиственнично-светлохвойной подтайги, использовались для уточнения границ черневых лесов. Результаты представлены на рис. 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первый опыт выделения высотно-поясных комплексов (ВПК) по космоснимкам в 1999 г. [11] дал для черневого ВПК удовлетворительный результат, тогда как для других классов хороший: индекс Каппа составил 0.25 для черневого класса и 0.37 для подтайги. Следует сказать, что площадь анализируемой территории была существ-

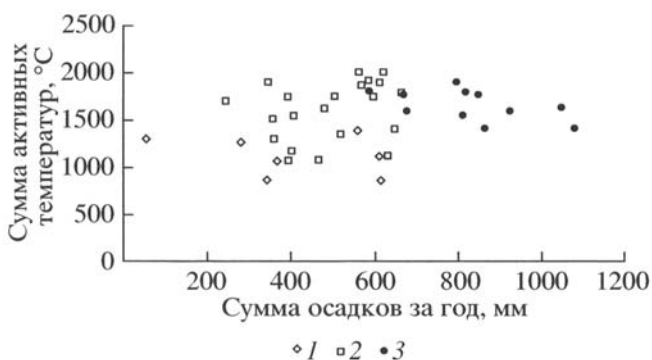


Рис. 3. Место черневых темнохвойных лесов на схеме климатической ординации (по данным метеостанций Алтае-Саянской горной лесорастительной области): 1 - тайга бореальная темнохвойная; 2 - подтайга (травяные светлохвойные леса); 3 - черневые темнохвойные леса (чернь и черневая тайга).

венно меньше, чем в данном случае, а выделяемых классов больше (семь, включая весь спектр ВПК от степных котловин до горной тундры).

В данной работе результат классификации изображения имеет большую точность (индекс Каппа составил 0.33) за счет использования не только летних, но и зимних снимков, а также увеличения (расширения) территории региона. При визуальном сравнении с ландшафтной картой СССР [5], на которой выделен особый класс барьерно-дождевых лесных ландшафтов и темнохвойной черневой тайги с господством пихты, видно, что в Салаиро-Западнокузнецкой провинции общая локализация и границы черневых темнохвойных лесов на снимке и на карте близко совпадают. В спектре наветренных склонов Саян также широко распространены таежно-черневые ВПК [7, 10, 14], которые на карте ландшафтов не получили должного отражения. В этом плане можно говорить о том, что данные съемки AVHRR более точно воспроизвели (идентифицировали) весь ареал черневых и таежно-черневых темнохвойных лесов, чем карта ландшафтов [5]. Примечательно, что приуроченность их к рельефу (и гидросети) повторяется и на других снимках, полученных в другие сроки, например, в начале августа. Второе существенное обстоятельство - нигде кроме наветренных макросклонов черневой класс ВПК не был идентифицирован по снимкам, что полностью соответствует его естественному ареалу и согласуется со схемой районирования (рис. 1). Известно, что надежность дешифрирования повышается за счет районирования на величину порядка 10%. В данном случае можно сказать иначе: подтверждена надежность районирования по результатам дешифрирования класса черневых ВПК, характеризующих районы с наиболее гумидным (избыточно влажным) климатом.

Черневые темнохвойные леса - уникальный по своим природным особенностям и климатическим характеристикам класс, что подтверждается и ординацией их в многомерном и двумерном пространстве климатических параметров (рис. 3). По сочетанию тепло- и влагообеспеченности он занимает крайнее положение на двумерной схеме и не перекрывается ни с соседней подтайгой, ни с типичной темнохвойной тайгой.

Есть, однако, ряд моментов, которые следует отметить. 1. Так, на северной окраине снимка, судя по изображению, черневых пихтарников больше, чем по данным наземных исследований, т.е. часть горной пихтовой тайги идентифицируется в данный срок съемки как черневая тайга. Анализ снимков, полученных в разные сроки, позволит прояснить, насколько закономерен этот сдвиг. 2. В районах, расположенных в разных частях исследуемой территории (Западный Саян, южная часть Кузнецкого Алатау, северные и центральные части Кузнецкого Алатау), черневые леса обнаруживают существенно разделимые спектральные характеристики (расстояние Джеффриса-Матусита имеет значения более 1.2 при предельном значении этого критерия 1.42). Это лишнее раз говорит в пользу предварительного разделения (секторизации) изображения с учетом различий в фазах вегетации растительного покрова в пределах одного снимка. В данном случае процедура секторизации не была использована потому, что снимок позволил идентифицировать весь ареал черневых темнохвойных лесов, расположенных на данной территории. Площади их оцениваются равными 4.2 тыс. км² по снимку и 4.0 тыс. км² - по карте А.Г. Исаченко [4]. Однако совпадение площадей в количественном выражении не означает, как уже отмечалось, совпадения их ареалов. Смещение границ на снимках в разные сроки вегетации не исключено. Можно предположить, что особенно заметно оно будет там, где рельеф имеет более пологие формы, а сроки фенофаз, влияющие на спектральные характеристики, существенно варьируют по годам в зависимости от погоды.

Предшествующими исследованиями установлено, что черневые темнохвойные леса заслуживают выделения не только как самостоятельный высотный пояс, но и как особый объект природопользования в широком смысле слова [13, 16-18]. В целом весь класс черневых ВПК, несмотря на провинциальные различия, обладает, как уже отмечено, высоким сходством в составе биоты, включая не только высшие сосудистые растения, но и мхи, лишайники, почвенную мезофауну, энтомокомплексы и группы основных насекомых-вредителей [15, 23]. Общими являются и современные процессы почвообразования, включая буроземообразование, подзолистый процесс, лесси-

важ, большую роль внутрипочвенного бокового стока, промывной режим почв. Все эти особенности обязаны в первую очередь современному климатическому режиму. Единство климата и биоты позволяет говорить о наличии экосистемы [27].

Для каждого ВПК как высотно-зональной экосистемы характерен свой спектр эколого-ценологических групп (ЭЦГ) видов травяно-кустарничкового покрова, отражающий диапазон климатических и эдафических условий. В этом плане спектр ЭЦГ является важным обобщенным содержанием и диагностическим признаком ВПК, по которому можно уверенно разделить черневой и подтаежный пояса [9].

Заслуживают особого внимания черневые кедровники как объект высокого научного значения и хозяйственной важности. Они обладают многими уникальными особенностями и по составу, продуктивности, водоохраным, противоэрозионным и ландшафтостабилизирующим функциям. Многие проблемы лесоводственного характера нашли свое решение на примере черневых кедровников в Западном Саяне [4, 13, 14, 16-18]. Сохранение немногих оставшихся девственных пихтово-кедровых массивов в черневом поясе Алтая и Саян особенно актуально в наши дни, когда контроль за выполнением закона о запрете рубки кедра ослаблен. Предложения о сохранении лесных резерватов кедра выдвигались специалистами-лесоведами и селекционерами, начиная с 60-х годов. Известно, что популяция черневого кедра в Саянах и на Алтае имеет ряд генетических особенностей, по сравнению с кедровыми популяциями в равнинной и горной тайге Сибири [6, 18]. Кедровники, сохранившиеся в бассейнах рек Большой и Малый Кебеж, Шадат, Тайгиш, имеют значительный возраст (240-300 лет), постоянную примесь пихты. Они отличаются длительным беспожарным развитием, разновозрастной и условно разновозрастной структурой, разреженностью, слабым естественным возобновлением кедра из-за мощно развитого яруса высокотравья. Пихта выступает как конкурент кедру, особенно в ходе возрастной сукцессии. При восстановительной сукцессии после рубок, ветровалов, пожаров пихта быстрее захватывает пространство и надолго обеспечивает себе господство. Таким образом, можно говорить, что кедр как господствующая порода в черневых лесах и черневой тайге достаточно уязвим. Сейчас стало очевидным, что нанесен огромный ущерб районам, в которых к середине XX в. были вырублены наиболее доступные девственные кедровники и не оставлены даже эталонные участки, ценные в хозяйственном или природоохранном плане. Сохранив генофонд кедра, лесное хозяйство сможет решить и задачу воспроизводства кедровников в черневом поясе.

Сохранение и восстановление реликтовой черневой формации горных кедровых и пихтовых лесов возможно только через создание сети резерватов (ООПТ). Авторами обосновано выделение в качестве резервата Кедранского реликтового острова в бассейнах р. Большой Кебеж и Тайгиш, а также в соавторстве с селекционерами Института леса - генетического резервата популяции черневого кедра в бассейне р. Малый Кебеж. Значение подобных резерватов трудно переоценить. Горные черневые кедровники и пихтарники имеют приоритет для охраны и в силу их ландшафтно-стабилизирующих функций. Рекомендуемые лесные резерваты в бассейнах рек Большой и Малый Кебеж, выполняющая функцию сохранения биоразнообразия черневой реликтовой формации пихтово-кедровых лесов, будут служить эталонами естественных лесов и хранилищем их генофонда.

Заключение. Выявление ареала черневых темнохвойных лесов и отграничение их от мелколиственной подтайги представляют, несмотря на ряд трудностей, большой интерес как в теоретическом, так и в практическом плане. Эти лесорастительные пояса различны по степени устойчивости темнохвойных и светлохвойных формаций к таким факторам, как лесные пожары, инвазии насекомых и рубки. Зная границу этих поясов, практики лесного хозяйства могут ориентироваться на *потенциальную* (главную) породу с учетом возможных изменений климата и прогнозировать реакцию лесных экосистем на эти изменения и антропогенные вмешательства. В границах выделенного ареала следует выбирать и участки лесных резерватов, или ООПТ с учетом их эколого-ресурсного потенциала и сохранившегося к настоящему времени биоразнообразия.

Материалы дистанционного зондирования, в частности снимки NOAA/AVHRR, TERRA/Modis, по мере их накопления в банке данных позволят не только идентифицировать выделенные категории лесного покрова и уточнить их границы, но и отразить существенные стороны их функционирования во времени и пространстве, обеспечить оперативное получение картографической информации о температуре и спектральных характеристиках растительного покрова. Эти данные, представленные в виде информационных слоев, необходимы для наполнения ГИС мониторинга лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов В.И., Смирнов М.Н. Пихтовая тайга на предгорьях Алтая. Пермь: Кн. изд-во, 1931. 96 с.
2. Барталев С.А., Белвард А.С., Ершов Д.В. Новая карта типов земного покрова бореальных экосистем Евразии по данным SPOT-4 VEGETATION // III Всерос. конф., посвященная памяти Г.Г. Самойловича "Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хо-

- зьястве" (Москва, 18-19 апреля 2002 г.). Тез. докл. М.: ЦЭПЛ РАН, 2002. С. 31-34.
3. *Ермаков Н.Б.* Классификация сибирских горных субнеморальных широколиственно-темнохвойных лесов // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1995. С. 30-94.
 4. *Ермоленко П.М.* Микроклимат хвойно-лиственных молодняков в связи с их фитоценотической структурой в черневом подпоясе Западного Саяна // Стационарные лесоводственные исследования в Сибири. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО РАН, 1978. С. 52-97.
 5. *Исаченко А.Г., Шляпников А.А., Робозерова О.Д.* Ландшафтная карта СССР. М-б 1 : 4000000. М.: ГУГК, 1988.
 6. *Кузнецова Г.В.* Генетические резерваты кедрового *Pinus sibirica* Du Roi в Западном Саяне // Биологическое разнообразие и редкие виды растений в Средней Сибири. Красноярск: Изд-во Красноярского гос. ун-та, 1995. С. 47-48.
 7. *Куминова А.В.* Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
 8. *Лацинский Н.Н., Лузанов В.Г., Ревякина М.П., Махатков И.Д., Черемушкина В.А.* Экология сообществ черневых лесов Салаира. Новосибирск: Наука, 1991. 73 с.
 9. *Молокова Н.И.* Эколого-ценотический анализ и феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1992. 30 с.
 10. *Назимова Д.И.* Горные темнохвойные леса Западного Саяна. Опыт эколого-фитоценотической классификации. Л.: Наука, 1975. 118 с.
 11. *Назимова Д.И., Поликарпов Н.П., Сухинин А.И., Ускова Л.М., Федотова Е.В.* Высотная зональность горных лесов и ее отражение на космических снимках NOAA/AVHRR // Лесоведение. 2001. №4. С. 25-31.
 12. *Огурева Г.Н.* Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 188 с.
 13. *Поликарпов Н.П.* Комплексные исследования в горных лесах Западного Саяна // Вопросы лесоведения. Красноярск: Кн. изд-во, 1970. Т. 1. С. 26-79.
 14. *Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 225 с.
 15. *Положий А.В., Крапивкина Э.Д.* Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. 156 с.
 16. *Поляков В.И.* Динамика и устойчивость черневых кедровников Западного Саяна: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2001. 19 с.
 17. *Семечкин И.В.* Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
 18. *Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Ирошников А.И., Бабинцева Р.М., Воробьев В.Н., Дашко Н.В., Иванов В.В., Кондаков Ю.П., Коротков И.А., Мурина Т.К., Назимова Д.И., Попов В.Е., Попова Ю.М., Соколов Г.А., Сафронков М.А., Смагин В.Н., Спиридонов Б.С., Чебакова Н.М., Чередникова Ю.С.* Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 222 с.
 19. *Степанов Н.В.* *Tilia nasczokinii* (Tiliaceae) - новый вид из окрестностей Красноярска // Ботан. журн. 1993. Т. 78. № 3. С. 136-144.
 20. *Степанов Н.В.* Флорогенетический анализ северо-восточной части Западного Саяна. Красноярск: Изд-во Красноярского гос. ун-та, 1994. 108 с.
 21. Типы лесов гор Южной Сибири / Под ред. Смагина В.Н. Новосибирск: Наука, 1980. 333 с.
 22. *Федотова Е.В., Буренина Т.А., Харук В.И., Сухинин А.И.* Оценка применимости съемки NOAA/AVHRR в картировании лесных территорий Енисейского меридиана // Исслед. Земли из космоса. 1999. № 3. С. 67-73.
 23. *Яновский В.М.* Лесопатологическое районирование южной части Приенисейской Сибири. Препринт. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2003. 66 с.
 24. Forest type groups of the United States. Map 1 : 7500000. U.S.D.A. Forest Service, 1993.
 25. *Goward S.N.* Satellite Bioclimatology // J. Climate. V. 7. № 2. 1989. P. 710-720.
 26. *Richards J.A.* Remote Sensing Digital Image Analysis. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1993. 340 p.
 27. *Walter H., Box E.* Global classification of natural terrestrial ecosystems // Vegetatio. 1976. V. 32. № 2. P. 75-81.

Chern Dark Coniferous Forests in Southern Krasnoyarsk Krai and Problems of Their General Mapping

D. I. Nazimova, E. I. Ponomarev, N. V. Stepanov, and E. V. Fedotova

Chern dark coniferous forests form a strongly pronounced belt in low and middle mountains of windward macroslopes of the Altai-Sayan region. They are known as a specific class of mixed deciduous-dark coniferous forests with high biodiversity and some relic features in their composition and structure. On schemes of climatic ordination, these forests are located in territories with the most humid and warm climate among areas occupied by Siberian coniferous forests. This category of mountain forests may be identified on NOAA/AVHRR images obtained in different seasons. RGB-composites of the images are compared with traditional maps. The boundary between chern forests and light coniferous-deciduous ones (pine, deciduous species, and Siberian larch) is the lower limit of stable existence of chern dark coniferous forests under current climatic conditions. The conservation of biodiversity and keeping the sustainability of virgin fir-Siberian pine forests are possible in forest reserves; some of them are proposed by the authors.