

УДК 630\*221.0:630\*181

## ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ БИОТОПОВ В ЗОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЛЕСОВ ПРИАНГАРЬЯ

**А.В. Батура<sup>1</sup>, С.К. Фарбер<sup>2</sup>, В.А. Соколов<sup>2</sup>, Е.В. Федотова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»  
660049 Красноярск, пр. Мира, 82

<sup>2</sup>Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН  
660036 Красноярск, Академгородок, 50; e-mail: institute@forest.akadem.ru

В статье приводятся методические положения проектирования экологической сети биотопов, формирующей послерубочную пространственную структуру насаждений. На примере опытного полигона, расположенного в Иркутской области на арендной территории ООО «ИлимСибЛес», рассматривается вариант реализации предлагаемой методики.

**Ключевые слова:** экологическая сеть биотопов, пространственная структура насаждений, послерубочные сукцессии

Methodical regulations for projecting the ecological net of biotopes which form the post-

I tree stand structure have been given in the paper. When showing the experimental testing area located in Irkutsk oblast on the rental area of the OOO “IlimSibLes” the variant of realizing the proposed method has been considered.

**Key words:** the ecological net of biotopes, the spatial tree stand structure, the ecballium

### **ВВЕДЕНИЕ**

Сосновые и лиственничные древостоя в Приангарье занимают около 70 % покрытых лесом земель. Среди них абсолютно преобладают одновозрастные насаждения. Разработка лесосек, как следствие, производится сплошнолесосечными рубками. Типичный вид вырубок в Приангарье складывается из следующих составляющих: оставленный на корню тонкомер, захламленность, пни, сохраненный на пасеках подлесок и подрост, лесовозные волока. Однако в контексте настоящей статьи важно, не какие компоненты определяют физиономичность вырубок в первые годы, а то, как эти вырубки будут выглядеть далее, т. е. в начале и продолжении лесовосстановительного процесса. После окончания периода возобновления начинается послерубочная сукцессия, которая может развиваться как без смены пород, так и со сменой (Фарбер, 2000). При любом варианте развития событий важно констатировать, что территория арендной базы будет представлять собой незначительно различающиеся по возрасту участки молодого леса (главным образом молодняки и средневозрастные насаждения). По сути они составляют один массив, который в разные временные отрезки для животного населения южной тайги в качестве биотопа может выполнять только какую-то одну экологическую функцию, а именно служить в качестве кормовой базы, укрытия и т. д. При этом для всех животных конечно же жизненно необходим полный набор экологических функций леса. Налицо негативные изменения среды обитания. Часть видов растений и животных приспособливаются к новым условиям, не сокращая численности, другие мигрируют или существуют в экстремальных условиях.

Экологические функции леса как окружающей среды для животного населения выполняются только при наличии различающихся по породному составу и типам леса участков, которые к тому же должны находиться на разных стадиях и фазах лесовосстановительного процесса. По отношению к видам таежной растительности ситуация, создаваемая лесозаготовительной деятельностью, во многом носит сходные последствия. За счет прямого уничтожения тяжелой агрегатной техникой травяно-кустарникового яруса и напочвенного покрова (мхи, лишайники), а также его резкого осветления происходит видовое обеднение растительности. Зеленые мхи восстанавливаются через десятки лет, когда для них под пологом следующей генерации древесных пород создается благоприятная экологическая обстановка. Таким образом, при сложившейся практике лесозаготовок, при которой уничтожается структурное разнообразие лесной среды и ее пространственная мозаичность, сохранение редких и исчезающих видов растительности и их биотопов в эксплуатационных лесах Приангарья становится практически невозможным.

### **ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

За счет компактности расположения лесосек упрощается организация лесосечных работ, что положительно отражается на себестоимости конечного продукта. Отсюда следует, что сложившаяся практика освоения лесозаготовителями эксплуатационных лесов экономически оправдана. Однако, с другой стороны такая тактика негативно отражается на уровне организованности лесных экосистем. За счет уменьшения на арендной территории числа разнородных структур, представляющих разные экологи-

ческие модификации леса (приуроченность к формам рельефа, породный состав, возрастное строение и т. д.), резко негативно изменяется среда существования таежного животного населения и лесорастительные условия таежных видов растительности.

Таким образом, с одной стороны для экономического развития народного хозяйства существует необходимость лесоэксплуатации, с другой – усилиями ученых–экологов, мировой общественностью выработано понимание приоритета экологического императива, что возможно даже более важно. Противоречие между необходимостью продолжения лесоэксплуатации и необходимостью сохранения лесных экосистем в зоне интенсивного лесопользования квалифицируется как проблема.

Цель настоящей работы – разработка методики планирования послерубочной пространственной структуры насаждений, представляющих лесные формации в Приангарье. Методика должна позволять осваивать расчетную лесосеку при сохранении среды обитания таежных видов растений и животных.

## НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Авторы стоят на позициях системного подхода, который по современным представлениям является методологической основой современных научных исследований. Лес – это экосистема, существующая в пространстве и времени и состоящая из ряда подсистем. Результат на момент времени наглядно фиксируется в виде тематических карт, где в границах классификационных природно-зональных подразделений отражены насаждения на разных фазах и стадиях лесовосстановительного процесса.

В экосистемах происходит постоянное саморегулирование отношений между ее компонентами. Равно это относится к лесным экосистемам, в которых саморегулирование протекает на всех иерархических уровнях (от клеточного уровня до лесного пояса Земли в целом). В природе изменения в системе осуществляются не хаотично, а в определенном направлении. Соответственно формируется цель саморегулирования – повышение уровня организованности. С позиций принципов общей теории систем происходит работа создания (накопления) негэнтропии. При этом система противодействует влиянию факторов, ведущих к ее дезорганизации. Помощью саморегулирования достигается приведение системы к определенному поведению (состоянию). При этом обеспечивается сохранение структуры и режима деятельности систем, в том числе лесных экосистем. Механизм саморегулирования (гомеостаз) основан на обратных связях, эволюционно приближает экосистемы к оптимальному состоянию (к динамическому, т. е. колеблющемуся в известных пределах, равновесию). Механизм саморегулирования биологических систем приобретался в процессе их эволюционного развития. Помощью актов саморегулирования в природе решается задача оптимизации систем. Причем варианты решения по отношению даже к определенным факторам среды обитания могут быть различны. Помощью обрат-

ных связей система производит контроль каждого решения и стимулирует поиск нового способа. Появление каждой новой обратной связи многократно увеличивает количество вариантов решения оптимизации систем. Соответственно исчезновение каждой существующей обратной связи наоборот многократно уменьшает количество этих вариантов. Обратные связи возникают в системе между ее подсистемами (компонентами) и элементами, а также между системой и окружающими ее другими системами (Коган и др., 1977).

В качестве элементов лесной экосистемы можно рассматривать виды лесной флоры и фауны, которые в совокупности представляют ее *биоразнообразие*. В качестве окружающей среды выступает рельеф, почва, атмосфера – внешние лесу системы, представляющие *топологическое разнообразие*. Таким образом, только благодаря чрезвычайной разветвленности структуры, флористическому и фаунистическому богатству, а также ландшафтной мозаичности в лесу наблюдается обилие разнообразных положительных и отрицательных обратных связей, обеспечивающих целесообразный эволюционный процесс.

Пользование природными ресурсами необходимо для развития экономики. При этом вмешательство человека есть внешнее воздействие, и оно должно быть сбалансированным. Изъятие ресурсов следует сопровождать хозяйственными мероприятиями, направленными на уменьшение антропогенного пресса, теоретически – на повышение уровня организованности экосистемы, измеряемого величиной энтропии (чем меньше энтропия, тем выше уровень организованности). В свою очередь, энтропия есть производное отношений между компонентами системы. Частота отношений в экологической сети будет значительно выше, если ее компоненты будут не изолированы, а связаны экологическими коридорами – каркасом, объединяющим всю систему.

Увеличить организованность системы можно за счет ее усложнения, т. е. введения дополнительных элементов. По отношению к лесной экосистеме – за счет сохранения в процессе хозяйственной деятельности условий существования флоры и фауны. Благодаря наличию разных видов животных и растений в лесных экосистемах стимулируется появление дополнительных положительных и отрицательных обратных связей. Как следствие, процессы саморегулирования приобретают новое качество, устойчивость лесных экосистем к внешним воздействиям повышается.

Управление это регулирование извне, осуществляемое посредством внешних воздействий. Разработка планов рубок, выбор технологии их проведения и все другие лесохозяйственные мероприятия являются актами управления арендной территорий. Намечаемые мероприятия (управленческие решения) должны способствовать, в том числе сохранению биоразнообразия растительного и животного мира. В.Н. Минаев и др. 2000 используют термин «Устойчивое управление лесами», означающий целенаправленное, экономически выгодное взаимоотношение человека и леса. Подчеркивается обязательное условие – поддержание

биоразнообразия лесных экосистем и их неограниченно долгого сохранения как результата устойчивого управление лесами.

### **Методика пространственной организации арендной территории**

В идеале состав экологической сети должен быть представлен climaxовыми насаждениями. Режим ведения хозяйства здесь поэтому должен быть направлен на формирование разновозрастных древостоев, что может достигаться за счет выборочных рубок. Все остальные насаждения лесосырьевой базы по достижению возраста спелости, согласно проекту плана рубок, подлежат отводу под сплошные или постепенные рубки.

**Природная основа.** Разработка природной основы – есть начальный и необходимый этап планирования лесохозяйственных и экологических мероприятий, в том числе сети биотопов на арендной территории. Лесная наука имеет в арсенале различающиеся подходы к формированию природной основы – *ландшафтный* и *типоводический*. Реально существует возможность типизации ландшафтов. Поэтому наряду с ландшафтным и типологическим подходами для цели формирования природной основы правомерен также *ландшафтно-типоводический* подход. Разработчикам проекта сети биотопов для формирования природной основы предоставляется право выбора *ландшафтного*, *типоводического* или *ландшафтно-типоводического* подхода.

Технология формирования природной основы также может различаться. Визуальные методы анализа информации имеют качественный, эвристический характер. Результаты использования визуальных методов субъективны. Использование машинных технологий позволяет формализовать показатели природной основы в цифровую форму. Результаты использования машинных методов объективны. Разработчикам проекта экологической сети биотопов предоставляется право выбора технологии формирования природной основы. Результат работы оформляется в виде тематической карты (ландшафтной, типологической или ландшафтно-типоводической). Легенда карты сохраняет преемственность со стандартами лесоустроительных материалов. Сама карта представляет собой универсальный инструмент, предназначенный для проектирования видов пользования лесом, лесохозяйст-

венных и биотехнических мероприятий.

**Структура сети биотопов.** Послерубочная пространственная структура насаждений лесотакционных выделов предназначена для сохранения биотопов и микробиотопов животного и растительного населения. В целом, структура представлена, с одной стороны, *фоновыми* насаждениями, находящимися на разных фазах и стадиях ценогенного, пирогенного, патогенного и антропогенного циклов сукцессий, с другой стороны – насаждениями экологической сети. Проектированию подлежит пространственное размещение насаждений экологической сети.

Экологическая сеть структурно представлена *биотопами* – соединенными экологическими *коридорами*, а также *микробиотопами*, оставляемыми на вырубках нетронутыми. Биотопы, экологические «коридоры» и микробиотопы представляют собой элементы, совместно образующие единую экологическую систему насаждений.

К *биотопам* относятся ООПТ федерального, регионального и местного значения, плюс ОЗУ, предусмотренные Правилами рубок ... (Москва 1994) и выделенные дополнительно (табл. 1).

К *микробиотопам* относятся элементы лесной среды, способствующие сохранению на вырубках биологического разнообразия (табл. 2).

К *экологическим коридорам* относятся насаждения, расположенные на элементах рельефа, соединяющих ядра экологической сети (табл. 3).

Таким образом, пространственная структура экологической сети представлена двумя иерархическими уровнями:

*первый уровень* – насаждения биотопов ООПТ и ОЗУ плюс соединяющие насаждения экологические коридоры. В насаждениях экологической сети первого уровня устанавливается особый режим пользования лесными ресурсами, предусматривающий запрет сплошнолесосечных рубок;

*второй уровень* – насаждения микробиотопов, представляющие на вырубках локальные элементы рельефа и гидрологической сети, которые совместно с лесной средой являются местообитаниями животных и растений, убежищем и кормовой базой животных и позволяют, таким образом, поддерживать биоразнообразие лесной экосистемы. В насаждениях экологической сети второго уровня также устанавливается особый режим пользования лесными ресурсами, направленный на их сохранение при сплошнолесосечных рубках.

**Таблица 1 – Перечень дополнительных ОЗУ (особо защитных участков)**

№ п/п	Наименование	Описание
1	Насаждения на круtyх склонах к ручьям; насаждения долин и вершин ручьев (в радиусе 100 м)	Леса на склонах 15 градусов и более; леса на заболоченных и дренированных местоположениях пойм. Буферная зона до 30 м
2	Насаждения, окаймляющие верховые болота	Заболоченные насаждения, примыкающие к болотам (при неявной пространственной выраженности около болотных насаждений ширина полосы устанавливается равной 300 м)
3	Насаждения эндемичных и реликтовых лесных сообществ	Насаждения выявляются из литературных и прочих источников с последующим сравнением их описаний с материалами натурных обследований
4	Уязвимые насаждения, восстановление которых проблематично	Уязвимые насаждения выявляются посредством анализа лесовосстановительного процесса

**Таблица 2 – Перечень микробиотопов, выделяемых при натурном обследовании в процессе отвода лесосек**

№ п/п	Наименование	Функция
1	Отдельные деревья или куртины предыдущего поколения (хвойные старовозрастные 200 лет и более)	Местообитание (укрытие, кормовая база)
2	Отдельные деревья и куртины лиственных пород	Сохранение биоразнообразия и местообитаний (укрытие, кормовая база)
3	Деревья с гнездами	Местообитание (укрытие, кормовая база)
4	Сухостой хвойных пород	Местообитание (укрытие, кормовая база)
5	Группы возобновления	Местообитание (укрытие, кормовая база)
6	Скопления валежника	Местообитание (укрытие, кормовая база)
7	Микробиотопы редких и исчезающих видов растений и животных	Сохранение биоразнообразия и местообитаний (укрытие, кормовая база)
8	Небольшие участки леса на заболоченных понижениях и водотоках	Местообитание (укрытие, кормовая база). Регуляция водного баланса. Буферная зона шириной 10–50 м
9	Небольшие участки леса вокруг родников радиусом 50 м	Местообитание (укрытие, кормовая база). Регуляция водного баланса. Буферная зона шириной 10–50 м.

**Таблица 3 – Перечень экологических коридоров**

№ п/п	Наименование	Описание	Ограничения хозяйственных мероприятий
1	Насаждения водоразделов, соединяющих смежные бассейны рек лесотаксационными выделами или их частями шириной до 300 м	Заболоченные насаждения; дренированные насаждения	Сплошные рубки главного пользования запрещены
2	Насаждения водораздельных пространств, соединяющие верховые болота в единую гидрологическую систему лесотаксационными выделами или их частями шириной до 300 м	Заболоченные насаждения; дренированные насаждения	Сплошные рубки главного пользования запрещены
3	Насаждения долин рек с буферной зоной 50–100 м	Заболоченные насаждения; дренированные насаждения	Сплошные рубки главного пользования запрещены

### Опытный полигон

Предполагается, что формализация природной основы производится в пределах территории, характеризуемой однородным климатом, направлением процесса денудации местности, почвообразования, сходными геоморфологическими показателями, гидрологическим режимом и представленностью в насаждениях типологических групп лесообразующих пород деревьев (Фарбер и др., 1993, Михалев и др., 2001). В качестве такого рода территории может служить Чуно-Ангарская подпровинция лиственнично-сосновых лесов Среднесибирской провинции светлохвойных лесов (Коротков, 1994). Местоположение опытного полигона – западная часть арендной территории ООО «ИлимСибЛес», включающая часть бассейна реки Кова, а также верховья рек Тушама и Бадарма.

### Опыт создания ландшафтно-типологической карты

Методика предоставляет выбор ландшафтного, типологического и ландшафтно-типологического подходов. Методика предоставляет также выбор способа формирования природной основы, а именно – субъективный, основанный на анализе лесотаксационной информации и тематических карт, и объективный, использующий возможности компьютерных программных средств, с помощью которых по задаваемым параметрам условий произрастания в автоматическом режиме можно выделять ландшафты и далее их типизировать.

Авторы согласны, что поскольку каждый ландшафт несет черты индивидуальности, поэтому природную основу методически правильно формировать на принципах ландшафтного подхода. Одновременно авторы понимают, что для цели ведения лесного хозяйства (все системы рубок леса – составляющие комплекса лесохозяйственных мероприятий) в лесах Приангарья, где лесоустройство проведено методом классов возраста, типизация насаждений обязательна. Поэтому *природная основа на опытном полигоне формировалась с использованием ландшафтно-типологического подхода*.

Авторы с уважением относятся к ландшафтovedам и лесным типологиям, разрабатывающим свои тематические продукты на основе анализа доступной информации и собственного опыта. При этом авторы отдают себе отчет, что получаемые при этом результаты включают не только научную компоненту, а также элементы искусства – следствие субъективности. Научная и практическая значимость итогового продукта зависит от таланта разработчиков и не может быть повторена другими исполнителями. Поэтому *формализацию и типизацию ландшафтов опытного полигона было решено провести в автоматическом режиме с использованием компьютерной техники*.

**Исходный материал.** Для создания ландшафтно-типологической основы использован следующий исходный тематический материал:

- цифровые топографические карты масштаба 1 : 200000, включающие слой изолиний высот местности (через каждые 20 м) и слой гидрографической сети;

- план лесонасаждений масштаба 1 : 50000, переведенный в цифровой формат;
- таксационные описания насаждений тестового участка;
- цифровой космический снимок Landsat (разрешение пикселя изображения 30×30 м);
- аэрофотоснимки среднего масштаба, переведенные в цифровой формат.

В качестве показателей–входов в природную основу использованы:

- абсолютная высота (высота над уровнем моря);
- величина уклона (Михалев, Фарбер 2001).

**Получение распределения уклонов местности.** Каждому пикселю тестового участка на топографической карте отвечает определенный уклон местности (приняты дискретные значения с градацией один градус). Средствами программного пакета ERDAS Imagine каждому градусу уклона поставлено в соответствие значение тона «серой шкалы». В результате этой операции появляется возможность получения изображения уклонов посредством окраски пикселов тестового участка в отвечающие им серые тона. Смежные пиксели, отличающиеся величиной уклона до 1°, объединены в общие контуры. Таким образом, каждому градусу уклона в пределах тестового участка отвечает определенное количество контуров, что позволяет построить соответствующий график (рис. 1).

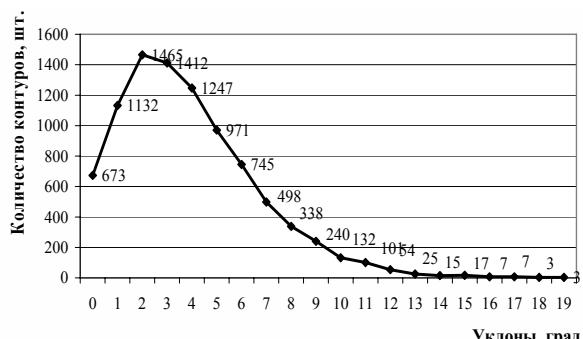


Рисунок 1 – Распределение уклонов местности

**Получение распределения абсолютных высот местности.** Последовательность операций аналогична, как и для уклонов местности. Каждому пикселю тестового участка на топографической карте отвечает определенная абсолютная высота местности (приняты дискретные значения высот с градацией 20 м). Средствами программного пакета ERDAS Imagine каждой высоте через 20 м поставлено соответственно значение тона «серой шкалы». В результате этой операции появляется возможность получения изображения высот посредством окраски пикселов тестового участка в отвечающие им серые тона. Смежные пиксели, отличающиеся до 20 м высоты местности, объединены в общие контуры. Таким образом, каждой градации высот местности в пределах тестового участка отвечает определенное количество контуров, что позволяет построить соответствующий график (рис. 2).

Средствами программного пакета ERDAS Imagine посредством интерполяции изолиний рельефа,

отображаемых на цифровой топографической основе, сформирована цифровая модель рельефа

**Формализация природной основы.** Характер линии распределения уклонов (рис. 1) позволяет выделить три класса уклонов: 0–1°, 2–9°, ≥10°. Первый класс уклонов – выровненные местоположения относятся к долинам рек и плоским водораздельным пространствам. Второй класс – склоны разных экспозиций. Третий класс – более крутые склоны на водоразделах, формирующих рельеф из останцевых гор трапповых интрузий.

Характер линии распределения абсолютных высот (рис. 2) позволяет выделить три класса высот: ≤340 м, 350–420 м, ≥430 м. Первый класс высот тяготеет к долине реки Магдан. Второй класс – местность между долиной реки и главным водоразделием рек Кова и Ангара. Третий класс – водораздельные пространства между основными реками, протекающими по территории тестового участка.

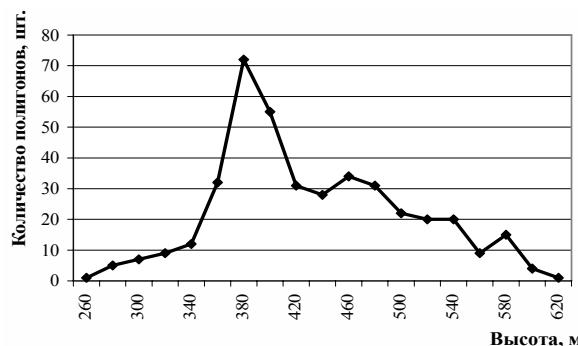


Рисунок 2 – Распределение абсолютных высот местности

Геоморфологические показатели (координаты природной основы) – углы наклона и абсолютные высоты определяют двумерную классификационную систему местоположений. Три класса уклонов и три класса высот формируют природную основу, теоретически включающую девять страт (табл. 4). Фактически же территория тестового участка представлена семью стратами. Склоны менее 10 градусов на высотах более 430 м отсутствуют.

Таблица 4 – Нумерация страт природной основы (страт ландшафтов)

Уклон, градус	Абсолютная высота местности, м		
	≤340	350–420	≥430
0–1	11	12	13
2–9	21	22	23
≥10	31	32	33

Совмещение слоев, представляющих контуры уклонов и высот, средствами программного пакета Arc View 3.1 дает пространственный рисунок искомой природной основы. Мелкие до 30 га (ориентир – средняя площадь лесотаксационного выдела) контура далее были растворены в окружающих более крупных. После этой операции природная основа приобретает итоговый вид.

Используемый нами способ автоматической формализации природной основы насаждений позволяет получить следующие преимущества:

- различия лесорастительных условий между стратами природной основы становятся значимы;
- контурное дешифрирование при использовании классов уклонов и абсолютных высот приобретает объективный характер;
- страты природной основы получают количественную размерность;
- за счет строгой последовательности взаимо-положения страт природной основы, качества дифференциации лесорастительных условий, наглядности и логичности интерпретации анализируемых показателей насаждений достигается получение более точных и обоснованных результатов при решении лесных научно-прикладных задач.

Полученные контуры ландшафтов анализируются совместно с тематическими картами (топографическими, геологическими, геоморфологическими и др.), а также с планами лесонасаждений и изображением полога леса на аэрокосмоснимках. На карте ландшафтов вносятся необходимые по мнению разработчиков корректизы.

Файл, в котором собрана информация о составляющих ландшафтно-типологической карты, представляет собой *проект* в среде программного продукта Arc View. Для рассматриваемого варианта ландшафтно-типологической карты в проекте по-слойно собрана информация:

- контур тестового участка;
- изображение лесного полога на космическом снимке;
- изображение лесного полога на аэроснимках среднего масштаба;
- лесотаксационная информация – квартальная сеть, окрашенные по цветам преобладающих пород контуры выделов и др.;
- контуры природной основы;
- гидрологическая сеть;
- контуры изолиний высот.

В атрибутивные таблицы слоев проекта вносятся показатели, количественно характеризующие местность, рельеф, гидрологический режим и представляющие эти полигоны насаждения. Данные атрибутивных таблиц и визуальный анализ изображения слоев проекта позволяют типизировать насаждения и формировать экологическую сеть.

#### **Опыт типизации насаждений (описание насаждений тестового участка)**

В результате применения методики (посредством анализа таксационных характеристик насаждений, проведенного в разрезе страт природной основы) сформированы типологические группы насаждений (Фарбер и др., 1993). В результате интерпретации значений таксационных показателей типологических групп получено нижеследующее описание, кратко характеризующее насаждения, произрастающие на тестовом участке.

**Долины рек.** В верховьях рек по сточным логам и понижениям размещаются болота. С понижением высотной отметки в речных долинах произрастают еловые насаждения, в примеси включающие кедр и березу. В зависимости от условий увлажнения почв

это или заболоченные, или напротив, дренированные местоположения. На переувлажненных местах с ухудшенной аэрацией почвы произрастают долгомошные, моховые или голубично-зеленомошные ельники V, реже IV классов бонитета. Дренированные участки также занимают ельники со сходным породным составом, но их класс бонитета выше – III, а ниже по течению – даже II.

**Выровненные водораздельные пространства.** Наибольший для тестового участка по абсолютной высоте водораздел между реками Кова и Ангара представлен зеленомошными елово-кедровыми древостоями с примесью пихты и березы. Варьирование породного состава достаточно широкое – до чистых кедровачей. Производительность – IV класс бонитета, запасы около 130–150 м<sup>3</sup> на 1 га. Значительные площади занимают болотные системы. По мере приближения к краю болот насаждения становятся все более увлажненными, а класс бонитета последовательно снижается до V. На мерзлотных почвах произрастают кустарничково-зеленомошные и кустарничково-мшистые лиственничники невысокой производительности – IV–V классы бонитета.

Водораздельные пространства между ручьями второго порядка заняты мелкотравно-зеленомошными лиственничниками III класса бонитета и ягодно-зеленомошными сосновками III и IV классов бонитета. Повышение абсолютных высот создает лесорастительные условия, при которых формируются переходные типы насаждений.

**Слоны.** Сосновые разнотравные и ольховники-разнотравные насаждения на супесчаных почвах, а также брусличные сосновые насаждения расположены на склонах южных экспозиций. Сосновые зеленомошные, а также лиственничные зеленомошные и мелкотравно-зеленомошные лиственничники (часто со вторым ярусом из темнохвойных пород деревьев) занимают склоны северных экспозиций. Производительность зеленомошных и разнотравных древостоев практически не различается.

**Опыт пространственной организации арендной территории – первый уровень экологической сети.** Ландшафтно-типологическая карта в ГИС-формате представляет собой универсальный инструмент, предназначенный для проектирования видов пользования лесом, лесохозяйственных и биотехнических мероприятий, в том числе для проектирования послерубочной пространственной структуры насаждений.

**Проектирование экологической сети, соединяющей ООПТ.** Расположение тестового участка в непосредственной близости от административной границы Иркутской области и Красноярского края диктует необходимость включения в рассмотрение ООПТ обоих регионов. Ближайшие к тестовому участку ООПТ «Дешембинский», «Кежемское многоостровье» – заказники, включенные в Схему развития ООПТ Красноярского края до 2015 г.

Каркас сети представляют насаждения, произрастающие на водоразделах рек первого (Ангара) и второго порядков (Кова, Мура, Чуна, Бирюса), а также

насаждения долин этих рек. Показано взаимоположение тестового участка с элементами каркаса – водоразделом и долинами рек Кова и Ангара.

На водоразделах в каркас экологической сети включены верховые болота, а также прилегающие к ним переувлажненные багульниково-сфагновые светлохвойные и зеленомошные темнохвойные низкобонитетные насаждения. Каркас экологической сети также представляют водоохранные леса, расположенные вдоль рек Кова и Ангара и имеющие ширину 200 м. Водоохранные леса относятся к защитным, где нормативно установлен экологически приемлемый режим ведения лесного хозяйства.

**Проектирование экологической сети, соединяющей ОЗУ.** В пределах тестового участка лесотаксационные выделы, классифицируемые по Правилам рубок ... (Москва 1994) как ОЗУ, относятся к насаждениям, представляющим берегозащитные леса в верховьях рек Тушама и Бадарма.

Визуальный анализ планово-карографических материалов позволяет констатировать, что по действующим нормативам единого экологического каркаса, объединяющего ландшафты природной основы, не создается. Необходимы существенные дополнения, в качестве которых следует использовать насаждения вдоль всех существующих водотоков и насаждения, соединяющие вершины рек и ручьев. Насаждения, экологически равнозначимые, выделенные при лесоустройстве как ОЗУ (реки Тушама и Бадарма), расположены в долинах рек Нижний Магдан, Чегочан, Пруда, Аракан и др. Вдоль этих рек следует предусмотреть выделение дополнительных ОЗУ. Вершины рек должны быть соединены цепочкой насаждений.

Наложение двух уровней генерализации экологической сети – уровень ООПТ и уровень ОЗУ дает общую экологическую сеть. Таким образом, экологическая сеть тестового участка формируется из насаждений ОЗУ (ядер сети) и цепочек насаждений, соединяющих ядра с близлежащими ООПТ. В основном, экологическая сеть представлена насаждениями долин рек, ручьев и водораздельных пространств, т. е. наиболее продуктивными по биоразнообразию биотопами для южно-таежных видов фауны, включая их редкие и исчезающие виды.

### Выделение на лесосеках микробиотопов – второй уровень экологической сети

Опыт проектирования модельных лесов (Романюк и др., 2002) показывает, что сохранение микробиотопов, к которым тяготеют редкие виды растительного и животного мира, является необходимым условием для поддержания биоразнообразия. Таким образом, для сохранения лесного биоразнообразия на вырубках следует максимально сохранять лесную среду, что достигается посредством сохранения ключевых объектов – микробиотопов (элементов лесной среды, являющихся средой обитания видов флоры и фауны, способствующих сохранению на вырубках биологического разнообразия).

Выделение на лесосеках микробиотопов производится в процессе натурного обследования при

отводе лесосек. Маркируются объекты – микробиотопы и, подлежащие сохранению. Перечень выделяемых объектов дан выше. Для насаждений тестового участка из этого перечня характерны:

- отдельные деревья и небольшие группы лиственных пород;
- хвойные деревья предыдущего поколения (низкотоварные отдельные деревья возрастом более 200 лет) и их небольшие группы;
- деревья с гнездами;
- сухостой хвойных пород;
- скопления валежника;
- группы возобновления;
- участки леса в заболоченных понижениях;
- небольшие ручьи, родники.

Перечислим основные аргументы, обосновывающие экологическую целесообразность сохранения на вырубках лиственных деревьев:

- сохраняется лесная среда – условие сохранения биоразнообразия, препятствие иссушению почв и водной эрозии;
- значительно снижается пожароопасность на вырубках и далее в молодых насаждениях;
- ежегодный опад листвьев раскисляет почву и поддерживает ее плодородие (условие сохранения производительности древостоев);
- в процессе сукцессионных изменений береза и тем более осина из состава выпадают, происходит естественное изреживание древостоя, благодаря которому оставшаяся часть хвойных деревьев к возрасту рубки набирает максимальную для данных условий полноту и запас;
- при условии достаточной минерализации почвы оставленные лиственные породы не влияют на процесс последующего естественного возобновления;
- насаждения со сложным породным составом более устойчивы к внешним воздействиям (вредители леса, пожары).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Коган, А.Б. Биологическая кибернетика: учеб. пособие для вузов. изд. 2-е, перераб. и доп. / А.Б. Коган [и др.]. – М.: Высшая школа, 1977. – 408 с.
- Коротков, И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР / И.А. Коротков // Углерод в системах лесов и болот России / под ред. В.А. Алексеева и Р.А. Бердси. – 1994. – С. 29–47.
- Минаев, В.Н. Использование ландшафтной основы для устойчивого управления лесами / В.Н. Минаев, С.В. Тетюхин, А.В. Любимов // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 177–184.
- Михалев, Ю.А. Формализация природной основы насаждений / Ю.А. Михалев, С.К. Фарбер // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. Матер. междунар. конф., 5–7 сентября 2001. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 344.
- Правила рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири. – М., 1994. – 40 с.
- Развитие региональных систем охраняемых природных территорий / В.А. Соколов [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 131 с.
- Романюк, Б.Д. Природоохранное планирование ведения лесного хозяйства / Б.Д. Романюк, А.Т. Загидуллин

- на, А.А. Кнізе. WWF, 2002. – 12 с.
- Фарбер, С.К. Типологическая стратификация насаждений по среднемасштабным аэроснимкам / С.К. Фарбер, Ю.А. Михалев // Лесоведение, 1993. – № 5.
- С. 69–71.
- Фарбер, С.К. Формирование древостоев Восточной Сибири / С.К. Фарбер. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 437 с.

---

Поступила в редакцию 31 февраля 2008 г.  
Принята к печати 27 августа 2008 г.