



## ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 630\*187

С. К. Фарбер, Е. В. Федотова

### ОПЫТ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИАНГАРЬЯ (на примере арендной территории Высокогорского филиала ОАО ЛЛДК №1)

*В статье рассмотрена методика компьютерной формализации природной основы, предназначенной для организации и ведения лесного хозяйства. Авторы считают, что контурное дешифрирование нужно производить в автоматическом режиме с использованием инструментария ГИС, в качестве входов в классификацию страт природной основы использовать наиболее информативные показатели топографии – уклон и абсолютную высоту местности.*

**Ключевые слова:** ландшафт, тип леса, страты природной основы, контурное дешифрирование, уклон и абсолютная высота местности.

S.K. Farber, E.V. Fedotova

### EXPERIENCE OF NATURAL BASE FORMALIZATION FOR FORESTRY ORGANIZATION AND MANAGEMENT IN PRIANGARYE REGION (on the example of lease territory of the Vysokogorsky branch of PJSC LLDK №1)

*The technique for natural base computer formalization that is aimed at forestry organization and management is considered in the article. The authors consider that contour interpretation is to be performed in the automatic regime with GIS instrument application, as the inputs for the natural base strata classification the most informative topographic factors such as slope and altitude above sea level are to be used.*

**Key words:** landscape, forest type, natural base strata, contour interpretation, slope and altitude above sea level.

**Введение.** Пространственное распределение насаждений лесотаксационных выделов не хаотично, а подчинено закономерной смене лесорастительных условий, производных от геоморфологии местности и гидрологического режима почв. В местоположениях, объединенных по признаку однородности лесорастительных условий, произрастают однотипные насаждения [3]. Вариация таксационных показателей насаждений здесь минимальна, что позволяет выйти на лучшие результаты точности их оценок. Формализация природной основы есть выделение таксономических единиц местности, сходных по лесорастительным условиям. Природная основа позволяет планировать лесохозяйственные мероприятия, а также решать вопросы, связанные с управлением арендными территориями, которое при этом получает научное обоснование.

Считаем принципиально важным, что лесное хозяйство должно базироваться на природной основе. Формализация объектов природоизучающих дисциплин в единой системе, практикуемая в настоящее время, является правильной. Пример – ландшафтный подход, при котором территория обследования представлена в форме иерархически соподчиненных природно-территориальных комплексов. Для организации лесного хозяйства применяются модификации качественно другой природной основы – типов лесов. В Сибири используется типология В. Н. Сукачева. В рамках типологических классификаций насаждения характеризуются общностью параметров местоположений. Типы лесов в отличие от ландшафтных построений равнозначимы, т. е. иерархически не соподчинены.

**Цель работы.** Обсуждение основных положений методики компьютерной формализации природной основы, предназначенной для организации и ведения лесного хозяйства.

### Методика

**Выбор подхода.** Требуется выполнить контурное дешифрирование, т. е. разграничение арендной территории на участки, различающиеся по лесорастительным условиям. В. И. Сухих и др. [2] различают три варианта технологии контурного дешифрирования: *визуальное* (глазомерное, аналитическое); *измерительно-автоматическое* (машинное); *аналитико-измерительное* (интерактивное). Разработчикам предоставляется право выбора технологии контурного дешифрирования. Для формализации природной основы – это выбор ландшафтного или типологического подходов. Предоставляется также выбор способа формализации, а именно субъективный, основанный на анализе лесотаксационной информации и тематических карт, и объективный, использующий возможности компьютерных программных средств, с помощью которых по задаваемым параметрам (характеристикам) местности в автоматическом режиме можно выделять ландшафты и далее типизировать их в страты.

Поскольку каждый ландшафт несет черты индивидуальности, следует согласиться, что природную основу методически правильно формировать на принципах ландшафтного подхода. Одновременно необходимо понимать, что для цели организации и ведения лесного хозяйства в лесах Приангарья, где лесоустройство проведено методом классов возраста, типизация насаждений также обязательна. Полагаем поэтому, что природная основа должна формироваться с использованием ландшафтных принципов, что не исключает дальнейшей типизации произрастающих на арендной территории насаждений.

Авторы с уважением относятся к ландшафтоведам и лесным типологам, разрабатывающим свои тематические продукты на основе анализа доступной информации и собственного опыта. Очевидно, что получаемые результаты включают не только научную компоненту, но и элементы «искусства», которые неизбежно вносят значимую долю субъективизма. Научная и практическая значимость итогового продукта при этом напрямую зависит от таланта разработчиков и не может быть повторена другими исполнителями. С помощью программного инструментария ГИС достаточно просто создаются информационные слои различной тематики и производится их анализ. Полагаем, что при наличии теории ландшафтных и типологических построений, а также программных продуктов ГИС *формализацию природной основы следует производить в автоматическом режиме с использованием компьютерных программных средств*. Вариант автоматического дешифрирования контуров природной основы излагается ниже.

**Выбор показателей-входов в природную основу.** Территория обследования (арендная территория лесозаготовительного предприятия) должна располагаться в границах района, характеризуемого однородным климатом, направлением процесса денудации и почвообразования, сходными геоморфологическими показателями, гидрологическим режимом и перечнем лесобразующих пород деревьев. Такие условия выдерживаются в пределах границ физико-географического района [1] или субэкорегiona [5].

По С. К. Фарберу, Ю. А. Михалеву [4], в качестве входов в природную основу выбираются показатели, обладающие наибольшим влиянием на лесообразовательный процесс. Условия произрастания зависят от микроклимата, почвенного строения и гидрологического режима почв.

Микроклимат определяется главным образом геоморфологическими показателями – гипсометрическим уровнем и экспозицией.

Тип почвы есть производное подстилающей почвообразующей породы. Причем набор пород литогенной основы вполне конкретен, поскольку напрямую определяется генезисом территории. При этом каждая почвообразующая порода в данных климатических условиях характеризуется уклоном местности.

Особенности гидрологического режима почв зависят от принадлежности данного типа почвы к определенным формам рельефа, которые одновременно отражают местоположение участка (лесотаксационного выдела) относительно ближайшего водотока.

В качестве входов в природную основу, которые определяют наиболее общие контуры страт природной основы и соответственно их наименьшее количество исходя из их информативности, выбраны:

- абсолютная высота (высота над уровнем моря);
- величина уклона.

В качестве дополнительных входов в природную основу при необходимости дальнейшей дифференциации ее контуров могут использоваться: форма рельефа, экспозиция склонов и породный состав древо-стоя лесотаксационного выдела.

**Программное преобразование цифровых топографических карт.** Информацию об абсолютных высотах и величинах уклонов местности можно извлечь из топографических карт. Требуется из векторных слоев изолиний рельефа создать векторный слой полигонов, каждый из которых соответствует территории с определенной градацией высот и крутизной склонов. Преобразование цифровых топографических карт может производиться с использованием любых ГИС, в которых представлен соответствующий программный модуль. При этом само преобразование сводится к двум основным итерациям:

1. Из исходных векторных слоев собирается один, охватывающий территорию обследования. Затем этот слой импортируется в программу *Serfer* для получения специальной программой-интерполятором растрового слоя абсолютных высот. В результате получается растровый слой с размером пикселя 35 м на местности.

2. Полученный растр средствами ГИС *ERDAS Imagine* преобразуется в нужную проекцию (приняты к использованию проекции – универсальная, поперечная, Меркатора). По слою абсолютных высот строится слой уклонов и переводится в векторный формат полигональной структуры. Затем растр высот пересчитывается в слой с градациями высот через 10 м и также переводится в векторный полигонный слой. Таким образом, формируются векторные слои, характеризующие уклоны и абсолютные высоты.

Атрибутивные данные по высотам и уклонам местности используются как основа для построения их рядов распределения. Анализ рядов распределений позволяет определить интервалы на градуированных осях абсолютных высот и уклонов, которые и определяют количество страт природной основы.

## Результаты и обсуждение

**Получение распределения уклонов местности.** Каждому пикселю участка местности на топографической карте отвечает определенная величина уклона (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 пикселей тестового участка в отвечающие им серые тона. Смежные пиксели с одной величиной уклона далее объединяются в контур. Таким образом, каждому градусу уклона в пределах объекта изучения соответствует определенное количество контуров, что позволяет построить эмпирическое распределение уклонов местности (рис. 1).

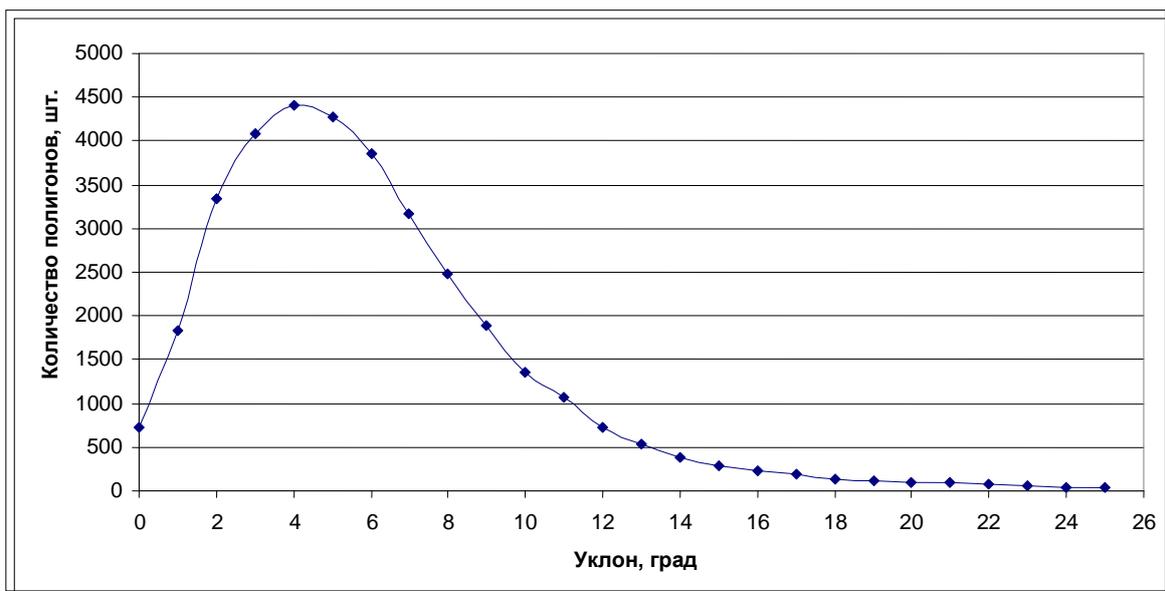


Рис. 1. Распределение уклонов местности (Высокогорский филиал)

**Получение распределения абсолютных высот местности.** Последовательность операций в целом аналогична, как и для уклонов местности. Каждому пикселю участка местности на топографической карте отвечает определенная абсолютная высота (использованы дискретные значения с градацией 20 м). Средствами программного пакета ERDAS Imagine каждой высоте через 20 м поставлено в соответствие значение тона «серой шкалы». В результате этой операции появляется возможность получения изображения высот посредством окраски пикселей участка в отвечающие им серые тона. Смежные пиксели, характеризующиеся одной величиной абсолютной высоты, далее объединяются общим контуром. Таким образом, каждой высоте в пределах тестового участка отвечает определенное количество контуров, что позволяет построить соответствующий график эмпирического распределения абсолютных высот местности (рис. 2).



*Рис. 2. Распределение абсолютных высот местности (Высокогорский филиал)*

**Интерпретация результатов.** Визуальный анализ формы кривой распределения уклонов позволяет выделить три градации уклонов: 0–2 град, 3–9 град,  $\geq 10$  град (рис. 1). Аналогично визуальный анализ формы кривой распределения абсолютных высот позволяет выделить два гипсометрических уровня: до 300 м;  $\geq 300$  м (рис. 2). Координатные оси, т. е. величина уклона и абсолютная высота, определяют двумерную классификацию местоположений. Три класса уклонов и два класса высот формируют природную основу из шести страт. Исходя из удобства представления результатов формализации природной основы, нумерация страт далее может быть произведена в различных вариантах, например римскими цифрами или в виде двумерного массива чисел (рис. 3).

**Картирование.** Совмещение слоев, представляющих контуры уклонов и высот, средствами ГИС дает пространственный рисунок искомой природной основы (использованы программные средства ArcView 3.1). Мелкие (до 30 га) контуры (ориентир – средняя площадь лесотаксационного выдела) были растворены в окружающих – более крупных. После этой операции природная основа приобретает итоговый вид (рис. 3).

**Характеристика насаждений страт природной основы.** На арендной территории Высокогорского филиала ОАО ЛЛДК № 1 произрастают спелые и перестойные темнохвойные насаждения. Преобладают пихтовые древостои II–III классов бонитетов, занимающие водораздельные и склоновые пространства. В составе древостоя преобладает пихта сибирская, обычно также примесь кедра сибирского, ели обыкновенной, березы обыкновенной и осины обыкновенной. Породный состав древостоев колеблется от 10П до 6П2Е2К. Повышение гипсометрического уровня местности сопровождается увеличением в древостое количества кедра сибирского. Группы типов лесов – мелкотравно-зеленомошные, зеленомошные, реже осочково-разнотравные. В пониженных припойменных местоположениях и собственно в поймах рек и ручьев расположены смешанные еловые и кедровые насаждения. По степени увлажнения насаждения Высокогорского филиала относятся к мезоморфным. Исключение – заболоченные ельники, произрастающие в поймах на недренированных почвах.

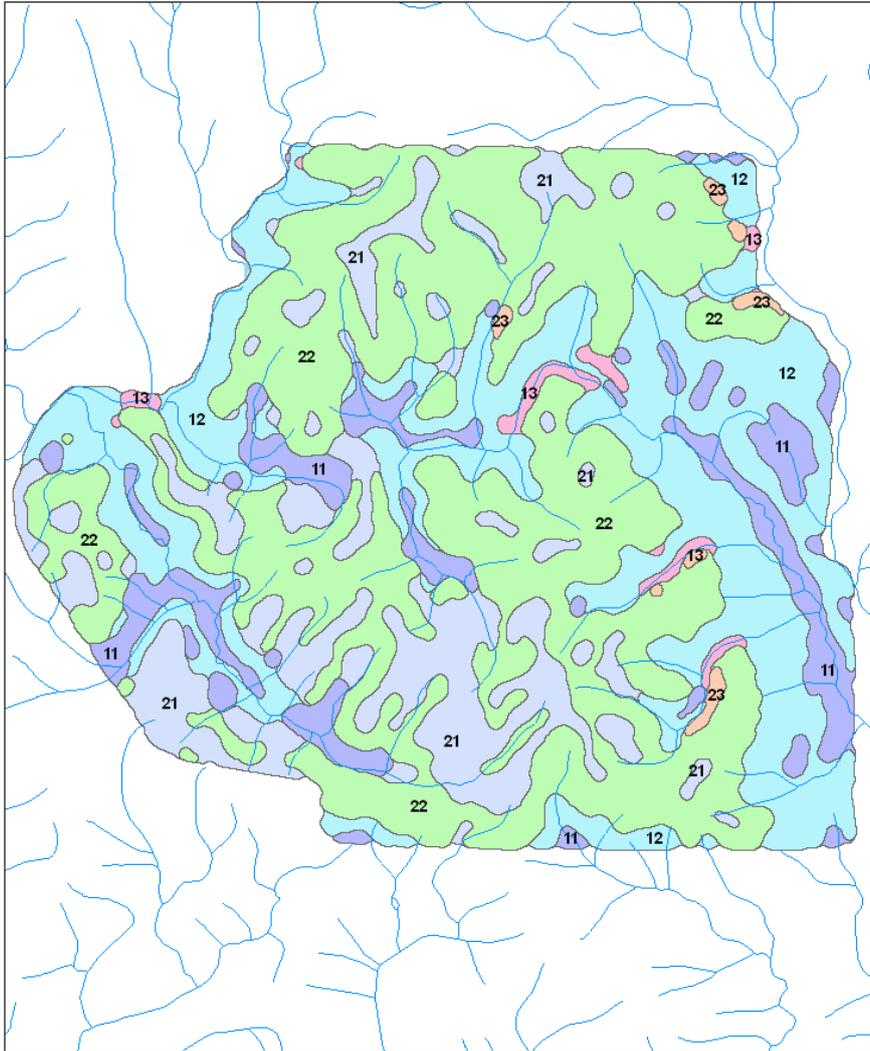


Рис. 3. Страты природной основы (Высокогорский филиал)

Примечание: 22 – код страты (использована нумерация двумерного массива чисел)

**I страта** (код 11). Местоположения – выровненные водоразделы между реками. Средний состав фонового насаждения – 10П. Единично встречаются кедр, береза, осина. Возраст пихты от 130 до 170 лет. Насаждения III класса бонитета разновозрастные, 2-го класса товарности. В стволовой части пихты зачастую развивается стволовая гниль. Деревья пихты подвержены ветровалу и бурелому. Естественное лесовосстановление на вырубках протекает через смену пород (березу).

**II страта** (код 12). Местоположения – пологие, от 2 до 9°, склоны на водораздельных пространствах. Насаждения по таксационной характеристике тождественны насаждениям I страты. Средний состав фонового насаждения 10П. Единично встречаются кедр, береза, осина. Возраст пихты от 130 до 170 лет. Насаждения III класса бонитета разновозрастные, 2-го класса товарности. В стволовой части пихты зачастую развивается стволовая гниль. Деревья пихты подвержены ветровалу и бурелому. Отличия связаны с большей дренированностью почв, вследствие чего в древостое появляется рябина обыкновенная, а напочвенный покров отличается большим видовым разнообразием. Естественное лесовосстановление на вырубках протекает через смену пород (березу).

**III страта** (код 13). Местоположения – крутые, более 10°, склоны на водораздельных пространствах. Встречаемость контуров страты менее 1% площади арендной территории. Лесоэксплуатационная значимость отсутствует.

**IV страта** (код 21). Местоположения – околоречные участки с уклоном до 2°, террасы рек и ручьев, долины. Средний состав фонового насаждения 5ЕЗП2К. Выражена разновозрастность древостоев.

Возраст ели и кедра варьирует от 150 до 250 лет, пихты – от 130 до 170. Класс бонитета III, реже II. Насаждения близки к климаксовым. Естественное лесовосстановление на вырубках протекает через смену пород (березу, осину).

**V страта** (код 22). Местоположения – околопойменные с уклоном от 2 до 9°, террасы рек и ручьев, долины. Средний состав фонового насаждения 6П2Е2К. Выражена разновозрастность древостоев. Класс бонитета – III. Естественное лесовосстановление на вырубках протекает через смену пород (березу).

**VI страта** (код 23). Местоположения – крутые, более 10°, склоны к рекам. Встречаемость контуров страты менее 1 % площади арендной территории. Лесоэксплуатационная значимость отсутствует.

**Заключение.** Излагаемый способ 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 взаимоположения 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 природной основы анализируются совместно с топографическими и тематическими картами (геологическими, геоморфологическими и др.), а также с планами лесонасаждений и изображением полога леса на аэрокосмических снимках. В конфигурацию контуров вносятся необходимые, по мнению разработчиков, коррективы.

Стратификация насаждений, например для актуализации лесоинвентаризационных данных, предполагает большую дробность деления территории, соответствующую уровню лесотаксационного выдела. В качестве дополнительных входов в природную основу могут использоваться: *форма рельефа, экспозиция склонов, породный состав древостоя.*

Средствами программного пакета ГИС, например ERDAS Imagine, посредством интерполяции изолиний рельефа далее при необходимости может формироваться цифровая модель рельефа местности.

### Литература

1. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высш. шк., 1991. – 368 с.
2. *Сухих В.И.* Аэрокосмические средства и методы исследования лесных ресурсов на базе ГИС-технологий: учеб. пособие. – М., 1999. – 305 с.
3. *Фарбер С.К.* Лесные измерения по среднемасштабным аэроснимкам. – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 106 с.
4. *Фарбер С.К., Михалев Ю.А.* Типологическая стратификация насаждений по среднемасштабным аэроснимкам // Лесоведение. – 1993. – № 5. – С. 69–71.
5. *Фарбер С.К.* Формирование древостоев Восточной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 437 с.

