

УДК 630*182*24

ОРДИНАЦИЯ ТИПОВ ЛЕСА УЛУГХЕМСКОГО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО ОКРУГА ТУВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КЛИМАТА И РЕЛЬЕФА

© 2014 г. Р. Т. Мурзакматов, В. Л. Кошкарова, С. К. Фарбер

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: takcator_m@mail.ru, avkashkara@akadem.ru, sfarber@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 07.04.2014 г.

Разнообразие лесорастительных условий определяется сочетанием показателей климата – тепла и влаги. На участках местности их количество распределяется в зависимости от структуры рельефа. Абсолютная высота, уклон, экспозиция имеют размерность. Для решения задач картирования растительных сообществ появляется возможность использования цифровых моделей рельефа. В работе на примере Улугхемского лесорастительного округа с использованием метода прямой ординации выявлены взаимосвязи типов леса с показателями климата и рельефа. Результаты ординации могут служить научным обоснованием картографирования как самих растительных сообществ, так и их экологических ниш.

Ключевые слова: *типы леса, показатели климата и рельефа местности, цифровая модель рельефа, картографирование растительных сообществ, Улугхемский лесорастительный округ, Республика Тыва.*

ВВЕДЕНИЕ

В процессе исследований исторической реконструкции островных сосновых боров Тувы (гранты РФФИ № 11-05-00-175а и 14-05-00088) потребовалось последовательное выполнение следующих этапов:

- выявление показателей климата (тепла и влаги), отвечающих определенному типу леса;
- установление сопряженности типов леса с формами рельефа местности.

Однако взаимосвязи показателей климата и рельефа местности с растительными сообществами имеют значение не только для задач их исторической реконструкции. Диапазон использования гораздо более широкий. Обозначим отдельные научно-практические задачи, которые получают научное обоснование при наличии взаимосвязей растительных сообществ с условиями произрастания:

- оценка нарушенности растительных сообществ;
- выявление списка видов растительности, которые следует использовать для реконструкции техногенных территорий (например, после золотодобычи);

– выбор состава древесных пород для производства лесных культур на не покрытых лесом землях, а также для создания лесных полос на землях сельскохозяйственного назначения.

Современный климат Тувы изучен слабо вследствие неравномерного и редкого распределения по территории метеостанций (Шкляев и др., 2010). Геоморфология местности отличается разнообразием, сложностью структуры и чрезвычайной расчлененностью рельефа. Так, гипсометрическое различие дна Тувинской котловины и окружающих гор достигает 2000 м. Сведения из научной литературы о структуре растительного покрова в совокупности с климатическими показателями Тувы скудны и недостаточны. Для построения зависимостей типов леса от показателей климата и рельефа оказалось возможным использовать только две работы. В первой имеются обобщенные климатические показатели высотных поясов гор Южной Сибири по типам растительности (Поликарпов и др., 1986); во второй – на основе эколого-фитоценотической карты Южной Сибири представлены в генерализованной форме ведущие климатические параметры для типов леса в сочетании с рельефом, позво-

ляющие объединять их в биоклиматические районы (Седельников и др., 2005).

При характеристике типов леса (растительных сообществ) исследователями неоднократно отмечались их качественные и количественные отличия, связанные с формами рельефа местности (Морозов, 1949; Колесников, 1956; Гросвальд, 1965; Куминова и др., 1985 и др.). Сопряженность элементов рельефа местности с типами лесов продемонстрирована также на примере лесов Тувы (Фарбер и др., 2012; Фарбер, Кошкарова, 2013).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лесорастительные условия в самом общем виде определяются показателями *климата и почвенного покрова*. Все другие показатели, которые зачастую фигурируют в качестве входов в классификационные построения растительных сообществ, в действительности являются производными. Так, в диагностических таблицах типов леса указаны показатели местоположения. При этом роль рельефа сводится только к перераспределению тепла и влаги, приходящихся на определенный гипсометрический уровень. Соотношение количеств тепла и влаги, возникающее за счет форм рельефа, создает определенные лесорастительные условия (или экологические ниши), отвечающие тем или иным растительным сообществам: показатели климата и почв для растительности первичны, а показатели рельефа местности вторичны.

Почвенное дешифрирование производится на основе стереоскопического анализа изображения на снимках и взаимосвязей ландшафта с другими компонентами (Корсунов и др., 1979). Однако использование косвенных показателей открывает возможные перспективы для оригинальных трактовок. Именно поэтому при описании почвенного покрова наблюдаются расхождения мнений и несовпадение контуров почвенных и ландшафтных иерархических таксонов. В полной мере это относится к изучению почв и ландшафтного разнообразия территории Тувы (Носин, 1963; Ондар и др., 2000; Самойлова и др., 2001). Поскольку методы прямой дистанционной диаг-

ности почвенного покрова отсутствуют, почву, как фактор, определяющий особенности растительного покрова, из дальнейшего анализа следует исключить. Такого рода методический допуск возможен, если ограничить территорию картографирования таким образом, чтобы в ее пределах обеспечивалась типичность почв. При этом соблюдение прочих равных условий – гипсометрического уровня, уклона и экспозиции – обязательно. Заметим, что перечисленные условия принимаются во внимание в качестве основополагающих при разработке видов природного районирования, поэтому территория картографирования должна лежать в пределах их структурных составляющих.

А. Г. Исаченко (1991) выделяет *физико-географический район*, который характеризуется общностью генезиса рельефа, сравнительно однородными климатическими условиями и, как следствие, индивидуальными атрибутами процесса денудации. В пределах такого района можно ожидать, что почвенное разнообразие является следствием особенностей генезиса подстилающих пород. Типы же почв по определенным гипсометрическим уровням и одинаковым формам рельефа будут закономерно повторяться. По мнению Ю. А. Михалева и С. К. Фарбера (2001), подстилающим почвообразующим породам, а значит и типам почв, отвечают определенные уклоны местности. Получается, что почвенное разнообразие при прочих равных условиях в основном определяется величинами уклонов местности. И если картографирование типов леса будет производиться в пределах физико-географического района, то учет почв становится необязательным.

Д. Л. Арманд (1975) считает, что «методически правильнее, строже начинать районирование сверху» (с. 168), понимая под термином районирование *классификацию территорий, положенную на карту* (дедуктивный подход). Соглашаясь с этой рекомендацией, принимаем за правило – для картографирования типов леса изначально выявлять взаимосвязи с характеристиками почв и климата, а затем переходить к зависимостям от показателей рельефа местности.

Таким образом, принципиальная возможность перехода к картографированию типов леса появляется при условии, что для региона, однородного по происхождению рельефа и

направлению процесса денудации, их качественные и количественные таксационные показатели лимитируются только климатическими факторами. Отсюда следует перечень этапов методики картографирования:

- подобрать систему районирования;
- получить взаимосвязи типов леса с показателями климата;
- распределить местоположения по показателям рельефа в экологические ниши;
- установить сопряженность экологических ниш с типами леса.

Методика позволяет производить крупномасштабное картографирование. С помощью программных средств ГИС на основе материалов цифровых моделей рельефа формируется пространство карты. Требуемые показатели экологических ниш растительных сообществ распределяются на карте по значениям абсолютных высот, уклонов и экспозиции местности. Наличие космических снимков не обязательно, но как инструмент дополнительного контроля снимки, безусловно, будут полезны. Выполнение этапов методики предполагает наличие у исполнителей системных знаний о растительных сообществах территории картографирования.

Сопряженность типов леса с условиями среды выявляется посредством использования методов ординации, позволяющих производить упорядочение объектов изучения вдоль каких-либо осей, определяющих варьирование растительности (Александрова, 1969; Раменский, 1971 и др.). Фитоценозы по свойственным им признакам или экотопу размещают в системе координат (Работнов, 1983). Различают прямые и непрямые методы ординации. В настоящее время более популярны методы непрямого многомерного статистического анализа (Миркин, Наумова, 1998). Метод прямого анализа не теряет своего значения и применяется, когда четко выражен ведущий фактор и его несложно измерить. Отметим, что для цели картографирования типов леса метод непрямой ординации может использоваться только в качестве вспомогательного.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Районирование. В качестве аналога физико-географического района в трактовке А. Г. Исаченко (1991) можно использовать таксон природного районирования – геоботанического, почвенно-географического, гео-

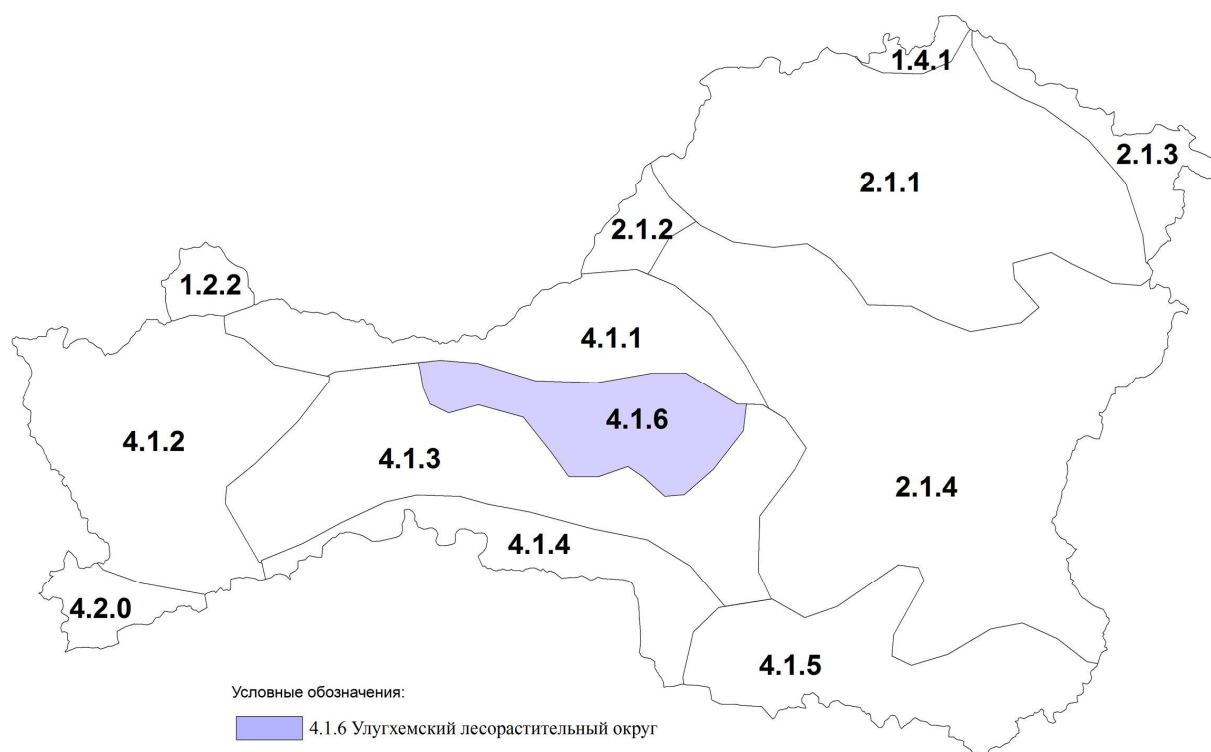


Рис. 1. Схема лесорастительного районирования территории Тувы. Примечание: на схеме сохранена нумерация иерархических таксонов лесорастительного районирования из монографии «Типы лесов..., 1980».

морфологического и т. д. Выбор определяется научным мировоззрением исполнителей. Полагаем, что для изучения лесных сообществ логично использование низшей ступени лесорастительного районирования – лесорастительного округа.

Привязка типов лесов к координатным осям тепла и влаги демонстрируется на примере Улугхемского округа Тувинско-Хангайской котловинно-горной провинции (Типы..., 1980). По лесохозяйственному регламенту ГУ «Шаганарское лесничество» 2008 г. территория округа относится к Тувинскому горно-лесостепному району. Улугхемский лесорастительный округ расположен в центральной части Тувы (рис. 1).

Ординация типов леса по показателям климата. Из набора показателей климата рассматриваются тепло и влага. Соответственно результатом применения прямой двумерной ординации растительности является привязка объектов картографирования к координатным осям:

- суммарному годовому количеству осадков, мм/год;
- годовой сумме активных температур, $\sum t > 10^\circ\text{C}$.

В качестве исходных эмпирических данных для ординации типов леса в координатах тепла и влаги использовались усредненные показатели наблюдений, сделанные на метеостанциях, а также материалы литературных источников (Поликарпов и др., 1986; Шкляев и др., 2010; Седельников и др., 2005). Значения климатических показателей, отвечающие конкретному типу леса, получены в виде их минимальных и максимальных значений. Поэтому местоположение типов леса в координатном поле тепла и влаги отображается в виде прямоугольников (рис. 2).

Определенные сочетания значений тепла и влаги образуют экологические ниши для растительных сообществ. Насаждения, относящиеся к разным типам леса, последовательно сменяют друг друга, т. е. их взаимоположение

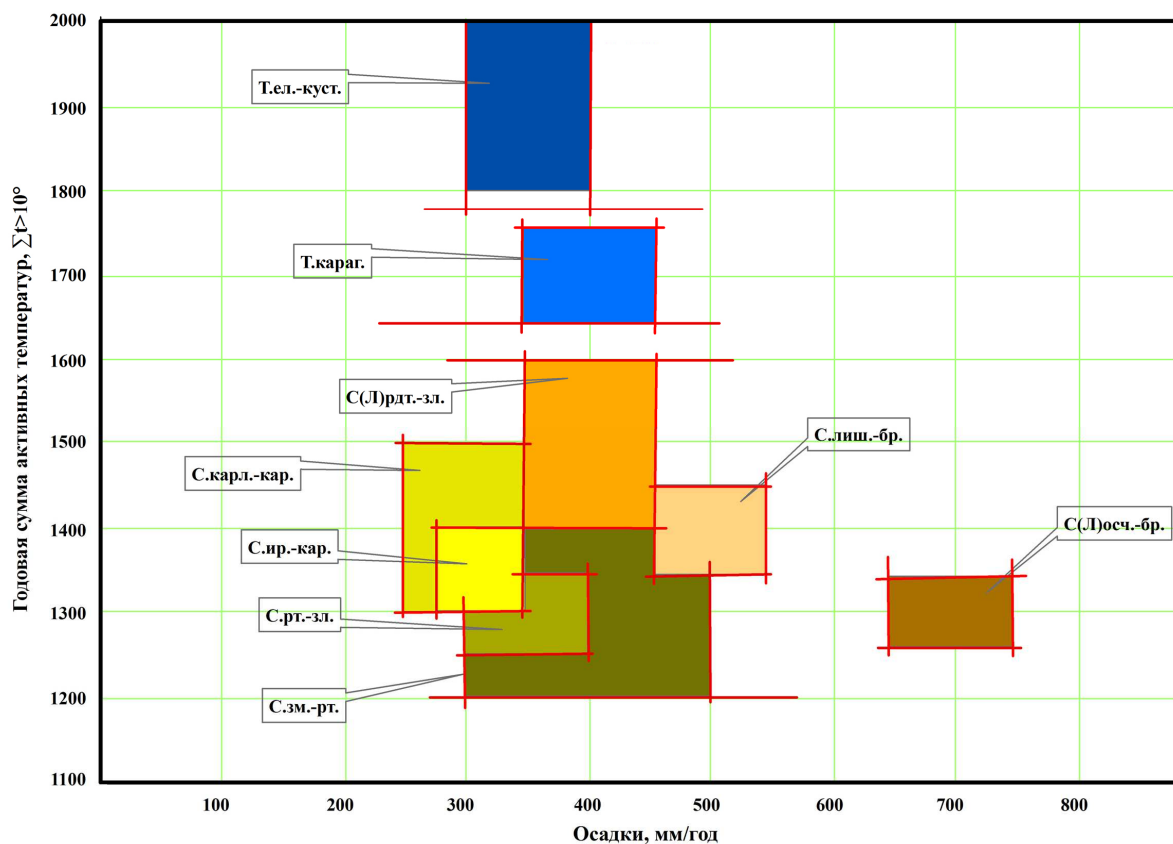


Рис. 2. Распределение типов леса Улугхемского лесорастительного округа в координатах тепла и влаги. Условные обозначения: Т.ел.-куст. – топольник елово-кустарниковый; Т.караг. – топольник карагановый; С(Л)рт.-зл. – сосняк с лиственницей разнотравно-злаковый; С.карл.-кар. – сосняк карликово-карагановый; С.мерт.-пок. – сосняк мертво-покровный; С.ир.-кар. – сосняк ирисово-карагановый; С.рт.-зл. – сосняк разнотравно-злаковый; С.рт.-зм. – сосняк разнотравно-зеленомошный; Л.осч.-рт. – лиственничник осочково-разнотравный.

закономерно. Местами наблюдаются наложения и разрывы. В целом же отражается реально существующее лимитирующее действие климатических факторов, что позволяет ориентироваться в значениях тепла и влаги, при которых происходит смена лесорастительных условий, и, как следствие, получать обоснование при выделении экологических ниш. Подтверждением служат данные легенд эколого-фитоценологических карт Южной Сибири (Седельников и др., 2005) и Азиатской России (Букс и др., 1977), в которых фигурируют сосновые и тополевые леса, произрастающие в сходных лесорастительных условиях (тождественных среднегодовых значениях тепла и влаги). Разрыв между типами леса интерпретируется как экологическая ниша других (не лесных) растительных сообществ (луга, степи), наложение – как экологическая ниша, где лесорастительные условия подходят двум и более типам леса.

Каждому типу леса соответствуют минимальное и максимальное значения сумм активных температур (табл.). Так, разрыв температурного градиента между топольниками Т.ел.-куст. и Т.караг. в действительности вряд ли существует. По крайней мере, лесоводственных объяснений не находится, и, вероятнее всего, наблюдаемая картина есть следствие неточности исходных данных.

Каждому типу леса соответствуют также минимальное и максимальное значения годовых сумм осадков (см. табл.). Суммарное количество осадков, приходящееся на Улугхемский лесорастительный округ, находится в диапазоне от 250 до 750 мм/год. Для примера:

на долю местоположений, где произрастают сосняки С.ир.-кар., приходится осадков от 275 до 350 мм/год.

Можно допустить, что в момент выпадения осадки относительно равномерно покрывают территорию округа, т.е. их количество на единицу площади изначально приблизительно одинаково. Далее поступившее количество влаги распределяется по местности. В границах лесорастительного округа почвенно-грунтовые условия тождественны, что следует из однородности происхождения современного рельефа. Поэтому характер этого распределения однотипен и определяется, главным образом, геоморфологическими особенностями местности. Сток влаги и его интенсивность напрямую зависят от величины уклона. Отсюда следует, что в направлении увеличения увлажнения растительные сообщества постепенно теряют угол уклона. Однако прямолинейность логики в действительности кардинально искажается за счет повышенного испарения влаги с поверхности склонов световых экспозиций. Именно потому наиболее сухие местоположения принадлежат соснякам С.карл.-кар. и С.ир.-кар.

Ординация растительных сообществ по показателям рельефа. В пределах геоморфологически однородной территории роль показателей рельефа в распределении растительности имеет определенную значимость в каждом высотном поясе (Коновалова, 2004). Без учета форм рельефа явной зависимости отличий температурного и гидрологического режимов по типам леса выявить вряд ли возможно. При добавлении в анализ пока-

Амплитуда значений показателей лесорастительных условий по типам леса

Тип леса	Осадки, мм в год	Годовая сумма активных температур, $\sum t > 10^\circ\text{C}$	Абсолютная высота, м	Экспозиция	Уклон местности
				градусы	
Т. ел.-куст.	300–400	2000–1775	314–572	0–360.0	0–2
Т. караг.	350–450	1775–1650	573–716	0–360.0	0–2
С(Л) рдт.-зл.	350–450	1600–1400	773–1003	0–67.5; 292.5–360.0	9–25
С. карл.-кар.	250–350	1500–1300	888–1118	67.5–292.5	0–9
С. мерт.-покр.	450–550	1450–1350	946–1060	0–67.5; 292.5–360.0	0–9
С. ир.-кар.	275–350	1400–1300	1003–1118	67.5–292.5	0–9
С. рт.-зм.	300–500	1400–1200	1003–1233	0–45.0; 315.0–360.0	9–25
С. рт.-зл.	300–400	1350–1250	1060–1175	0–67.5; 292.5–360.0	9–25
Л. осч.-рт.	650–750	1350–1250	1060–1175	0–67.5; 292.5–360.0	2–9

зателей рельефа насаждения «разбегаются» по поймам, водоразделам и склонам различных экспозиций.

Температурный режим определяется прежде всего абсолютной высотой и экспозицией местности. Абсолютная высота учитывается посредством выделения высотно-поясных комплексов. Экспозиция учитывается посредством выделения теневых и световых склонов. Распределение влаги зависит в основном от принадлежности местоположения к долине, равнине или склону. Получение полигонов с заданными величинами абсолютных высот, экспозиции, уклонов, а также их принадлежности к формам рельефа производится средствами ГИС на основе анализа цифровых моделей рельефа. При этом использование в анали-

зе дополнительных осей – показателей рельефа местности – преобразует используемый метод ординации в прямой, многомерный.

Распределение типов леса по абсолютным высотам. На основе данных абсолютных высот и суммарных годовых количеств активных температур $\sum t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, заимствованных из работы (Седельников и др., 2005), получено уравнение регрессии: $h = 2610.86 - 1.15 \times t$, где h – абсолютная высота, t – температура. Связь между переменными уравнения обратная, коэффициент корреляции $r = -0.857$. Выбор линейного вида уравнения регрессии диктуется пониманием, что наши представления об этой зависимости ориентировочные и единственное, что достоверно определяется с помощью такого рода построений, – наличие определенных

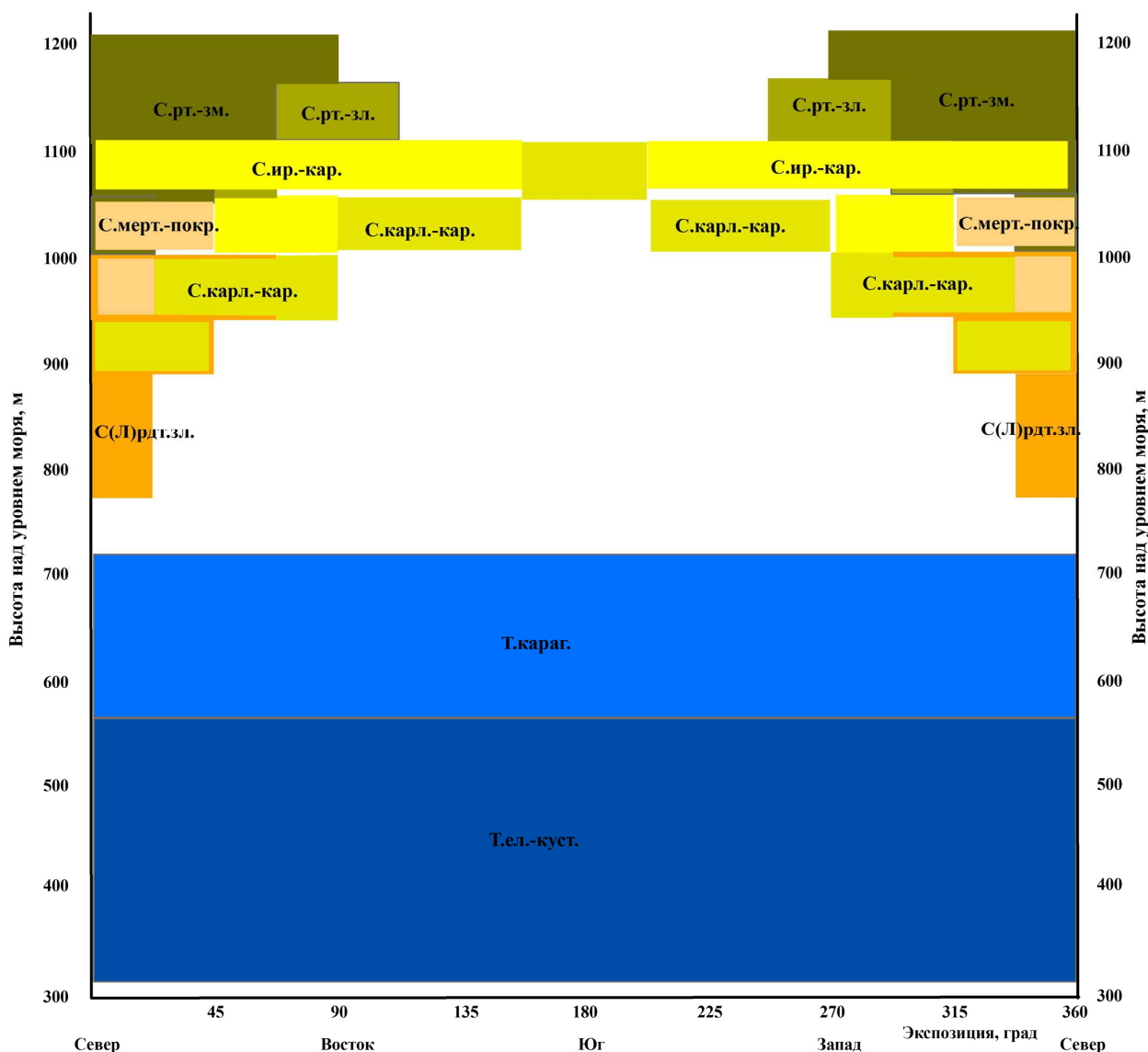


Рис. 3. Распределение типов леса Улугхемского лесорастительного округа в координатном поле абсолютной высоты и экспозиции местности.

тенденций. Но поскольку связь высот и температур оказалась достаточно тесной, то этим обстоятельством можно воспользоваться для градуировки на векторе высоты экологических ниш соответствующих типов леса.

Расчет по уравнению регрессии показал, что сосняки Улугхемского лесорастительного округа произрастают в диапазоне абсолютных высот от 773 до 1223 м. Каждому типу леса отвечает свой диапазон высот, которые при этом накладываются друг на друга. Например, на высотах от 1003 до 1233 м расположены сосняки четырех типов леса: С(Л)рдт.-зл., С.карл.-кар., С.рт.-зл., С.рт.-зм. Предполагается, что при дополнительном учете экспозиции и значений уклонов местности типы леса будут находить свои местоположения на плоскости карты.

Распределение типов леса по экспозициям. Градуировка оси экспозиции произведена на основе литературных данных (Ильинская, 1980) и материалов полевых наблюдений (рис. 3). Тополевые насаждения вне зависимости от их экспозиции занимают выровненные террасы рек. Сосновые насаждения С.карл.-кар. и С.ир.-кар. располагаются на склонах, главным образом, световых экспозиций. Все другие типы сосновых лесов тяготеют к теневым склонам. Часть типов леса, например Л.осч.-рт. и

С.рт.-зл., занимают склоны с одноименными экспозициями.

Распределение типов лесов по крутизне склонов. Формы рельефа, если отбросить их специальные названия, представляют собой комбинацию величин уклонов и вогнутости (выпуклости) поверхности, включая их нулевые значения. Отсюда следует, что дальнейшая привязка типов леса сводится к выяснению минимальных и максимальных численных значений уклонов и вогнутости (выпуклости) поверхности, в пределах которых они располагаются. Взаимоположение типов лесов в координатном поле уклонов и вогнутости (выпуклости) поверхности произведено на основе последовательных сопоставлений с лесорастительными условиями, отвечающими определенным формам рельефа. Так, сосняк С.мерт.-покр. произрастает на поверхности более выпуклой в сравнении с сосняком С(Л)рдт.-зл. Посредством такого рода сопоставлений каждый тип леса в заданном координатном поле находит свое место. При этом сами координаты – уклон и выпуклость (вогнутость) получают градуацию, отвечающую каждому типу леса (см. таблицу).

Приведем в качестве иллюстрации объяснение наиболее высокого для Улугхемского лесорастительного округа годового количест-

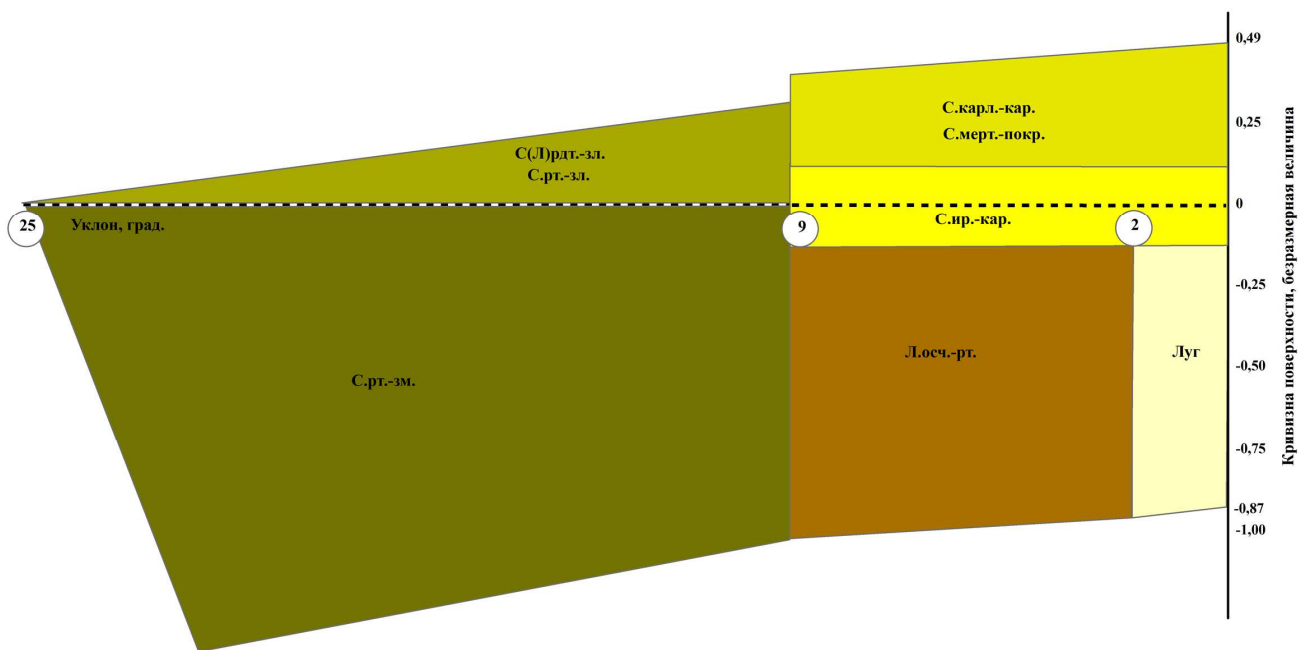


Рис. 4. Распределение типов леса Улугхемского лесорастительного округа в координатном поле уклона и кривизны поверхности.

ва увлажнения (от 650 до 750 мм), приходящегося на Л.осч.-рт. По типологическому описанию (Кошкарова, Кошкаров, 2013) эти насаждения занимают северные склоны холмистых возвышенностей местности «Сыргалык-Тайга», что само по себе никак не объясняет высокую степень увлажнения. Если включить в анализ результаты ординации, можно сделать вывод, что листовенничники Л.осч.-рт. расположены не просто на склонах северных экспозиций, а только на их вогнутых подножиях, при этом значения уклонов незначительны (от 2 до 9°) (рис. 2 и 4).

На выположенные луговые долины, которые находятся в непосредственном контакте с Л.осч.-рт., приходится меньшее количество влаги (от 500 до 650 мм). Объяснение простое – постоянный приток внутрпочвенной влаги со склонов концентрируется на их вогнутых подножиях – в рыхлых, глинистых отложениях подошв склонов. Дальнейшее движение влаги уже по выровненной широкой поверхности долин проходит уже с меньшей скоростью. Экосистемы луговых долин устойчивы к колонизации древесными породами, что обеспечивается наличием мощной травяной дернины, неглубоким расположением мерзлоты и перепадами температур, поддерживающими фрагменты холодных степей при температурной инверсии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание карт растительности в целом представляет собой переход от вербального представления объектов изучения (типов леса, насаждений лесотаксационных выделов и т. д.) к их помещению в экогеографическое пространство. При этом в качестве ключевого этапа картографирования следует особо выделить их распределение по формам рельефа местности – водоразделам, склонам и т. д. Другими словами, объект картирования находит свое место на плоскости карты только в том случае, когда выявлена его сопряженность с формами рельефа.

На участках горной местности разнообразие лесорастительных условий определяется сочетанием тепло- и влагообеспеченности, распределение которых прямо зависит от рельефа местности. Сопряженность типов ле-

са с показателями климата и рельефа выполняется с использованием традиционных методов ординации. Поскольку абсолютная высота местности, уклон и экспозиция имеют размерность, то появляется возможность включения в процесс контурного дешифрирования процедуры пространственного анализа цифровых моделей рельефа. Такого рода дополнение существенно обогащает опыт выявления взаимосвязей растительных сообществ с условиями среды: исключается субъективность контурного дешифрирования, а результаты достаточно просто переносятся в картографическое пространство. При этом процесс разработки карт растительности дополняется элементами научного обоснования и становится более объективным.

Благодарности. Авторы выражают признательность доктору биол. наук, профессору Д. И. Назимовой и доктору биол. наук А. С. Шишикину за критические замечания по работе, которые позволили существенно улучшить качество статьи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 11-05-00-175а и 14-05-00088).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова В. Д.* Классификация растительности: обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. 275 с.
- Арманд Д. Л.* Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 286 с.
- Букс И. И., Байбородин В. Н., Тимирбаева Л. С.* Корреляционная эколого-фитоценотическая карта. М 1:7 500 000. Иркутск: Ин-т географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1977.
- Гросвальд М. Г.* Развитие рельефа Саяно-Тувинского нагорья. М.: Наука, 1965. 166 с.
- Ильинская С. А.* Центральнаяазиатская котловинно-горная лесорастительная область // Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. С. 278–326.
- Исаченко А. Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высш. школа, 1991. 368 с.

- Колесников Б. П.* Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. Дальневосточного филиала АН СССР. Т. 2(4). М.-Л., 1956.
- Коновалова М. Е.* Восстановительно-возрастная динамика низкогорных лесов приенисейской части Восточного Саяна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2004. 17 с.
- Корсунов В. М., Боболева Э. Е., Карпенко В. Д., Плешиков Ф. И.* Картирование почвенного покрова таежных ландшафтов с использованием дистанционных методов // Исследование таежных ландшафтов дистанционными методами. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. С. 135–151.
- Кошкарлова В. Л., Кошкарлов А. Д.* Основные климатические показатели господствующих типов леса Улугхемского округа (Республика Тыва) // Лесн. таксация и лесоустройство. 2013. № 2(50). С. 89–91.
- Куминова А. В., Седельников В. П., Маскаев Ю. М. и др.* Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа: Гилем, 1998. 413 с.
- Михалев Ю. А., Фарбер С. К.* Формализация природной основы насаждений // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока: мат-лы Междунар. конф., 5–7 сентября 2001 г. Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 344.
- Морозов Г. Ф.* Учение о лесе. Л.: Наука Ленингр. отд-ние, 1949. 456 с.
- Носин В. А.* Почвы Тувы. М., 1963. 260 с.
- Ондар С. О., Путинцев Н. И., Ашак-оол А. Ч. и др.* Проблемы устойчивости экосистем и оценка их современного состояния. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2000. 182 с.
- Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И.* Климат и горные леса Южной Сибири / Под ред. В. В. Кузьмичева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. 225 с.
- Работнов Т. А.* Фитоценология. М.: Изд-во МГУ, 1983. 296 с.
- Раменский Л. Г.* Избранные работы: Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. 334 с.
- Самойлова Г. С.* (автор-составитель), *Веселовский А. В., Маханова Т. М., Платэ А. Н.* (авторы электронной версии, условных обозначений, макета компоновки). Ландшафтная карта Алтае-Саянского экорегиона. Лаборатория геоинформатики ИГЕМ РАН, WWF Russia, 2001.
- Седельников В. П., Лапина Е. И., Королюк А. Ю. и др.* Среднемасштабное картирование растительности гор Южной Сибири // Сиб. экол. журн. 2005. № 6. С. 939–953.
- Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 336 с.
- Фарбер С. К., Кузьмик Н. С., Мурзакматов Р. Т., Федотова Е. В.* Сопряженность элементов рельефа местности с типами лесов (на примере Каа-Хемского лесорастительного округа) // Экосистемы Центральной Азии: исследования, сохранение, рациональное использование: мат-лы XIV Убсунурского Междунар. симп., 3–8 июля 2012 г. Кызыл, 2012. С. 425–429.
- Фарбер С. К., Кошкарлова В. Л.* Использование данных SRTM для дешифрирования лесорастительных условий и типологической структуры лесов // Биоразнообразие Алтае-Саянского экорегиона: изучение и сохранение в системе ООПТ: мат-лы межрегион. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию основания заповедника «Убсунурская котловина», 27 июня – 1 июля 2013 г., г. Кызыл, Республика Тыва. Кызыл: ОАО «Тываполиграф», 2013. С. 99–102.
- Шкляев В. А., Шкляева Л. С., Мандыт Д. Т.* Особенности пространственного и сезонного изменения температуры воздуха в Республике Тыва // Географический вестник. Метеорология и климатология. 2010. № 1(12).

Ordination of Forest Types by Climate and Terrain Indices at Ulughem Forest Plant District in the Republic of Tuva

R. T. Murzakmatov, V. L. Koshkarova, S. K. Farber

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

E-mail: takcator_m@mail.ru, avkashkara@akadem.ru, sfarber@ksc.krasn.ru

A diversity of forest establishment conditions is defined by a combination of values of heat and moisture. On district fields establishment varies depending on land forms indexes. The absolute height, level, and exposition have dimension. For problem solving of mapping of plant community's there is a possibility of use of digital models of land forms. In the paper, interrelation of forest types with climate and land form indexes with forest establishment at Ulughem Forest District with the use of a of straight line ordination method has been revealed. Ordination results are a scientific substantiation for mapping, both of plant communities, and of their environmental niches.

Keywords: *forest types, climate and land forms indices, digital terrain model of a land forms, mapping of plant communities, Ulughem forest plant district, Republic of Tuva.*