

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Т.В. Денисова

БИОГЕОГРАФИЯ

**Методические указания к лабораторным занятиям для студентов по направлению
подготовки 022000.62 «Экология и природопользование»**

2013

Биогеография: Методические указания к лабораторным занятиям для студентов по направлению подготовки 022000.62 «Экология и природопользование» / Сост. Денисова Т.В. – Томск, 2013. – 16 с.

Содержит описания лабораторных работ по дисциплине «Биогеография» для студентов по направлению подготовки 022000.62 «Экология и природопользование», правила работы и требования по технике безопасности при проведении лабораторных работ, требования к оформлению отчетов. В описании работ содержатся необходимые теоретические аспекты и методика выполнения, контрольные вопросы. Ко всему циклу лабораторных работ прилагается общий список рекомендуемой литературы.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В процессе выполнения лабораторной работы студент должен наблюдать за ходом эксперимента, отмечая все его особенности: изменение цвета, тепловые эффекты, выделение газа и т.д. Результаты наблюдений записывают в лабораторный журнал, придерживаясь определенной последовательности:

- название лабораторной работы, дата выполнения;
- цель работы;
- краткая теория вопроса;
- результаты эксперимента;
- выводы по результатам работы.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ ОС ТУСУР 6.1-97. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Для оформления Отчета также необходимо ознакомиться со следующими стандартами:

ГОСТ 7.12-93. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.

ГОСТ 7.32-91. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа №1

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОГЕОЦЕНОЗА ЛЕСА (ПО КАЖДОМУ КЛЮЧЕВОМУ УЧАСТКУ)

(4 ч, самостоятельная работа - 2 ч)

Цель работы: изучить особенности описания биогеоценоза леса по ключевым участкам.

Порядок выполнения работы

В описание лесного фитоценоза следует включить характеристики древостоя, подлеска, травянисто-кустарничкового покрова, яруса мхов, напочвенных лишайников, грибов. Для каждого яруса определяется свой набор характеристик (видовой состав, число особей каждого вида, высота, диаметр ствола, сомкнутость, обилие, проективное покрытие, жизненность, а также следы деятельности человека и жизнедеятельности животных).

Описание растений на ключевом участке в лесу

Ключевой участок в лесу не должен выходить за пределы взятого сообщества, чтобы главный, доминирующий вид был всюду в пределах участка. Рекомендуется взять участок площадью 400 — 600 м² (20x30 м), внутри которого заложить пробную площадку 100 м² для подсчета количества подроста и кустарников и 3 - 5 площадок по 1 м² для оценки травяного и кустарничкового покрова.

В начале данных исследований проводят описание ярусов, которые можно обозначать так:

I — древостой;

II — кустарниковый ярус;

III — травяно-кустарничковый ярус;

IV — ярус мхов и напочвенных лишайников.

Описание ярусов выполняется в следующем порядке:

1. Определить, сколько ярусов есть в лесу. Составить список доминирующих видов по каждому ярусу изучаемого растительного сообщества, сделать необходимые замеры.

2. Составить схему ярусов, выдерживая масштаб (лучше на миллиметровой бумаге).

Описание видового состава растений на ключевом участке начинают с какого-нибудь угла площадки.

Вначале переписывают растения, которые находятся в поле зрения. Затем дополняют список теми видами, которые становятся заметными лишь при более внимательном анализе травостоя.

Далее необходимо обойти участок по периметру, потом по диагонали, останавливаясь время от времени и отмечая вновь попадающиеся растения. Незнакомые виды растений описать и попытаться определить по определителю. Данные внести в табл. 1 - 5.

Составление формулы древостоя

Для каждого ключевого участка составляется формула древостоя. Формула древостоя — это относительное число деревьев разных пород. При этом буквами обозначают породы (виды) деревьев, например Е — ель, С — сосна, Б — береза, Ос — осина, Д — дуб и т. д., а индексами — относительную численность их на единице площади, если общее число стволов на этой площади принято за 10. Например, формула Е5, Б3, Ос2 будет обозначать, что в данном фитоценозе преобладает ель (около 50%), а береза и осина составляют 30% и 20% деревьев.

Если в древостое отчетливо выражены ярусы, например ель в первом, а осина и береза во втором, формула может быть составлена так: I яр. Е10; II яр. Б7Ос3.

Определение жизненности растений

Жизненность видов охватывает реакции видов растений на среду обитания в растительном сообществе (фитоценозе). Для оценки жизненности применяется трехбалльная шкала.

I - жизненность хорошая (полная) - растение в фитоценозе нормально цветет и плодоносит (есть особи всех возрастных групп), взрослые особи достигают нормальных для данного вида размеров.

II - жизненность удовлетворительная (угнетена) - растение угнетено, что выражается в меньших размерах взрослых особей, семенное размножение при этом невозможно.

III - жизненность неудовлетворительная (сильно угнетена) — растение угнетено так сильно, что наблюдается резкое отклонение в морфологическом облике взрослых растений (ветвлении, форме листьев и т. д.); семенное размножение отсутствует (нет цветущих и плодоносящих побегов).

Результаты определения жизненности видов на ключевых участках заносятся в табл. 1,3,4.

Определение обилия

Для большинства травянистых растений, входящих в состав природных растительных сообществ, прямой подсчет особей или невозможен, или мало эффективен и лучшие результаты дает глазомерное установление относительного обилия видов с помощью условной шкалы.

1 балл - на пробной площадке отмечен только один экземпляр данного вида.

2 балла - экземпляры вида очень редки и неравномерно распространены.

3 балла - экземпляры вида рассеянно встречаются по всей пробной площадке.

4 балла - экземпляры вида встречаются обильно.

5 баллов - особи данного вида преобладают, часто смыкаясь своими надземными частями, образуя заросль (фон в сообществе).

Главные доминирующие виды обычно будут иметь оценку обилия в 4 - 5 баллов, но иногда, в очень пестром сообществе, главный вид может иметь обилие и в 3 балла.

Результаты определения обилия каждого вида заносятся в табл. 4.

Определение типа растительного сообщества (ассоциации)

Название ассоциации составляется по доминантным видам основных ярусов. Например, в древесном ярусе преобладает ель, а в травянистом — кислица; название такого

фитоценоза — ельник-кисличник. При большом числе ярусов и нескольких доминантных видах в каждом из них названия удобнее записывать так: «липа+дуб — лещина — сныть + зеленчук» (доминанты одного яруса соединяются знаком «+», между ярусами ставится знак «-»).

Определение возобновления леса

Возобновление леса является важной характеристикой, которая позволяет прогнозировать будущее лесного массива.

Определение возобновления производится следующим образом.

На ключевом участке закладываются пробные площадки 1 x 1 и 10 x 10 м, на которых производится подсчет всходов отдельных древесных пород. Отдельно отмечается количество самосева, однолеток, трехлеток и т. д. Данные заносятся в табл. 2.

Делаются выводы о возобновлении изучаемого участка леса:

- преобладающие породы подроста;
- характер возобновления (семенное или вегетативное) для разных пород;
- прогноз развития фитоценоза.

Результаты работы оформить в виде таблиц.

Таблица 1
Описание древостоя

№ п/п	Название видов	Диаметр (см)	Высота (см)	Количество деревьев	Жизненность

Сомкнутость крон (в процентах):

- общая
- первого яруса
- второго яруса

Формула древостоя _____

Таблица 2
Возобновление леса (подрост)

Виды деревьев	Кол-во особей различной высоты (м) на 100 м ²				Кол-во подроста на 100 м ²	Кол-во всходов на 1 м ²	Оценка состояния
	≥ 2	1-2	0,5-1	0,25-0,5			

Вывод о возобновлении леса _____

Прогноз развития фитоценоза _____

Таблица 3
Описание кустарникового яруса

№ п/п	Название растений	Высота (см)	Количество экз. на 100 м ²	Жизненность

Таблица 4
Описание травяного и кустарникового покрова

№ п/п	Название растений	Обилие	Фенофаза	Жизненность

Общее покрытие травяным покровом _____

Таблица 5
Обобщенная характеристика биогеоценозов

Показатели	Участки	
	Участки (природный ландшафт)	Опытные участки (с антропогенной нагрузкой)

	1	2	3	4
Тип леса (ассоциация)				
Формула древостоя				
Сомкнутость крон (%)				
Характер возобновления				
Травяно-кустарничковый покров: Общее покрытие Количество видов				
Моховой покров				
Наличие лишайников				

Лабораторная работа №2
ОПИСАНИЕ ФИТОЦЕНОЗА ЛУГА
(4 ч, самостоятельная работа - 2 ч)

Цель работы: изучить особенности описания фитоценоза луга по ключевым участкам.

Теоретическая часть

Луга представляют собой сообщества многолетних травянистых растений. Луговые растительные сообщества распространены очень широко. Равнинные луга делятся на пойменные и суходольные. Суходольные луга возникают на водоразделах вне области действия речных систем (чаще всего в местах, где уничтожены леса) и орошаются только атмосферной влагой. Поэтому суходольные луга приурочены к зонам с влажным и прохладным летом, т. е. преимущественно к зоне лесов. Суходольные луга подразделяются на абсолютные суходолы, нормальные суходолы и низинные луга.

Абсолютные суходолы расположены обычно на возвышенных частях рельефа. Источником их увлажнения служат талые воды и атмосферные осадки. Здесь произрастают наиболее засухоустойчивые виды. Почвы кислые, с малым содержанием гумуса. Урожайность этих лугов невысокая.

Нормальные суходолы, или луга умеренного увлажнения за счет атмосферных осадков и грунтовых вод, расположены на водораздельных равнинах, на средних или нижних частях склонов. В почвах значительно больше гумуса. Здесь растут ценные в кормовом отношении растения.

Низинные луга приурочены к пониженным участкам рельефа, на местах выхода или постоянного подтока к поверхности грунтовых вод. Здесь накапливаются и атмосферные осадки. Почвы этих лугов обычно богаты элементами питания, но вследствие повышенной влажности они труднодоступны растениям.

Пойменные луга подразделяются на три типа в зависимости от той области поймы (приустьевой, центральной или притеррасной), на которой они расположены.

Наилучшие условия увлажнения и отложения природного ила создаются на центральной пойме, поэтому на ней располагаются наиболее типичные и богатые сообщества заливных лугов. Приустьевая часть представляет собой область всхолмленных песков, характеризующихся хорошим стоком вод в реку. Здесь произрастают более засухоустойчивые виды растений.

Притеррасная пойма, как правило, избыточно увлажнена и почти лишена плодородного ила. Здесь развиваются сообщества влаголюбивых растений.

Порядок выполнения работы

Для описания фитоценоза луга закладываются ключевые участки размером 10 x 10 м, внутри которых для количественного учета закладываются три площадки 1 x 1 м или 8-10 площадок 0,5 x 0,5 м. При изучении влияния антропогенного фактора на луговые растительные сообщества опытный и контрольный участки выбираются на одинаковом типе

почв с одинаковыми условиями влажности и освещенности. Необходимо заложить 3-4 участка.

В характеристику фитоценоза луга следует включить:

- географическое положение;
- тип луга;
- рельеф местности;
- тип почвы;
- условия увлажнения;
- наличие деревьев и кустарников;
- заочкаренность;
- ярусность травяного покрова;
- преобладающие виды растений.

Данные вносятся в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика ярусности луга

Ярус	Высота (см)	Преобладающие растения
1.		
2.		
3.		
...		

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВСТРЕЧАЕМОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВИДОВ В ИЗУЧАЕМОМ СООБЩЕСТВЕ

(4 ч, самостоятельная работа - 2 ч)

Цель работы: определение встречаемости растительных видов в сообществе.

Задание 1. Для сравнения ключевых участков и выяснения, на какие компоненты экосистем влияет изучаемый антропогенный фактор, применяют методы качественного и количественного сравнения видов. Встречаемость растительных видов характеризует качественное различие сравниваемых фитоценозов и определяется следующим образом.

1. На ключевом участке заложить 10 пробных площадок размером 1 м² для подсчета травянистых или кустарничковых видов, всходов деревьев или кустарников.

2. Определить на каждой из десяти площадок наличие интересующих видов (например липа, дуб, клен, береза, сосна, черемуха, орешник).

3. Вычислить в процентах встречаемость изученных видов в обследуемом природном сообществе. Для этого разлиновать большой лист бумаги (а если нужно, склеить несколько листов), где в горизонтальных строчках написать названия отдельных видов растений, а в вертикальных рядах обозначить площадки, на которых проводились подсчеты (табл. 7).

4. Переписать все виды, отмеченные на первой площадке, и в первом вертикальном ряду крестиками отметить против каждого вида его присутствие на площадке. Если на второй площадке встретятся те же виды, что и на предыдущей, отметить их крестиками во втором вертикальном ряду. Если попадется новый вид, дописать его ниже в горизонтальном ряду и поставить крестик только на второй вертикали (на первой останется пропуск, поскольку вид не встречается на первой площадке).

5. Вычислить встречаемость каждого вида в процентах. Если вид отмечен крестиками на всех десяти площадках, его встречаемость 100 %, если на восьми — 80 %. Чем выше встречаемость, тем характернее данный вид для описываемого растительного сообщества.

Пример расчета встречаемости видов растений приведен в табл. 7.

Таблица 7

Встречаемость видов на ключевом участке

№	Вид	Номера площадок (1 м ²)	Всего	%
---	-----	-------------------------------------	-------	---

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Черника	+			+	+		+	+	+		6	60
2	Кислица заячья		+	+	+		+					4	40
Число видов на площадке												-	-
													-

Задание 2. Сравнение видового состава растений на двух ключевых участках

Другим методом определения и оценки влияния антропогенных факторов на изучаемые экосистемы является сравнение коэффициентов общности и различия видов растений на двух ключевых участках, один из которых в наименьшей степени изменен деятельностью человека, другой сильно подвержен антропогенному влиянию.

Для сравнения общности видов растений на двух ключевых участках можно использовать формулу Жаккара:

$$K = (C \times 100) / ((A+B) - C),$$

где С – число видов, общих для обеих флор; А, В – число видов соответственно в 1 и 2 флоре.

К — коэффициент общности, выражается в процентах, и чем он выше, тем выше видовое сходство двух сравниваемых сообществ.

Например, на первой площадке отмечено 25 видов растений, на второй— 35 видов. При этом 15 видов встречаются и на первой, и на второй площадке. Тогда $15 \times 100 / (25 + 35 - 15) = 33,3\%$.

По результатам определения коэффициента общности можно делать предположения о причинах различия видового состава изучаемых ключевых участков, отмечая, какие компоненты экосистем реагируют на то или иное антропогенное воздействие.

Данная методика применима для сравнительной оценки не только растительных, но и животных компонентов экосистем.

Описание нескольких ключевых участков леса дает возможность выявить его состояние, перспективы сукцессии и определить меры по сохранению и улучшению данного биогеоценоза.

Аспект сообщества – это внешний вид фитоценоза. Название аспекта даётся по окраске доминирующих видов. Например: аспект жёлтый, вызванный массовым цветением лютика едкого.

Общие замечания для всего фитоценоза. Анализируя список указать, сколько всего видов растений было описано в ходе исследования. Перечислить доминирующие виды по ярусам, если они выявлены. Указать тип фитоценоза по доминирующим видам. Назвать какие из растений являются редкими, исчезающими, сокращающими свою численность, возможно реликтовыми, а какие лекарственными или ядовитыми.

Определение плотности популяции редкого вида (высчитывается среднее арифметическое количество растений на 1 м^2 по площадкам и во всей популяции). Результаты можно представить в виде таблицы 8.

Таблица № 8

Плотность ценопопуляции (название вида)

№ площадки	Р	Р*
1		
2		
3		
4		
5		

Сделать вывод о плотности ценопопуляции и по-возможности объяснить причины малой или большой плотности.

Лабораторная работа №4
ИЗУЧЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСА
(4 ч, самостоятельная работа - 2 ч)

Цель работы: описание ярусной структуры леса и сравнение структуры разных растительных сообществ.

Теоретическая часть

Практически во всех фитоценозах виды растений распределены *по ярусам*, то есть высотным группам, в зависимости от их потребности в свете. В лесу ярусы хорошо видны, т.к. кроме света, растения делят между собой пространство для крон.

Число ярусов в лесном сообществе может быть очень разным. В сообществах, богатых ресурсами и видами, ярусов больше, например, в тропических дождевых лесах их выделяют больше 20.

В умеренной зоне леса устроены проще и, как правило, в них выделяют не больше 5 ярусов. Обычно, это 3 яруса древесной растительности - *взрослые деревья* (спелый древостой), т.е. те, что собственно и образуют так называемый «лес», *кустарники*, никогда не вырастающие большими, и ярус *подроста*, состоящий из молодых деревьев, которые со временем могут вырасти в первый ярус. Кроме этих трех ярусов имеются два яруса почвенного покрова – *травянисто-кустарничковый* ярус из травянистых растений и кустарничков и *моховой* ярус из наземных мхов и лишайников.

Далеко не всегда все эти ярусы присутствуют в каждом типе леса. Например, молодой еловый лес, в котором густые кроны ёлочек тесно сближены, часто состоит только из двух ярусов – древесного и мохового, а бывают леса, в которых число ярусов больше, – например, древостой состоит из нескольких видов взрослых деревьев, чётко отличающихся по высоте.

Выполнение этого задания даст возможность познакомиться со строением растительности своей местности, с основными видами растений, формирующими растительное сообщество, сформирует навыки ботанических описаний, которые часто бывают необходимы при проведении исследований по другим темам и объектам природы.

Порядок выполнения работы

Методика геоботанического описания

Общие положения

Данная методика позволяет стандартизировать процедуру описания, с тем, чтобы данные описаний, сделанные разными авторами и в различных местообитаниях, были сравнимы.

Следует иметь в виду при этом, что данная методика является сильно упрощенной и может быть рекомендована только для целей **учебно-исследовательской** работы, а также при проведении исследований, где ботанические описания не являются основными (например, при выполнении зоологических или почвенных исследований, в том числе по данному курсу).

Эта же методика, в немного более упрощенном виде, использовалась на предыдущих занятиях данной серии, так или иначе, связанных с ботаникой и исследованиями растительного покрова. По сравнению с предыдущими занятиями, техника разметки площадки и проведения измерений некоторых параметров растительности на данном занятии несколько усложнены.

Материалы и оборудование

При проведении простейшего геоботанического описания понадобятся: бланк описания (рис. 1), рулетка для разметки площадки и измерения длины упавших стволов деревьев, сантиметровая лента (или та же рулетка, если на ней имеются сантиметровые деления) - для измерения диаметров стволов, высотомер (если есть). Может также потребоваться пакет или

гербарная папка для сбора неизвестных растений. Для сбора мхов потребуются бумажные пакетики.

Заложение площадки

Начинать работу следует с выбора места для проведения описаний и заложения пробной площадки. Если на предыдущих занятиях данной серии при проведении геоботанических описаний можно было обойтись без заложения площадки с четкими границами, при выполнении данной работы требуются более жесткие стандарты, так как ее целью является описание определенного типа растительного сообщества (не сообщества «вообще»), а вполне конкретного, «модельного» его участка.

Для проведения описаний выбирается однородный, средний во всех отношениях участок леса. С помощью рулетки и цветной ленты отмеряется квадрат размером 10 x 10 метров (или немного больше, что для целей данного задания не принципиально).

Если сообщество сильно разрежено, т.е. деревья отстоят друг от друга на большие расстояния, размеры площадки можно взять больше (для описаний луговых сообществ площадки берут размером 1 x 1 м). После разметки площадки приступают собственно к описанию растительности на ней.

Техника геоботанического описания

Для упрощения проведения описания и унификации описываемых параметров физической среды и самого фитоценоза разработан бланк описания участка растительного покрова (рис. 1), т.е. таблица с заранее расчерченными графами для каждого параметра описания среды. Бланки заполняются непосредственно в полевых условиях - на месте проведения описания.

Заполнение шапки бланка

Сначала в бланк вносятся общие данные о предстоящем описании и месте расположения площадки.

Далее описывается *административное и местное положение* - район, положение по отношению к ближайшим населенным пунктам. По-возможности подробно описывается местное положение - т.е. как непосредственно найти место описания. Например: *0,4 км на север от ..., на возвышении, около угла леса*; или *0,85 км по дороге к шоссе от ..., далее - 80 м на юго-восток, возле большого валуна*.

Положение в рельефе - произвольное описание местоположения площадки, например: *на ровном месте; на склоне к ручью или оврагу; на террасе реки; в понижении, овраге, на возвышении, бугре, на берегу реки, краю обрыва и т.п.*;

Окружение - описываются характерные черты окружающей местности - *болото, луг, поле, какой-либо лес, берег реки или ручья, наличие дороги или другого антропогенного объекта и т.п.*

Описываемая площадь (м x м) – размер размеченной площадки.

Название сообщества. Название растительного сообщества формируется из названий доминирующих видов (или экологических групп) растений в каждом из ярусов фитоценоза. При этом названия видов в пределах каждого яруса перечисляются **в порядке возрастания** их относительной численности.

В полное название лесного фитоценоза включаются четыре основных составляющих растительного покрова – древесный ярус, кустарниковый ярус, мохово-лишайниковый ярус и травяно-кустарничковый ярус.

В названии фитоценоза они перечисляются именно в таком порядке, например: *берёзово-сосновый лес с подростом ели лещиново-рябиновый плевроциевый чернично-вейниковый*. Это лес в древостое которого доминируют сосна и береза (больше сосны, меньше березы), в кустарниковом ярусе - рябина и лещина (рябины больше), в моховом ярусе - мох *Pleurozium schreberi*, в травяно-кустарничковом ярусе преобладает вейник и несколько меньше (или столько же) черники.

Иногда, в зависимости от цели описания, можно ограничиться упрощенным названием типа леса, с перечислением основных экологических групп растений, формирующих

фитоценоз, например: *березово-сосновый зеленомошно-разнотравный лес*. В этом лесу в древостое преобладают сосна и береза, в мохово-лишайниковом покрове - экологическая группа зеленых мхов (различные виды), а в травяно-кустарничковом покрове - злаки и луговые растения богатых почв.

Леса с наличием развитого мохово-лишайникового покрова обычно подразделяют на три типа, соответствующие преобладающим экологическим группам этого яруса: беломошные (с покровом из лишайников), долгомошные (с покровом из сфагнумов и политрихумов) и зеленомошные (с покровом Pleurozium и Hylacomium и др.).

При проведении геоботанических описаний в зимнее время (при наличии снегового покрова) название типу леса дают только по древесному ярусу, например - *сосново-елово-березовый лес*.

Описание древесного и кустарникового ярусов

После заполнения шапки бланка (общих сведений о биотопе) следует описание древесного и кустарникового ярусов. Сюда входит определение сомкнутости крон, формулы древостоя, диаметра и высоты стволов, высоты прикрепления крон и возраста растений.

Показатели сомкнутости крон и формулы древостоя следует рассчитывать в отдельности для каждого из высотных пологов леса - для спелого древостоя, подроста и. Это обусловлено практическим удобством такого разделения и относительной простотой процедуры учета обилия древесных и кустарниковых растений.

Сомкнутость крон

Начинать описание яруса следует с оценки сомкнутости крон.

Под сомкнутостью понимается доля площади поверхности земли, занятая проекциями крон. Можно также характеризовать сомкнутость, как ту часть неба, которая закрыта кронами. Иными словами следует оценивать соотношение между "открытым небом" и кронами.

Сомкнутость, обилие и прочие подобные величины в геоботанике обычно оценивают одним из трех показателей: в процентах (от 0 до 100), в баллах (от 1 до 10) и в долях от единицы (от 0,1 до 1), что в, общем-то, одно и то же.

Сомкнутость крон принято выражать в долях единицы - от 0,1 до 1, т.е. отсутствие крон принимается за ноль, а полное смыкание крон - за 1. При этом просветы между ветвями в расчет не принимаются - "кроной" считается пространство, очерченное мысленно по крайним ветвям (периметру) кроны.

В связи с этим, густой березовый лес (например, в зимнее время), хотя и кажется внешне совершенно "прозрачным" на просвет при взгляде вверх, на самом деле при ближайшем рассмотрении может оказаться максимально **сомкнутым** (вплоть до единицы). Хороший психологический прием при определении сомкнутости лиственного леса в безлистном состоянии - мысленно представить себе этот лес летом, при полной листве. Это позволяет быстро научиться правильно определять сомкнутость крон в любое время года.

После оценки видового состава и сомкнутости крон древесного яруса переходят к оценке аналогичных параметров для **подроста и подлеска**. **Подростом** называют молодые деревья основных лесообразующих пород данного леса высотой до 1/3 основного полога (спелого древостоя). Подрост выделяется как самостоятельный *полог древесного яруса*. **Подлесок** - это древесные и кустарниковые растения, которые никогда не смогут сформировать древостой. Типичным примером подроста в сосново-еловом лесу могут быть молодые ели, сосны, березы, а подлеска - ивы, рябина, крушина, малина и т.п.

Определять "сомкнутость" крон подроста и подлеска немного сложнее - в силу их небольшой высоты их не всегда можно "просмотреть на свет" снизу вверх.

Строго говоря, для определения обилия (относительной численности) травянистых и кустарниковых растений в геоботанике применяется другой показатель - **проективное покрытие**. Он выражается в процентах: менее 10 % - единичные растения, 100 % - полная "сомкнутость" растений. В силу того, что показатели сомкнутости крон и проективного

покрытия похожи, в данном учебном задании для простоты мы рекомендуем использовать показатель сомкнутости крон как для древесного яруса, так и для кустарникового.

Для обучения процедуре определения "сомкнутости крон" подроста и подлеска следует использовать обратный психологический прием - определять сомкнутость как проекцию крон на землю, представив, например, какую **тень** дали бы (или дают) кроны невысоких деревьев и кустарников и сколько процентов поверхности земли было бы закрыто этой тенью.

Сомкнутость крон следует определять для каждого их выделяемых ярусов и пологов леса в отдельности - для спелого древостоя, для подроста и подлеска.

Для того, чтобы научиться делать это, проще всего опять же мысленно представить, что кроме оцениваемого в данный момент яруса или полога в лесу больше нет других ярусов и пологов и постараться оценить сомкнутость крон именно этого одного яруса. Затем следует перейти к следующему ярусу и т.д. Следует при этом учитывать, что в сложных многоярусных лесах суммарная сомкнутость крон различных ярусов может быть больше единицы (за счет перекрывания крон в разных ярусах).

Формула древостоя

Оценив сомкнутость крон переходят к составлению формулы древостоя – оценке того, какую долю в древесном и кустарниковом ярусах составляет каждый отдельный вид.

В лесной геоботанике долю различных деревьев определяют по соотношению стволов. Долю каждого из видов в формуле леса принято выражать в баллах - от 1 до 10. Общее число стволов всех растений принимают за 10 и оценивают какую же часть составляет каждый отдельный вид. Отдельно стоящие растения, по их представленности в лесу не достигающие 10% (менее 1 балла), помечаются в формуле значком "+", а единичные растения (1-2 на исследуемой площади) значком "ед."

Названия видов в формуле леса сокращаются до одной или двух букв, например: береза - Б, дуб - Д, сосна - С, ель - Е, осина - Ос, ольха серая - Ол.с., ольха черная - Ол.ч., липа - Лп, лиственница - Лц, крушина - Кр, малина - Мл и т.д.

Примеры формул для полога спелого древостоя:

1) Формула 6Е4Б означает, что спелый древостой на 60% образован елью и на 40% - берёзой.

2) Формула 10Е означает, что насаждение чистое, состоит из одного вида - ели.

3) Формула 10Е+Б означает, что в древостое кроме ели имеется незначительная примесь берёзы.

Учитывая целесообразность оценки сомкнутости крон и формул для каждого из пологов леса в отдельности запись в бланке описания может, например, выглядеть следующим образом:

Древесный и кустарниковый ярусы	Сомкнутость крон	Формула
<i>Спелый древостой</i>	<i>0,8</i>	<i>6Е 2С 2Б</i>
<i>Подрост</i>	<i>0,3</i>	<i>10Е</i>
<i>Подлесок</i>	<i>0,1</i>	<i>5Кр 5Лиц +М</i>

Эта запись означает: в описываемом лесу густой сомкнутый полог спелых деревьев. 80% пространства в верхней части леса занята кронами. При этом преобладает ель, меньше и в равном количестве встречаются сосна и береза. В лесу довольно густой подрост ели (идет интенсивное возобновление). Подлесок разреженный и состоит из крушины и лещины в примерно равном соотношении с отдельными вкраплениями малины.

В описание древесного и кустарникового ярусов включаются также такие важные сведения об их строении как диаметр стволов (D 1,3), высота древостоя (H д), высота прикрепления крон (H кр) и возраст растений.

Диаметр стволов измеряется у нескольких типичных для данного леса деревьев на высоте груди (~1,3 м) с расчетом затем среднего значения. При необходимости можно отмечать также минимальные и максимальные значения для каждого полога.

Измерения проводят либо специальной измерительной вилкой (большой штангенциркуль), либо - через длину окружности. Для этого у всех деревьев на площадке измеряется длина окружности ствола, затем среднее значение используется для определения диаметра по формуле $D = L / \pi$, где D - диаметр, L - длина окружности, а π – постоянное число "Пи", равное приблизительно 3,14 (в полевых условиях длина окружности просто делится на три).

Высота древостоя (Нд) - среднее значение высоты деревьев в каждом из ярусов по отдельности. Измерение высоты проводится обычно одним из пяти способов: 1) высотомером - специальным оптическим прибором, определяющим вертикальный угол на объект с последующим измерением дистанции от прибора до основания объекта, т.е. дерева, 2) на глаз 3) путем измерения рулеткой или метром одного из упавших деревьев данного полога, 4) методом «подсчета человечков» и 5) методом измерения тени.

Первые три способа не требуют объяснений. Метод «подсчета человечков» заключается в следующем. Измерение проводят вдвоем: один человек становится рядом с деревом, а другой, с хорошим глазомером, отойдя на некоторое расстояние, чтобы охватить взглядом все дерево от комля до вершины, "откладывает" на глаз сколько человек данного роста "укладывается" по всей длине ствола. При этом рациональнее каждый раз откладывать расстояние, вдвое больше, чем предыдущее, т.е. двигаясь взглядом снизу вверх мысленно отложить сначала высоту двух "человечков", затем прибавить к ним еще двух, затем - еще четырех, затем еще восьми и т.д. (т.е. по схеме 1 - 2 - 4 - 8 -16). С точки зрения человеческого глазомера это проще и точнее. Зная рост "человечка" можно подсчитать высоту дерева.

Пятый способ, - самый точный из не прямых способов, - используется в солнечную погоду. Точно измеряется тень от стоящего человека, чей рост известен. Далее замеряется тень от исследуемого дерева. В густом лесу, когда тень того или иного дерева и, особенно, его вершины найти затруднительно, можно порекомендовать следующий способ. Отойти от дерева таким образом, чтобы взгляд человека (голова), вершина дерева и солнце лежали на одной линии, после чего найти на земле тень от собственной головы - это и будет тень от вершины дерева. Остается только замерить расстояние между этой точкой и основанием дерева и определить высоту дерева по пропорции: длина тени человека/его рост - длина тени дерева/его высота.

Высота прикрепления крон (Нкр) - средняя высота, на которой находятся нижние живые ветви деревьев (в подросте и подлеске не указывается).

Возраст растений определять надежнее всего по **годичным кольцам** спиленных деревьев, которые при желании можно найти практически в любом лесу (спиливать для этого деревья конечно же не надо). Для этих целей можно воспользоваться свежим пнем, если таковые в лесу имеются. Если свежих пней в лесу нет - приходится делать полный спил или срубить топором ствол упавшего дерева - по крайней мере до сердцевины. Спил следует делать как можно ближе к комлю дерева.

Возраст подлеска также определяется по годовым кольцам на примере одного спиленного или срубленного растения (желательно за пределами пробной площадки).

Возраст молодых и средневозрастных деревьев, в особенности ели и сосны можно определить **по мутовкам**. У этих растений до 30-40 летнего возраста (а иногда и дольше) по всей длине ствола сохраняются отмершие (в нижней части кроны) или живые (в верхней части) ветви, которые растут пучками - мутовками, по несколько ветвей на одном уровне по окружности ствола. Количество таких мутовок - от основания ствола до его вершины, точно соответствует возрасту дерева, т.к. за один вегетационный сезон дерево прирастает на одно междоузлие (на одну мутовку). К числу лет, полученному при подсчете мутовок, следует прибавить по крайней мере три года, чтобы учесть период укоренения и начала роста.

Описание травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов

По окончании описания древесно-кустарничкового яруса (после заполнения таблицы) приступают к описанию травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов.

В бланке описания участка растительного покрова предусмотрено наличие на описываемом участке различных **форм микрорельефа** - кочек (другими словами возвышенных микроучастков) и межкочий (т.е. понижений), которые обычно различаются между собой по видовому составу и распределению растений. Если таких форм микрорельефа на описываемом участке нет (поверхность ровная), то все описание травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов можно вести в одну колонку, а подзаголовки "кочки" и "межкочья" вычеркнуть.

Собственно описание **травяно-кустарничкового яруса** включает в себя составление **списка видов** растений на данном участке с приблизительной оценкой их **обилия**.

Определение растений следует вести всеми возможными способами: с помощью научного определителя, атласа, определительных таблиц, преподавателя. Определять абсолютно все виды травянистых растений на площадке нет смысла, т.к. это очень сложно, а для целей данного задания и не нужно. Важно определить десяток основных - фоновых, видов травянистых растений на площадке и их относительную численность.

Простейшим показателем обилия травянистых растений является показатель **проективного покрытия**. Проективное покрытие для травянистых растений - это фактически то же самое, что сомкнутость крон для древесного и кустарничкового ярусов.

Проективное покрытие выражается **в процентах** и определяется для каждого вида в отдельности. При этом сумма значений проективного покрытия всех видов может быть и больше 100 (что чаще всего и бывает), в случае, если листья растений "перекрываются" (образуют несколько "пологов"). Если часть почвы остается незакрытой растениями, суммарное проективное покрытие может быть меньше ста процентов.

Точность определения проективного покрытия должна быть не менее 5 %.

При заполнении бланка в графе "травяно-кустарничковый ярус" названия растений пишут в одну колонку, или в несколько, если в одной колонке весь список не умещается. Желательно при этом, первыми в списке указывать **кустарнички** (черника, брусника и пр.), а затем **травянистые** растения в порядке **убывания** их численности (проективного покрытия). Редкие растения, с проективным покрытием менее 5 % объединяют фигурной скобкой напротив которой ставят суммарной значение их проективного покрытия. Единичные растения, также как и в случае с древесно-кустарничковым ярусом, помечают значком "ед."

Таким же образом как и травяно-кустарничковый ярус, описывают затем **мохово-лишайниковый ярус**, также указывая названия встречаемых мхов и лишайников (если они есть на почве и возможно их определение) и проективное покрытие каждого из видов. Также, как и для травянистых растений - определение мхов и лишайников - затруднительный процесс, поэтому можно ограничиться определением 3-5 самых массовых видов.

Встречаемые во время описания неизвестные виды растений отбираются **в гербарий** и берутся с собой для дальнейшего определения. При этом в бланке описания им придается определенный номер (индекс), который после проведения определения заменяется на видовое название.

Оформление результатов

На основе данных геоботанического описания площадки строится **схема ярусной структуры** леса.

Нагляднее всего это сделать в форме рисунков вертикального и горизонтального «срезом» леса, которые можно расположить один напротив другого.

На рисунке **вертикального** разреза каждый из видов деревьев следует отобразить похожим на данное дерево изображением, соблюдая примерное соотношение размеров деревьев, т.е. высокие деревья следует на рисунке отобразить высокими, средние - средними, так же поступить с подростом и подлеском. Таким же образом следует отразить и соотношение разных видов деревьев на площадке, т.е. изображение на рисунке должно примерно соответствовать формулам древостоя в каждом из ярусов.

Рисунок должен быть привязан к вертикальной и горизонтальной осям, на которых должны быть отложены соответствующие масштабы. Масштабы выбираются произвольно, в зависимости от размера площадки и высоты древостоя. Например, изображая площадку 10 x 10 м с деревьями высотой 30 метров, вертикальный масштаб можно сделать в 2 раза мельче (например, в 1 см - 1 м), чем горизонтальный (в 1 см - 0,5 м).

На рисунке следует выделить ярусы леса, проведя границы между ними ярким цветом.

Справа от рисунка, напротив древесного и кустарникового ярусов следует привести изображения этих ярусов в «**горизонтальном** разрезе» (вид сверху), показав сомкнутость крон и соотношение разных видов растений в данном ярусе. Сделать это нужно для каждого из выделяющихся в лесу ярусов древесно-кустарниковой растительности (например, для спелого древостоя, подроста и подлеска).

Масштабы для данных рисунков могут быть произвольными - главное, чтобы наглядно был виден характер расположения крон и соотношение видов. В поле между рисунками («внутри» каждого яруса) следует привести **формулу** данного яруса.

Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы можно обозначить **условными знаками** (только на рисунке «вертикального среза»), приведя ниже рисунка список фоновых видов с показателями обилия.

Бланк описания участка растительного покрова

Дата: _____ Автор: _____ Описание №: _____
Административное и местное положение: _____

Положение в рельефе: _____
Окружение: _____
Описываемая площадь (м х м): _____
Название сообщества (по доминантам основных ярусов): _____

Древесный и кустарниковый ярусы	Сомкнутость крон (баллы)	Формула	D (1,3)	H (д)	H (кр)	Возраст
Спелый и приспевающий древостой						
Подрост						
Подлесок						

D (1,3) - средний диаметр стволов на высоте груди (1,3 метра) в см.; H (д) - средняя высота древостоя в метрах; H (кр) - высота прикрепления крон в метрах (расстояние от земли до нижних живых ветвей).

Травяно-кустарничковый ярус

Кочки: _____ Межкочья: _____

Моховой ярус

Кочки: _____ Межкочья: _____

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.
2. Биogeография: Учебник для вузов/ Г. М. Абдурахманов [и др.]. - М.: Academia, 2003. - 473 с.
3. Смирнов Г.В. Биogeография: учебное пособие / Г. В. Смирнов. - Ч. 1. - Томск: ТМЦДО, 2005. - 233 с.
4. Смирнов Г.В. Биogeография: учебное пособие / Г. В. Смирнов. - Ч. 2. - Томск: ТМЦДО, 2005. - 187 с.
5. Гладкий Ю.Н. Регионоведение: Учебник для вузов/ Ю. Н. Гладкий, А. И. Чистобаев. - М.: Гардарики, 2000. - 384 с.