

Оценка жизненного состояния леса по сосне

© А.С.Боголюбов, Ю.А.Буйволлов, М.В.Кравченко

© «Экосистема», 1999



В данном методическом пособии вводится методика оценки экологического состояния лесов на основе анализа морфологического состояния деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В качестве интегральных показателей используются: степень дефолиации крон, пожелтение хвои, количество шишек и прирост побегов. Приводится методика заложения постоянных пробных площадок для наблюдений, техника полевых описаний и интерпретации результатов.

Введение

В последние два десятилетия на территории многих стран Европы наблюдается массовое повреждение и деградация лесов. Причины этого кроются в загрязнении воздушного бассейна. Кислотные дожди, высокие концентрации в воздухе окислов серы и азота, а также озон, непосредственно повреждают растения, ухудшая состояние лесов.

На третьей сессии исполнительного комитета Конвенции по дальнему трансграничному переносу загрязнителей воздуха под эгидой ЮНЕП (июль 1985) была утверждена и запущена в исполнение **программа международной кооперации по изучению и мониторингу воздействия загрязнителей воздуха на леса**¹. Данная программа является частью глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС). Программа основана на сборе сравнимых данных о состоянии лесов на национальном уровне и последующем обмене данными для наилучшего понимания проблемы.

Данная методика относительно проста и надежна в использовании и может быть с успехом применена в практике экологического образования школьников. Она базируется на проведении исследований на постоянных площадях и может быть использована как для долговременного мониторинга, так и для разовых исследований.

Представляемая методика изучения, мониторинга и оценки жизненного состояния леса базируется на методе **биоиндикации**. Суть подхода заключается в том, что по различным признакам исследуемого вида живого организма (в данном случае - сосны) мы судим о состоянии окружающей среды (общем жизненном состоянии леса).

Другими словами, индикаторный вид своим состоянием информирует нас о неблагоприятии внешних условий. Какие именно внешние условия вызывают ту или иную реакцию дерева на неблагоприятные воздействия - особый, достаточно сложный вопрос, который при выполнении данного учебного задания не рассматривается.

При проведении данной работы предполагается использовать в качестве основного вида-биоиндикатора **сосну обыкновенную** (*Pinus sylvestris* L.). Если в Вашей местности нет этого вида, можно попробовать заменить его другим видом сосны.

Сосна как нельзя лучше подходит в качестве модельного вида-биоиндикатора. Во-первых, это дерево очень чутко реагирует на малейшие изменения условий произраста-

¹ United Nations Environment Programme (UNEP)

ния, в том числе и загрязнение среды. Во-вторых, сосна широко распространена на большей части лесной зоны Евразии, следовательно, проблема поиска участков для исследования сведена к минимуму. Упрощается и проблема сравнимости данных из разных регионов.

Удобство выбора сосны для проведения исследований со школьниками связано и с тем, что сосна - вечнозеленое растение и дает один побег в год, что существенно упрощает наблюдения. Кроме того, в методическом плане сосна проработана в наибольшей степени.

Работа по выполнению данного задания включает **три этапа**:

- 1) Выбор площадок и отбор деревьев для проведения измерений.
- 2) Описание общего жизненного состояния (ОЖС) деревьев.
- 3) Оценка и интерпретация данных, представление результатов исследования.

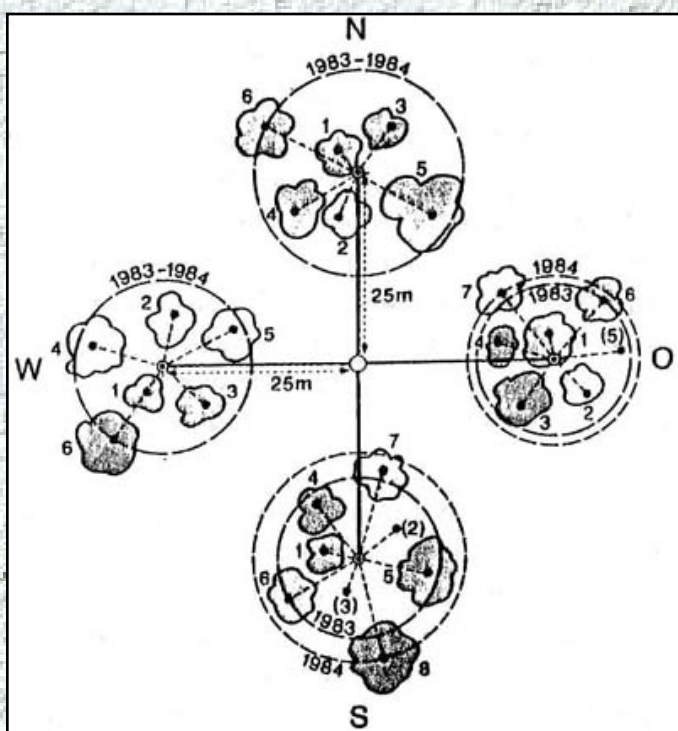
Для выполнения работы **понадобятся**: компас, рулетка (по одному на группу), бинокли, бланки описаний – по одному на 2-3 учащихся.

Выбор площадки и отбор деревьев для проведения измерений

Как правило, все долговременные исследования, а особенно мониторинг, проводятся на **постоянных площадках**. Более того, даже если Ваше исследование и разовое, то необходимо его проводить на конкретных, фиксированных природных объектах, выбор которых максимально случаен. Тем самым мы снижаем фактор произвола исследователя и создаем возможность для внешнего контроля и оценки правильности и достоверности получаемого материала.

Выбор места для площадки

Площадка для изучения жизненного состояния деревьев должна находиться в достаточно обширном массиве леса, площадью **не менее 1 га** (участок 100 на 100 м). Площадка должна располагаться в глубине лесного массива и не граничить с опушками, лесными дорогами или тропинками. Желательно, чтобы площадка была удалена от этих объектов не менее, чем на 25 метров.



Отбор деревьев

При выборе деревьев очень важно обеспечить случайную, независимую от исследователя выборку деревьев. В научных исследованиях система случайной выборки, при которой выбранные субъекты (в нашем случае деревья) отражают общее состояние всего объекта изучения (то есть леса), называется отбором **представительной пробы**.

В нашем случае для составления представительной пробы предлагается следующая система отбора деревьев (рис.1).

Исследователь самостоятельно выбирает только **центральную точку** площадки. Для удобства поиска рекомендуется выбирать дерево, которое находится в центре выбранного

для площадки лесного массива и которое потом будет легко найти. Это дерево лучше всего пометить краской, написав на нем номер или название площадки.

От центральной точки (дерева) на север, запад, юг и восток при помощи компаса и рулетки (или шагами) откладывается по 25 м и вбивается в землю по колышку, помеченному краской. Высота колышков должна быть примерно 20-25 сантиметров от земли. Таким образом на площадке будут отмечены **угловые точки**.



На следующем этапе разбиения площадки около каждой угловой точки необходимо выбрать по 6 ближайших деревьев. Эти деревья пронумеровываются и помечаются краской или цветными кольцами с указанием направления угловой точки и номера дерева. Лучше всего нумеровать деревья буквенно-цифровыми индексами, буква в которых обозначает направление по сторонам света от центральной точки площадки (лучше пользоваться латинским алфавитом, т.к. его буквы легче писать на стволах деревьев), а цифра - номер дерева на этой стороне света. Например, индексом N1 помечается дерево №1 находящееся на северной стороне площадки, S6 - дерево №6 на южной стороне (W - запад, E - восток).

Для наблюдений выбираются и помечаются лишь деревья верхних (1 и 2) ярусов (спелый и приспевающий древостой). Подрост и подлесок в описание не включаются. В смешанных насаждениях, если вы проводите описание жизненного состояния

леса только по сосне, описанию подлежат только деревья выбранного вида.

Всего с каждой учетной площади должно быть описано не менее 6 деревьев первого яруса (всего – 24 на площадке – по 6 с четырех сторон света).

Следует упомянуть о некоторых **"если"**, соблюдение которых **очень важно** для Вашего исследования:

- **если** в намеченном для исследования участке леса деревья стоят так редко, что не удастся выделить **6 деревьев** первого яруса на расстоянии до 12 м от центральной точки площадки, то необходимо переместить центральную точку в более густой участок леса;

- **если** на площадке встречаются деревья, имеющие явные признаки **механического повреждения** (снежные обломы, ветровал, крупные задиры на коре), то эти деревья **исключаются** из выборки.

- **если** на площадке при разметке обнаружилось **сухое дерево**, не имеющее признаков явного механического повреждения, то данное дерево следует **включить** в выборку как старый сухостой.

- **если** за период исследования отдельные деревья подвергаются механическим повреждениям или срубаются, то следует выбрать следующее, ближайшее к угловой точке дерево, при этом продолжая нумерацию и сделав об этом запись в журнале площадки. Т.е. например, если на площадке с 6 деревьями ветром сломало дерево номер N1 его заменяют деревом номер N7, а не новым N1. Это необходимо для того, чтобы не перепутать данные по «старому» дереву на площадке (N1) и «новому» (N7).

- **если** за период исследования отдельные **деревья умирают** и засыхают без видимых причин и механических повреждений и обломов, то это деревья **сохраняются** в выборке (сухостой).

Сроки проведения описаний

Поскольку методика может быть использована на различных породах деревьев, то оптимальные сроки для проведения работ будут различны для разных групп.

Сроки, в которые можно проводить описания общего жизненного состояния сосны практически не ограничены. Наилучшим периодом для проведения мониторинга следует считать период **с конца августа по декабрь**. Для сосны достаточно одного описания в год.

Однако, если за неимением сосны Вы выбрали для исследования другую породу дерева, интерпретируя самостоятельно изложенную ниже методику, то следует помнить, что в связи с тем, что **ель и пихта** дают два побега в год, исследования следует проводить весной (май - начало июня) и осенью (октябрь - декабрь). **На листопадных широколиственных и хвойных породах** (дуб, липа, лиственница и др.) исследования проводятся **в конце периода вегетации**, до начала пожелтения листвы. При этом, более следует ориентироваться на фазу вегетативного периода, а не на точную календарную дату.

Мелколиственные породы деревьев (осина, береза, ольха) в качестве биоиндикаторов загрязнения не используются.

Составление паспорта площадки

Для каждой площадки необходимо составить *паспорт*. В паспорте указываются следующие обязательные данные:

1 - географическое и административное положение с приложением плана местности.

2 - описание площадки по следующему плану: а) высота местности над уровнем моря; б) равнинный участок или склон, если склон - экспозиция и угол наклона; в) подстилающая порода и тип почвы.

3 - основные данные о типе леса на площадке, а именно: породный состав, сомкнутость крон, средний возраст, подрост и подлесок, травянистая растительность;

4 - основные данные о выбранных деревьях на площадке: а) высота и диаметр ствола на уровне груди; б) средний возраст; в) повреждения деревьев (механические и повреждения от насекомых и грибов);

Возраст деревьев можно узнать двумя способами: по годичным кольцам (найти спиленное дерево или распилить упавшее) или по мутовкам. Второй способ для сосны обыкновенной весьма удобен, доступен и точен (для деревьев не старше 50-60 лет). Каждая мутовка на стволе дерева соответствует годовому приросту. Чтобы определить возраст сосны с точностью до 2-х лет достаточно тщательно пересчитать количество мутовок на стволе (при необходимости - с помощью бинокля) и прибавить примерно 5-6 лет.

Дополнительно, при проведении комплексных исследований и обучении решению комплексных экологических задач и организации мониторинга полезно также собрать следующие данные:

Для деревьев - средний возраст хвои, максимальный возраст хвои, средняя величина верхушечного побега. Обычно, хвоя сосны живет 4 года, но в ряде местностей можно встретить и 5-6 летнюю хвою. В условиях сильного загрязнения воздуха хвоя не доживает и до 2-х лет. Средняя длина верхушечного побега в оптимальных условиях произрастания колеблется в зависимости от региона от 6 до 15 см.

Антропогенные факторы - качество воздуха (по данным ближайшей станции наблюдения), степень уплотнения почвы (в результате вытаптывания), наличие свалок, местных источников загрязнения воздуха и почв (особенно окислами азота и серы), кислотность осадков.

Описание общего жизненного состояния (ОЖС) деревьев

Перед тем как изложить правила описания ОЖС следует остановиться на некоторых биологических особенностях деревьев и их использовании в биоиндикации.

Известно, что при ухудшении условий произрастания у сосны (как, впрочем, и у большинства других пород деревьев) наблюдаются следующие реакции:

1) **дефолиация**, то есть опадение листвы (хвои), внешне проявляющееся в снижении обычной густоты кроны.

2) **потеря естественной окраски** (пожелтение) кроны.

Эти явления, по мере ухудшения жизненного состояния дерева прогрессируют, вплоть до полного отмирания дерева. Схожие измеряемые реакции организма на множественные изменения среды и составляют суть метода биоиндикации. На этих принципах и базируется методика оценки ОЖС деревьев.



Для **правильного описания** очень важно выбрать точку с хорошим обзором **всего дерева**. Наблюдать и описывать дерево необходимо с разных сторон. При выборе точки обзора важно помнить, что оптимальный вид с поверхности земли на дерево открывается с расстояния в одну высоту дерева от ствола, на наклонной поверхности (в горах, на склоне холма) лучший вид - с позиции на уровне середины кроны.

Описание жизненного состояния деревьев на площадке заключается в заполнении бланка (приведен **в конце пособия**)

Заполнение бланка описания жизненного состояния деревьев

Бланк описания жизненного состояния деревьев состоит из двух частей.

Первая часть - **шапка бланка**. В ней находится очень важная информация - номер площадки, дата составления описания, сведения об авторах, составивших это описание, а также описание местоположения площадки.

Эта часть бланка является важной потому, что без нее данные описания потеряют смысл, т.к. не будут привязаны к конкретной площадке, дате и местности.

Местоположением площадки называется ее положение относительно географических пунктов (городов, рек, мостов и др.) и местных ориентиров (валунов, отдельно стоящих деревьев, ЛЭП и др.). При выборе местных ориентиров важно учитывать, что по ним придется ориентироваться на протяжении нескольких лет, а значит их необходимо выбирать такими, чтобы была гарантия их сохранности на протяжении долгого времени.

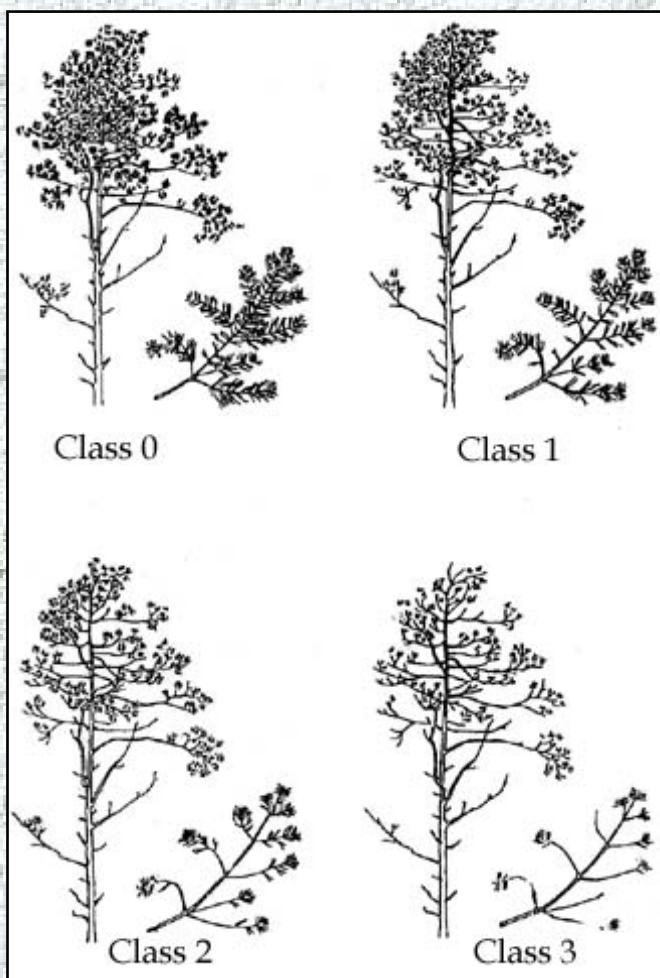
В этой же графе следует указать геоботаническое название сообщества, в котором проводятся измерения.

Основная часть бланка - **таблица**, включающая графы для описания параметров деревьев, свидетельствующих об их жизненном состоянии.

Графа 1 «Номер дерева» - заполняется по меткам на вашей площадке - в нее заносятся номера описываемых деревьев (N1, N2...W6).

Графа 2 «Класс дефолиации» - этот параметр дерева определяется визуально при помощи бинокля. При его определении необходимо осматривать ветки в средней части кроны.

Дефолиация (густота кроны) оценивается по четырем основным классам, где каждому классу соответствует определенный процент потери хвои (или степень разреженности кроны)(рис.2):



0 - дефолиация не более 10 % (густота кроны 90-100% от нормы)

1 - незначительная дефолиация - 10-25 % (густота 75-90%)

2 - средняя степень дефолиации - 25-60% (густота 40-75%)

3 - сильная дефолиация - > 60% (густота кроны <40%).

Другой, более простой (но не всегда работающий) способ определения класса дефолиации сводится к тому, что определяется возраст хвои, держащейся на побегах. Известно, что сосна дает один побег в год, а ее хвоя «в нормальных условиях» существования живет четыре года (по крайней мере в средней полосе Европейской России). Если на ветке сосны в средней части кроны четыре крайних побега покрыты хвоей, то класс дефолиации такого дерева - ноль (норма). Если хвою имеют только три крайних побега, то класс дефолиации 1, если только два побега - 2, если только один крайний побег покрыт хвоей - это 3-й балл дефолиации.

Границы между побегами разных годов можно отличить при взгляде в бинокль по мутовкам или по углу, который побеги образуют друг с другом.

Графа 3 «Класс пожелтения». Степень потери природной окраски, или «пожелтения» кроны оценивается визуально также по четырем классам. Исследователь пытается примерно сравнить наблюдаемый цвет кроны с *нормальным* в его представлении и в других описаниях цветом. Потеря природной окраски оценивается в процентах по следующей шкале:

0 - нет пожелтения (потеря общей окраски кроны 0-10%);

1 - слабое (потеря 10-25% окраски);

2 - среднее (25-60 %);

3 - сильное (более 60 %).

Лучше при определении этого показателя поступать следующим образом. Сначала оценить процент пожелтевшей хвои без бинокля – для всей кроны в целом, а затем проверить количество желтой хвои на ветвях при помощи бинокля.

Такая рекомендация продиктована тем, что в разную погоду человеку свойственно по разному воспринимать цвета.

Графа 4 «Новые шишки». В данной графе по предлагаемой шкале визуально оценивается количество новых (не раскрывшихся) шишек на дереве.

Количество шишек оценивается также по 4-х балльной шкале: 0 баллов - шишек очень много ... 3 балла - шишек нет совсем.

Новые шишки - это шишки треугольной формы. Этот параметр лучше определять при помощи бинокля.

Графа 5 «Старые шишки». Количество старых (раскрывшихся шишек) определяют по той же шкале, что и количество новых. Старые шишки имеют форму «ежика», а их подсчет также ведется с помощью бинокля.

Графа 6 «Прирост верхнего побега». Для оценки прироста верхушечного побега необходимы данные о среднем приросте в Вашей местности.



(Например, в окрестностях полевого стационара «Экосистема» в ближнем Подмосковье средний прирост сосны обыкновенной составляет 10-15 см в год. Малый прирост считается менее 5 см в год.

В данном случае оценка прироста проводится по четырех балльной шкале с шагом в 5 см: 0 баллов - прирост более 15 см, 1 балл - 10-15 см, 2 балла - 5-10 см, 3 балла - менее 5 см. В случае иных масштабов прироста следует

разработать свою собственную шкалу оценки, также состоящую из 4-х классов, но имеющую иной шаг).

Графа 7 «Сумма баллов». В эту графу записывается алгебраическая сумма баллов со 2 по 6 графу.

Графа 8 «Общее жизненное состояние» заполняется в лаборатории и относится уже к камеральной обработке материала. Порядок ее заполнения описан ниже.

Графа 9 «Примечания». В этой графе следует указать дополнительную информацию о Ваших деревьях, которая может быть полезной при дальнейшей интерпретации данных, например, отметить однобокость (флагообразность) кроны, наличие облома верхушки, дупел и т.п. Сюда же можно записывать рабочую информацию, например, о повреждении краски на дереве и др.



Так как оценка степени и типа дефолиации и формы крон производится визуальными методами, мы рекомендуем при этом использовать фотографирование, собственные рисунки и схемы. Альбом фотографий деревьев с различными степенями повреждения хвои Вы можете сделать сами, фотографируя деревья с различной степенью повреждения хвои (по Вашей визуальной оценке).

Перед тем как перейти к объяснению способов обработки данных и правил их интерпретации необходимо указать на некоторые очень важные **правила проведения полевых описаний**.

Правило первое. Наблюдатели должны пройти инструктаж и тщательно изучить методику. При описаниях необходимо использовать бинокль.

Правило второе. Описание проводят не менее трех наблюдателей. При расхождении оценок наблюдатели меняются местами обзора и в

процессе обсуждения приходят к взаимной договоренности.

Правило третье. Исследования проводятся днем при хорошей освещенности. На вечерней и утренней зорях могут быть ошибки от солнечных бликов, особенно при определении класса пожелтения хвои. В пасмурную и дождливую погоду пожелтение хвои незаметно, а кроны кажутся гуще.

Оценка данных и представление результатов исследования

Оценка данных

Оценка заключается в выведении величины, позволяющей сравнивать и интерпретировать данные описаний. Оценку можно проводить двумя способами - по сумме баллов и по классу ОЖС.

Оценка по сумме баллов (графа 7). Определение простой суммы баллов является видом самой простейшей обработки материала. При определении суммы баллов суммируются значения из граф 2-6.

Таким образом, максимальное значение 15 баллов соответствует отмирающему или мертвому дереву. Если сумма составляет 0-5 баллов - то данное дерево является здоровым и весьма жизнеспособным. Шкала недостаточно точна в связи с неравным значением различных граф, но зато обработка данных и их сравнение по разным площадкам, используя лишь средние арифметические значения сумм баллов, весьма проста и доступна. Чем меньше средний балл деревьев на площадке, тем лучше жизненное состояние деревьев.

Определение класса ОЖС (графа 8). Определение общего жизненного состояния по таблице и дальнейшее построение диаграмм и их интерпретация является более гибким и правильным методом обработки данных.

Общее жизненное состояние деревьев определяется по комбинации класса дефолиации и класса пожелтения хвои и вносится в графу 8 бланка.

Для определения ОЖС используют следующую таблицу:

Класс дефолиации	Класс пожелтения		
	0 или 1	2	3
	Класс общего жизненного состояния (ОЖС)		
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

В клетке на пересечении «Класса дефолиации», взятого из 2 столбца бланка и «Класса пожелтения», взятого из 3 столбца бланка, находим класс ОЖС (от 0 до 3) для каждого дерева площадки.

4 и 5 классы ОЖС соответствуют «свежему» и «старому» сухостойным деревьям.

Каждому классу ОЖС соответствует среднестатистическая оценка количества лет до полного отмирания дерева. Нулевой класс (балл) ОЖС соответствует сроку более 20 лет, 1 класс - 10-20 лет, 2 класс - 3-9 лет, 3-й класс - менее 3-х лет.

Следует учесть, что это лишь самый общий статистический прогноз развития дерева при неизменных внешних условиях и реальные сроки могут не совпадать с предлагаемыми среднестатистическими.

Наглядное представление результатов

Для наглядного представления результатов и удобства дальнейшей интерпретации данных используется метод построения столбчатых диаграмм. Диаграммы могут быть построены раздельно по дефолиации и потере природной окраски, но для окончательной оценки и представления результатов исследования необходимо проводить анализ по интегральному показателю - ОЖС.

Для облегчения построения диаграмм приведем **несколько правил**:

1) По вертикальной оси откладывается встречаемость деревьев с разным баллом ОЖС. Лучше использовать процентную шкалу. Для этого предварительно необходимо определить % встреченных на площадке деревьев с тем или иным баллом ОЖС.

2) Располагать столбцы диаграммы следует таким образом, чтобы Вы могли иллюстрировать динамику изучаемого процесса. Например, если это мониторинг временных изменений, то слева направо возрастает год обследования площадки, если пространственный анализ, то слева направо диаграммы располагаются по мере приближения к потенциальному загрязнителю.

3) Классы ОЖС располагаются снизу вверх по возрастанию балла (ухудшению жизненного состояния). Чем выше балл, тем более темная штриховка. Если диаграмма выполняется в цвете, то по мере увеличения класса изменяется цвет от зеленого к красному. Сухостой можно обозначать черным цветом.

Процедура составления столбчатой диаграммы

Процедуру составления столбчатой диаграммы поясним на примере.

Предположим, на площадке описаны 24 дерева (по 6 с каждой стороны света). Из них 4 дерева получили ОЖС 0 баллов (полностью здоровые), 5 деревьев - 1 балл, 4 дерева - 2 балла, 4 дерева - 3 балла, 4 дерева - 4 балла (свежие сухостойные) и 3 дерева имеют ОЖС равный 5 баллам (старые сухостойные).

Для удобства лучше всего данные заносить в такую таблицу:

<i>Балл ОЖС</i>	<i>Кол-во деревьев на площадке с данным баллом ОЖС</i>	<i>% деревьев с данным баллом ОЖС</i>	<i>Накопленная сумма %</i>
0	4	16.7	16.7
1	5	20.8	37.5
2	4	16.7	54.2
3	4	16.7	70.9
4	4	16.7	87.6
5	3	12.4	100
<i>Сумма</i>	<i>24</i>	<i>100</i>	

Столбец **«Накопленная сумма %»** необходим для упрощения построения диаграммы. В нем находятся цифры, указывающие на границы между областями на диаграмме. Они получаются путем сложения значения процентов данной строки со значениями процентов всех предыдущих строк.

Пользуясь колонкой **«Накопленная сумма %»**, необходимо отметить на столбчатой диаграмме границы областей, и обозначить сами области цветом, штриховкой, значками и т.д.

В результате получаем следующую диаграмму (рис.3)

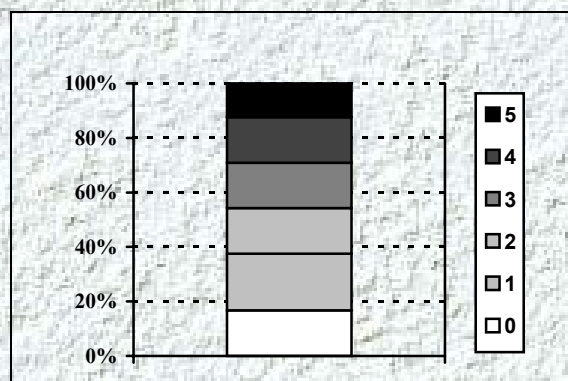


Рис.3. Образец столбчатой диаграммы общего жизненного состояния леса (ОЖС) на одной площадке

Общий план организации исследования

Поскольку **задачей** данного занятия является не столько ознакомление с методикой, сколько проведение реального исследования, в рамках выполнения задания следует заложить и описать минимум две площадки. Для того, чтобы сравнение было интересным и реальным, надо выбрать два участка леса, сильно различающихся между собой по уровню антропогенной нагрузки, например, удаленные на разное расстояние от какого-либо явного источника загрязнения (населенного пункта, завода, автомагистрали и т.п.). Желательно, чтобы эти площадки находились на одной линии по направлению преобладающих ветров.

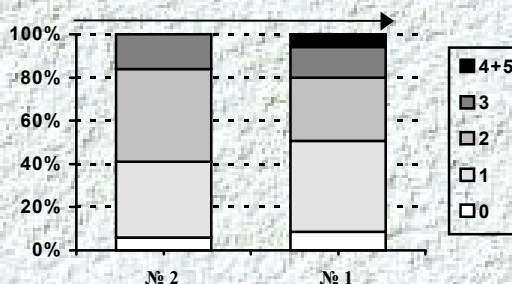
Если такого явного источника загрязнения воздуха нет, для сравнения следует подобрать площадки, по-разному используемые в лесном хозяйстве (прореженные и захламленные), или сельском хозяйстве (с выпасом скота и без), с разным уровнем использования людьми (например, вытаптывания) и т.п.

В любом случае, для проведения сравнения следует выбирать площадки с примерно **одинаковым** типом древесной растительности и примерно одного возраста. Идеальным вариантом являются находящиеся в разных местах сосновые посадки одного возраста.

Анализ и интерпретация результатов исследования

Ниже, в качестве примера, мы приводим образцы диаграмм, составленные по данным измерений на двух учетных площадках в Московской области, в окрестностях полевого Центра «Экосистема».

Диаграммы составлены и подобраны таким образом, чтобы иметь возможность определить воздействие только одного из изменяющихся параметров. На рисунке 4-а показаны различия состояния лесов в зависимости от удаленности от населенного пункта.



дальше от поселка →→→ ближе к поселку

Рис. 4-а: зависимость состояния леса от удаления от поселка

Из рисунка видно, что на площадке, ближайшей к поселку (№1), в целом состояние деревьев хуже, чем на удаленной (21% деревьев 3-5 классов ОЖС на площадке №1 против 16% на площадке №2). При этом, число здоровых деревьев на этой площадке также больше (50,5% 0-1 классов против 41%).

Учитывая, что на площадке №1 чаще встречается суховершинность, можно сделать вывод о повышенном антропогенном воздействии в ближнем лесном массиве, в сравнении с более удаленной территорией.

Какой именно из антропогенных факторов имеет здесь первостепенное значение данным методом определить невозможно. Можно лишь предположить, что первостепенную роль здесь играет чрезмерное уплотнение почв вследствие вытаптывания.

На рисунке 4-б показана диаграмма, составленная по таким же описаниям, собранным за несколько лет наблюдений - для иллюстрации динамики временных изменений. При этом, описания по двум площадкам для каждого года обобщены.

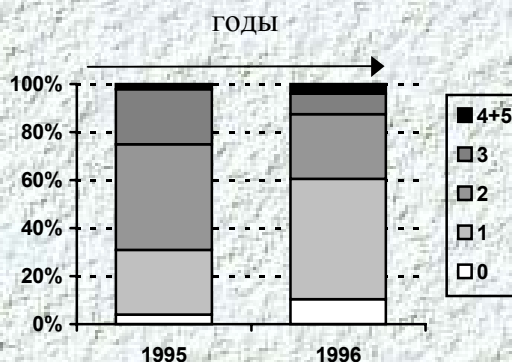


Рис. 4-б: межгодовые изменения состояния сосновых лесов

Диаграммы за два года показывают, что доля здоровых деревьев со временем увеличивается. При этом становится также больше и больных деревьев. Уменьшается лишь число «средних» деревьев.

Это, по-видимому, свидетельствует об увеличении взаимной внутривидовой конкуренции за пространство. В нашем примере площадки заложены в 40-летних сосновых посадках. По мере роста деревьев конкуренция за пространство обостряется и деревья начинают угнетать друг друга. Более сильные деревья, за счет гибели более слабых, улучшают свое жизненное состояние, а слабые постепенно погибают.

