

## Глава 5

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ (БИОТЫ)

## 1 5.1. Мониторинг Биоты

Биотой называется совокупность всех живых организмов (растений, животных и микроорганизмов), населяющих какую-либо территорию.

При организации мониторинга биоты необходимо выбрать постоянные участки с доминантными видами растительности. Наблюдения над хорошо знакомыми птицами, растениями, насекомыми, животными должны быть регулярными.

Оценка состояния биоты проводится по следующим показателям:

- обилие (число особей на единицу площади);
- частота (отношение числа особей одного вида к общей численности особей, выраженное в процентах);
- доминантные виды с наибольшей продуктивностью.

При проведении мониторинговых исследований растений особое внимание уделяется морфологическим признакам листьев, хвои, особенностям пигментации на стволе, листьях, цветах, выявлению разного рода аномалий вегетативных и генеративных органов (отмирают ли почки, изменяется ли ветвление побегов). Внешние признаки довольно просто регистрируются с помощью специальных приборов или без них: это изменение уровня фотосинтеза, содержания хлорофилла, пигментации, тургора, а также отмечаются морфологические изменения.

У животных фиксируются изменения:

- численности популяций;
- соотношения видового состава;
- частоты появления форм с отклонениями.

Определяют численность видов и амплитуду колебаний этой численности в течение сезона. В различные годы численность отдельного вида может подвергаться существенным изменениям, которые могут быть связаны с процессами вымирания или процветания популяции или иметь циклический характер.

## 5.1.1 Мониторинг лесного фитоценоза (ID, Ш)

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 м<sup>2</sup> (20х30 м), внутри которого заложить пробную площадку 100 м<sup>2</sup> для подсчета количества подроста и кустарников и 3 — 5 площадок по 1 м<sup>2</sup> 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. 4 — 8 экопаспорта.

### **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. ЕЮ; 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. 4, 6, 7 экопаспорта.

### **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. 7 экопаспорта.

### **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. 5 экопаспорта.

Делаются выводы о возобновлении изучаемого участка леса:

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

### 5.1.2. Мониторинг лугового фитоценоза

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 (прирусловой, 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. Прирусловая 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.

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.

В характеристику фитоценоза луга следует включить:

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

Данные вносятся в табл. 9 экопаспорта.

### 5.1.3. Мониторинг фауны дугой

«Кошение» — один из основных методов изучения энтомофауны луга, позволяющий оценить численность беспозвоночных животных и их видовой состав.

Для «кошения» используется стандартный энтомологический сачок, изготовленный из прочной стальной проволоки диаметром 3 — 4 мм и капроновой ткани или мельничного газа (рис. 5.1, 5.2). Из проволоки изготов-

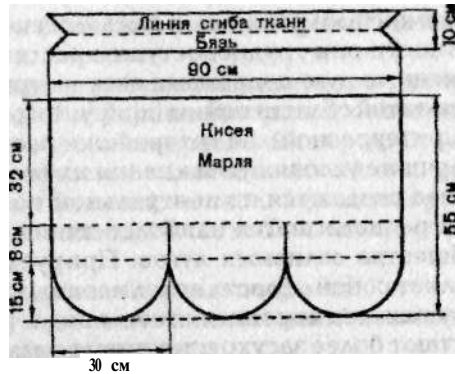


Рис. 5.1. Выкройка мешка энтомологического сачка

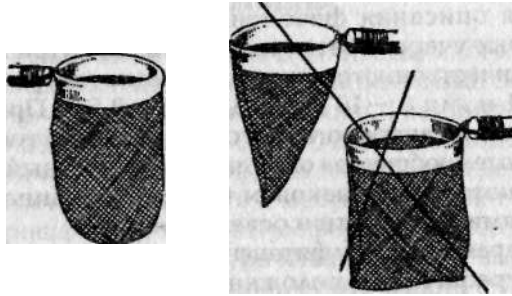


Рис. 5.2. Сачки правильной и неправильной формы

ливается кольцо, диаметром 30 см, которое крепят к палке длиной 120—130 см. Мешок изготавливают в форме цилиндра с закругленным дном. Глубина мешка должна быть в 1,5 раза больше диаметра обруча. Изготовленный мешок пришивается к обручу с помощью неширокой полосы прочной ткани, желательно капрона. «Кошение» проводят по траве по восьмеркообразной траектории сериями, по 10 взмахов в серии. Всего делается не менее 100 взмахов. После каждой серии взмахов сачок внимательно осматривают и достают из мешка всех попавших беспозвоночных животных. Пойманных животных помещают в морилку для усыпления насекомых. Морилку изготавливают из широкогорлой стеклянной банки емкостью от 200 до 300 мл. Банку закрывают плотно резиновой пробкой. На дно банки кладут кружок из фильтровальной бумаги и, для

того, чтобы насекомые не мяли и не пачкали друг друга, в банку помещают полоски бумаги, сложенные гармошкой. Для усыпления помещенных в морилку насекомых используют серный эфир или хлороформ, которые можно приобрести в аптечных магазинах. При отсутствии эфира и хлороформа можно использовать мелко нарезанные листья черемухи или очищенный бензин для зажигалок. Недостатком бензина является то, что насекомые становятся жесткими и их хуже расправлять при разборе, а также они быстро теряют свою естественную окраску и их труднее определять.

Для выборки мелких насекомых можно использовать эксгаузер, который изготавливается из небольшой стеклянной банки (можно использовать склянку из-под лекарств). Баночку закрывают пробкой, в которой пробочным сверлом проделывают два отверстия для стеклянных трубок, изогнутых в форме буквы «Г» (рис. 5.3).

На конец одной стеклянной трубки надевают резиновую трубку, конец которой берут в рот. Засасывая воздухом в эксгаустере создают разрежение, и через вторую трубочку насекомые засасываются в банку. Собранных насекомых усыпляют в морилке (рис. 5.4) и затем укладывают на ватные матрасики (рис. 5.5). Ватные матрасики изготавливают из листов писчей бумаги формата А4 и негигроскопичной ваты. Из бумаги делают подобие конверта путем складывания листа на три части. В конверт кладут тонким слоем вату и на нее раскладывают усыпленных насекомых. Поверх насекомых кладется этикетка, на которой указывается место сбора, дата, погодные условия и фамилия сборщика.

«Кошение» проводят в сухую теплую погоду в утренние и вечерние часы. При кошении необходимо Двигаться против солнца, чтоб не распугать своей тенью насекомых, сидящих на траве.

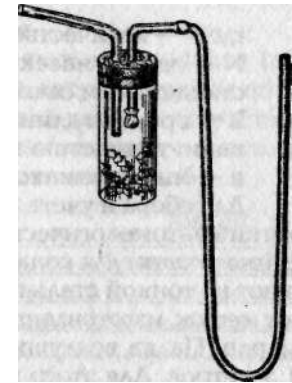


рис. 5.3. Эксгаузер (всасыватель)



Рис. 5.4. Морилка с пробкам и



Рис. 5.5. Ватный матрасик с насекомыми и лист с этикетками

Для расчета численности насекомых на единицу площади используется формула:

$$P = N / (D \times L \times n),$$

где  $P$  — количество насекомых на 1 квадратный метр,  $N$  — число насекомых, пойманных при кошении стандартным сачком,  $D$  — диаметр сачка (в метрах),  $L$  — средняя длина пути, проходимая обручем сачка по травостоя при каждом взмахе (в метрах),  $n$  — число взмахов сачком (Динесман, 1981).

Для сбора и учета летающих насекомых используют легкий энтомологический сачок. В отличие от ранее описанного сачка для кошения, воздушный сачок изготавливают из тонкой стальной проволоки, к кольцу пришивают мешок, изготовленный из газа, капронового тюля или марли. Палка воздушного сачка может иметь длину до 1,5 метров. Для этого можно использовать бамбуковую палку от удилища. К сожалению, учет численности при ловле в воздухе не удается, и приходится использовать его лишь для учета видового состава насекомых.

#### 5.1.4. Методика количественного учета птиц

##### 1. расчета плотности их населения

Для проведения количественных учетов птиц необходимо умение их определять по внешнему виду и голосам непосредственно в природе, а также умение вести полевой дневник, в котором аккуратно записываются данные наблюдений.

Наиболее приемлемым методом учета птиц является маршрутный учет, рассчитанный на обследование значительных территорий — площадью не менее од-

ного квадратного километра. Учетный маршрут в лесу следует проложить, используя квартальные просеки или лесную дорогу.

Во время учета наблюдатель идет по маршруту и фиксирует в полевом дневнике всех встреченных (увиденных и услышанных) птиц, независимо от расстояния до них. Скорость движения на маршруте должна быть достаточно низкой, чтоб можно было достаточно точно определять звуковые сигналы птиц и их видовую принадлежность. Не следует долго задерживаться на одном месте с целью прислушаться к пению птиц, это может повлечь ошибки в учете. Нормальной считается скорость 2 — 2,5 км/час во вне гнездовой период и 1,5 — 2 км/час.

Учеты лучше проводить в утренние часы в хорошую погоду.

#### Записи в полевом дневнике

В полевом дневнике отмечают: место учета (область, район, населенный пункт), дату, состояние погоды (облачность, температура, наличие или отсутствие ветра, высота снежного покрова, наличие снега на ветвях). Результаты учета заносятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1.

Виды птиц	Тип леса	Количество особей
Большой пестрый дятел		
Большая синица		
..... и т.д.		

Для получения достоверных данных необходимо набрать достаточный «учетный километраж», т. е. пройти определенное расстояние, необходимое для получения корректных данных. Таким расстоянием может быть маршрут протяженностью не менее 5 километров в каждом обследуемом местообитании.

После окончания учетных работ проводят расчет плотности населения птиц. Расчет ведут для каждого из встреченных видов в отдельности.

#### 5.1.6. Методы учета млекопитающих по следам

Для определения численности, плотности и видового состава млекопитающих можно использовать метод зимнего маршрутного учета. Методика учета

основана на том, что среднее число пересечений учетным маршрутом следов животных учитываемого вида прямо пропорционально плотности населения этого вида. В свою очередь, число пересечений зависит от средней протяженности следов животных. Чем длиннее протяженность маршрутов передвижения животных, тем большая вероятность пересечений их с учетным маршрутом.

Для определения числа особей животных на единицу площади необходимо определить два показателя: 1) среднее число пересечений суточных следов учитываемых животных на единицу длины маршрута; 2) коэффициент, связанный с длиной суточного хода данного животного. Формула расчета населения для каждого отдельного вида животного выглядит следующим образом:

$$D = A \cdot K,$$

где  $D$  — плотность населения данного вида (особей на  $1 \text{ км}^2$ ),

$A$  — показатель маршрутного учета (количество следов на  $1 \text{ км}$  маршрута),

$K$  — пересчетный коэффициент, связанный с длиной суточного хода животного в период учета на данной территории.

Пересчетные коэффициенты для разных видов животных ( $K$ ) приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2.

Пересчетные коэффициенты зимнего маршрутного учета

Виды животных	животных	
	Северная зона	Средняя полоса
Белка	4,5	5,2
Волк	0,11	0,1
Заяц – беляк	1,2	1,2
Заяц – русак	0,6	0,6
Кабан	0,6	0,55
Косуля	0,69	0,64
Куница	0,6	0,7
Лисица	0,23	0,21
Лось	0,85	0,75
Олень благородный	0,68	0,68
Рысь	0,22	0,22
Хорек	0,8	0,7

Данная таблица приводится по материалам Центра Госохотучета РФ.

По методике, принятой в охотничьем хозяйстве, учеты следует проводить в течение периода с 25 января по 10 марта: в начале, в середине и в конце этого периода. Это обусловлено тем, чтобы средние данные учета следов соответствовали среднесуточной активности животных в учетный период.

Работа по учету животных проводится в два дня. В первый день учетчик, проходя по маршруту, затирает хвойными ветками все пересекающиеся следы, чтобы на следующий день учесть только свежие следы. Затирка производится просто, для этого к поясу учетчика привязывается длинная широкая ветка ели или сосны, конец которой волочится по снегу. При движении по маршруту за учетчиком образуется следовая полоса, скрывающая все следы животных. Тропы зверей придется засыпать снегом, а встреченные следы волка и росомахи следует сразу записать в полевую книжку (они на следующий день могут отсутствовать, в связи с большими охотничьими участками этих хищников).

Во второй день учетчик проходит по тому же маршруту, отмечает в записной книжке все новые следы, пересекающие учетный маршрут, с указанием вида и количества животных, оставивших следы. Если зверь, подойдя к тропе, повернул от нее, то такой след учитывается как одно пересечение тропы. При обнаружении тропы, по которой прошла группа животных, желательно проследить по тропе до места, где следы расходятся, и по ним определить число особей в группе.

Длина маршрута измеряется при его прохождении или устанавливается заранее по ориентирам на местности. Лучшим способом измерения длины маршрута является измерение по крупномасштабной топографической карте или картосхеме охотничьего хозяйства. На карту наносят маршрут и его длину измеряют с помощью линейки или курвиметра.

После завершения маршрутного учета исполнитель заполняет «Карточку зимнего маршрутного учета Животных».

**Карточка зимнего учета животных**

Область (край, республика) \_\_\_\_\_  
 Район \_\_\_\_\_ Маршрут № \_\_\_\_\_  
 Охотничье хозяйство (заказник) \_\_\_\_\_  
 Лесхоз \_\_\_\_\_ Лесничество \_\_\_\_\_  
 Ближайший населенный пункт,  
 имеющий отделение связи \_\_\_\_\_  
 Индекс отделения связи \_\_\_\_\_  
 Учет следов на маршруте проводил (Ф.И.О.) \_\_\_\_\_  
 Место работы, учебы \_\_\_\_\_  
 Дата затирки \_\_\_\_\_ Начало затирки \_\_\_\_\_ Окончание \_\_\_\_\_  
 Дата учета \_\_\_\_\_ Начало учета \_\_\_\_\_ Окончание \_\_\_\_\_  
 Дата последней пороши \_\_\_\_\_  
 Высота снежного покрова (см) \_\_\_\_\_  
 Характер снега (подчеркнуть) *Рыхлый, плотный, с коркой, наст.*  
 Погода в день затирки: температура (от - до) \_\_\_\_\_ Осадки \_\_\_\_\_  
 Ветер (сила и направление) \_\_\_\_\_  
 Погода в день учета: температура (от - до) \_\_\_\_\_ Осадки \_\_\_\_\_  
 Ветер (сила и направление) \_\_\_\_\_  
 Длина маршрута: \_\_\_\_\_ км.  
 Из них по лесу \_\_\_\_\_ км.  
 По полю \_\_\_\_\_ км ,  
 По болоту \_\_\_\_\_ км

Подпись учетчика \_\_\_\_\_ Дата заполнения карточки \_\_\_\_\_

**5.11 Мониторинг зеленых насаждений населенного пункта**

Согласно Закону РФ «Об охране окружающей природной среды» (1992), зеленые зоны городов и населенных пунктов относятся к особо охраняемым природным территориям. Растительность на улицах городов, поселков рассматривается, прежде всего, с точки зрения улучшения среды жизни для человека в гигиеническом и эстетическом отношениях. Растения обогащают воздух кислородом, увлажняют и очищают его, способствуют снижению шума, влияют на микроклимат территории. Известно, что основные экологические факторы в населенных пунктах, особенно в городах, существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Загрязнение воздуха, воды, почвы оказывает влияние на физиологические функции растений, их внешний облик, состояние, продолжительность жизни, генеративную сферу-

Вещества-токсиканты адсорбируются на клеточных оболочках растений, проникают внутрь клеток, нарушают обмен веществ; в результате резко снижается фотосинтез, усиливается дыхание. Обычно признаки поражения растений токсикантами выражаются в некрозе края листа, побурении листьев и хвои, появлении уродств, отмирании. Пыль, оседающая на листья, действует как экран, снижающий доступ света и усиливающий поглощение тепловой радиации. Кроме того, возможна закупорка листьев пылевыми частицами. Загрязнение почвы и вод нефтепродуктами вызывает разные этапы повреждения растений — от отсутствия завязывания семян и отмирания отдельных органов до полной гибели.

Среди растений есть виды чувствительные к загрязнению среды и есть более выносливые.

Наиболее газоустойчивы: туя западная, клен ясенелистный, бузина, тополь канадский, сирень амурская, снежеягодник белый, боярышник.

Достаточно газоустойчивы: барбарис, жимолость татарская, роза морщинистая, сирень венгерская, спирея, смородина золотистая, яблони ягодные и китайская, калина-гордовина, чебушник, ракитник, ель колючая.

Негазоустойчивы: ель, пихта, кедр, можжевельник, клен остролистный, береза, тополь бальзамический, сирень обыкновенная, черемуха обыкновенная.

Выполнение работ по инвентаризации зеленых насаждений дает возможность оценить антропогенную нагрузку на территории. При выполнении работы учащиеся овладевают научными методами исследования, знакомятся с видовым составом растений, их биологией и экологией. Полевые исследования желательно проводить в весенне-летний вегетационный период.

Этапы работы.

**I. Подготовительный этап:**

- 1) постановка цели и задач обследования;
- 2) подготовка материалов и оборудования для проведения полевых работ (планшеты, карандаши, линейки, резинки, компасы, мерные ленты, рулетки, мерные вилки, веревка, бумага);
- 3) знакомство с объектом обследования;
- 4) составление плана-карты объекта обследования (парка, сквера, бульвара, улицы и т. д.).

## II. Проведение обследования

При проведении обследования учащиеся пользуются инструкцией, где определен порядок работы и форма фиксации результатов.

### ИНСТРУКЦИЯ

#### по инвентаризации зеленых насаждений

1. Для проведения полевых работ снимается копия плана объекта.
2. Инвентаризируемый объект разделяется на условные учетные участки.
3. На каждом учетном участке проводятся измерения расстояний между деревьями, определяется их положение относительно друг друга, зданий, газонов, тротуаров и т. д. в соответствии со сторонами горизонта. Деревья наносятся на план-карту участка, каждому дереву, кустарнику или группе кустарников присваивается порядковый номер в пределах учетного участка.
4. В полевой дневник записывается дата обследования, номер учетного участка и следующие данные:
  - а) вид насаждений (рядовая, групповая посадка, одиночные экземпляры);
  - б) номер дерева (кустарника);
  - в) порода (род, вид);
  - г) диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м (в см);
  - д) состояние насаждений.
5. Состояние насаждений определяется по признакам:
  - «хорошее» — насаждения здоровые, с хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;
  - «удовлетворительное» — насаждения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.;
  - «неудовлетворительное» — насаждения с неправильной и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями, ранениями, зараженностью болезнями или вредителями угрожающими их жизни.
6. Форма записи результатов обследования в полевом дневнике.

Дата обследования \_\_\_\_\_

Номер учетного участка \_\_\_\_\_

Вид насаждений (рядовая, групповая посадка)	Номер дерева	Порода (род, вид)	Диаметр, см (на высоте 1,3 м)	Кол-во стволов	Состояние			Примечание (повреждения, особые признаки и др.)
					→	8 x 2 ft	1 1/2 ft	

## III. Обработка материалов обследования

1. На основании рабочих карт учетных участков составляется общая карта зеленых насаждений объекта. При наличии технической возможности эту работу рекомендуется выполнять при помощи компьютерной геоинформационной системы.
2. По данным полевых дневников составляется паспорт объекта озеленения, в который включаются результаты обследования по форме, приведенной на табл. 5.3. Кроме того, по этим данным составляется сводная таблица, содержащая сведения об общем количестве деревьев по породам, диаметрам и состоянию (табл. 10 экопаспорта).

Таблица 5.3.

Паспорт зеленых насаждений объекта \_\_\_\_\_

Дата обследования \_\_\_\_\_

№ по порядку	№ учетного участка	Вид насаждений	№ дерева на участке	Порода	Диаметр, см (на высоте 1,3 м)	Количество, шт.	Состояние			Примечание
							Хорошее	1 > 5	Неудовлетворительное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

3. Анализ полученных результатов, формулировка выводов и обобщений, рекомендации и предложения.

Инвентаризация зеленых насаждений населенного пункта является началом экомониторинга селитебной территории с помощью растений. Материалы исследований могут быть подвергнуты компьютерной обработке, что повышает практическую значимость исследования. На рис. 5.6 приведен фрагмент карты городского парка, построенной по результатам компьютерной обработки материалов инвентаризации зеленых насаждений.



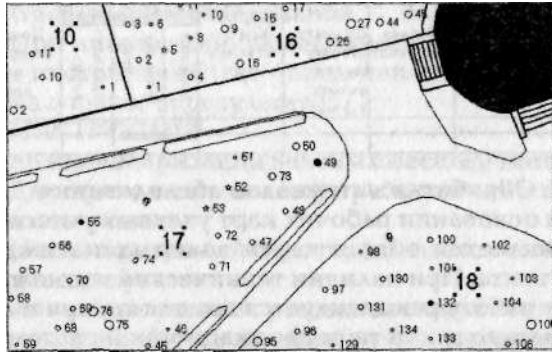


Рис. 5.6. Фрагмент компьютерной карты городского парка

## И 5.2. Дополнительные методы

### 5.2.1. Фенологические (сезонные) наблюдение 18, 101

Фенологические (сезонные) наблюдения жизнедеятельности живых организмов и природной среды — одна из существенных составных частей биомониторинга.

Фенология — это система знаний о закономерностях сезонного развития природы. Изменчивость сроков наступления сезонных явлений, ее закономерности составляют главный предмет изучения фенологии. Многолетняя повторяемость наблюдений определяет основу метода фенологии. Сроки наступления сезонных явлений зависят от физико-географических условий, а иногда — от антропогенного фактора (феноаномалии).

Для получения объективного представления об особенностях сезонного развития природы отдельных территорий составляются геосистемные **программы фенологических наблюдений**, учитывающие их географическую специфику. Такие программы состоят из 4 разделов: гидрометеорологические явления; явления в мире растений; явления в мире животных; сельскохозяйственная фенология.

Существуют программы наблюдений, имеющие специализированный характер. Они включают лишь те объекты и явления, учет которых должен обеспечить решение

конкретной задачи. Например, составление программы, а затем по многолетним наблюдениям по ней — календаря лесовода, грибника, рыбоведа, пчеловеда и т. д.

#### Наблюдения

за гидрометеорологическими явлениями

Для получения общих представлений о гидрометеорологических явлениях можно пользоваться данными метеостанций и метеоплощадок при школах. Рекомендуется отмечать даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха в весеннее время через  $-5, 0, 5, 10$  градусов.

При наблюдениях необходимо отмечать сроки следующих метеоявлений.

*Замерзание реки (название).* Отмечается день, когда движение льда полностью прекратилось.

*Установление постоянного снежного покрова.* Отмечается день, когда выпал снег и до весны не растаял. Отметить этот день можно лишь путем систематических наблюдений за предзимними снегопадами.

*Появление первых проталин на полях.* Отмечается дата, когда впервые на открытых участках среди снежного покрова стали хорошо заметными пятна обнаженной земли.

Начало интенсивного таяния снега.

*Вскрытие реки (название).* Записывается день обнаружения крупных трещин на льду.

*Начало ледохода.* Впервые замечают, что измельченные льдины сплошным потоком идут по реке (на крупных реках).

*Конец ледохода.* Река полностью освободилась ото льда.

*Исчезновение сплошного снежного покрова.* Полный сход снежного покрова на открытом месте.

*Первая гроза.* Электрические разряды в атмосфере в виде молний, сопровождающиеся громом. Указывается, была ли гроза близкой или отдаленной. От сильно удаленных гроз могут доноситься только приглушенные раскаты грома.

*Первый заморозок в воздухе.* Определяется в утренние часы по наличию инея или по появлению ледяной корки на мелких лужах.

*Первый снежный покров.* Отмечается дата снегопада, образовавшего сплошной снежный покров хотя бы на несколько часов. Мокрый снег или снег с дождем, не образующие сплошного покрова, в расчет не принимаются.

### **Наблюдения за растениями**

*Деревья и кустарники.* Выбирают наиболее часто встречающиеся в данной местности виды. Они должны быть указаны в программе.

На постоянно наблюдаемые деревья или кустарники рекомендуется повесить заметные этикетки. Деревья должны быть здоровыми и нормально развивающимися. Наблюдения будут только тогда иметь определенную научную и практическую ценность, если будут проводиться из года в год на одних и тех же экземплярах растений, по единой программе и методике. Не менее ценны они будут и в том случае, если их проводить на правильной основе во время экскурсий и турпоходов. В этом случае на протяжении маршрута отмечается состояние растений и животных. Изменения состояния деревьев и кустарников хорошо заметны по сезонам года.

Весной и летом рекомендуется наблюдать следующие явления.

*Сокодвижение у березы.* Начало сокодвижения отмечается по появлению из раны капельки сока. Оно начинается у березы бородавчатой, когда дневная температура перейдет через 5 градусов. Необходимо обращать внимание школьников на недопустимость глубоких порезов стволов, так как обильное течение сока ослабляет растение.

*Набухание почек* — появление на почечных чешуйках в результате их роста более светлых полосок, уголков, пятнышек.

*Распускание почек* — появление кончиков листьев между чешуйками.

*Развертывание первых листьев* — почки раскрылись, листочки стали разворачиваться, но листовые пластинки еще не разгладились. Лиственные леса в этот период издали кажутся подернутыми «зеленой дымкой».

*Начало цветения* — высыпание пыльцы из лопнувших пыльников при дуновении ветра или встряхива-

нии ветки у ветроопыляемых растений (ольха, лещина, тополь, осина, ясень, береза, ель, сосна, лиственница, дуб, облепиха и др.). У растений с хорошо выраженным околоцветником (вишня, груша, яблоня, черемуха, боярышник, рябина, липа и др.) началом цветения считается появление на 2 — 3 экземплярах нескольких первых цветков с вполне раскрывшимся венчиком.

*Конец цветения* — на растениях не осталось раскрытых цветков, лепестки завяли и осыпаются; у ветроопыляемых растений соцветия перестали выделять пыльцу и в массе опадают.

*Плодоношение.* У растений с сочными плодами (вишня, смородина, малина, черемуха, рябина, груша, яблоня и др.) плоды считаются созревшими, если они становятся мягкими, приобретают определенную окраску, становятся съедобными. У пород с сухими несъедобными плодами определить на глаз созревание трудно. Поэтому наблюдают их рассеивание. Появление, например, семян ели на снегу и является признаком их рассеивания.

*Массовое плодоношение* — момент, когда возможен сбор плодов и семян для хозяйственных целей.

Деревья и кустарники осенью отличаются следующими явлениями.

*Начало раскраски листьев* — дата, когда были замечены первые по-осеннему раскрашенные листочки (хвоинки) или целые веточки (прядки).

*Начало листопада* — день опадения первых по-осеннему окрашенных листьев или хвои.

*Полная раскраска листьев* отмечается датой, когда все листья приобрели осеннюю окраску. Небольшое количество зеленоватых листьев во внимание не принимается.

*Конец листопада* — день, когда крона дерева или кустарника полностью обнажилась. Небольшая часть листьев на вершинах крон в расчет не принимается.

### **Наблюдения за сельскохозяйственными культурами**

Отмечают сроки прохождения основных фаз, а также таких сельскохозяйственных работ, как начало пахоты, начало сева зерновых культур и их уборки, сроки посадки и уборки картофеля, дату начала сенокоса.

Минимальное количество растений, которое требуется осмотреть для определения процента вступивших в ожидаемую фазу — 40. Подсчеты проводят так: в четырех местах участка просматриваются подряд 10 растений, не отличающихся от окружающих по своему общему состоянию, и отмечается, сколько из них вступило в ожидаемую фазу. Количество вступивших в фазу из каждого десятка суммируется, после чего вычисляется процент этой суммы от 40. Началом фазы считается ее появление у 10% растений.

Отмечают следующие фазы сезонного развития.

*Появление первых всходов.* На поверхности почвы наблюдаемого участка поля появляются первые развернувшиеся листочки, ростки или семядоли культуры.

*Массовое появление всходов* — появление всходов на большей части участка.

*Начало колошения.* Отмечается в день, когда у 10% растений колосья наполовину выдвинулись из влагалищ верхних листьев.

*Массовое колошение* — появление колосьев на большинстве развитых стеблей.

*Начало цветения у злаков* — снаружи колосьев на отдельных растениях в разных концах поля появляются лопнувшие пыльники.

*Начало созревания и массовое созревание семян:* молочная спелость — зерно достигает размеров спелого, зеленой окраски, легко раздавливается пальцами; восковая спелость — зерно становится желтым, содержимое его при раздавливании извлекается с трудом, легко скатывается в шарик и почти не прилипает к коже, режется ножом как воск и при сгибании сначала дает изгиб, а затем ломается; полная спелость — зерно твердое, не изгибается, а содержимое оболочки не выдавливается.

Ниже приводим шкалы глазомерных количественных оценок.

I) Шкала глазомерной оценки обилия цветения:

- 0 — означает, что в год наблюдений данное растение не цвело;
- 1 — цветение очень слабое. Цветки имеются лишь у отдельных растений данного вида;
- 2 — цветение слабое. Небольшое количество цветков у многих растений данного вида;

- 3 — цветение среднее. Умеренное количество цветков у многих растений данного вида;
- 4 — цветение хорошее. У большинства растений много цветков;
- 5 — цветение очень хорошее. Очень большое количество цветков у подавляющего большинства растений данного вида.

П) Шкала глазомерной оценки плодоношения ягодников (оценка производится до начала массового созревания ягод):

- 0 — неурожай. Ягод практически нет;
- 1 — очень плохой урожай. Единичные ягоды встречаются очень редко. Большая часть ягодников без ягод;
- 2 — слабый урожай. Единичные ягоды или небольшие группы их встречаются довольно часто, но большинство участков ягод не имеет;
- 3 — средний урожай. Местами имеется значительное количество ягод, но большинство участков имеет единичные ягоды или вовсе лишены их;
- 4 — хороший урожай. Участки с большим количеством ягод занимают не менее половины встречающихся площадей ягодников, участки с неурожаем или слабым урожаем редки;
- 5 — очень хороший урожай. Повсеместно обильное плодоношение.

Ш) Шкала глазомерной оценки урожая шишек, плодов и семян деревьев и кустарников:

- 0 — полный неурожай. Шишек, плодов и семян нет;
- 1 — очень плохой урожай. Шишки, плоды и семена в очень небольшом количестве на единичных экземплярах растений;
- 2 — слабый урожай. Равномерное и удовлетворительное плодоношение на большинстве экземпляров растений;
- 3 — средний урожай. Плоды и семена в значительных количествах на свободно живущих растениях и в удовлетворительных количествах на растениях в насаждениях;
- 4 — хороший урожай. Хорошее плодоношение у большинства растений;

- 5 — отличный урожай. Обильное плодоношение почти у всех растений.
- IV) Шкала глазомерной оценки урожая съедобных грибов (оценка производится по окончании грибного сезона):
- 1 — полный неурожай. Грибов данного вида не было;
  - 2 — плохой урожай. Сбор грибов очень мал. Встречались только в исключительно благоприятных для них местах;
  - 3 — средний урожай. Грибы встречались всюду, но в небольшом количестве;
  - 4 — хороший урожай. Грибы встречались в большом количестве. Наблюдались повторные «слои»;
  - 5 — очень хороший урожай. Большой и продолжительный сбор грибов. Массовое их появление наблюдалось неоднократно в течение лета и осени.

### **Наблюдения за животным миром**

*Насекомые.* Прямой практический интерес вызывают наблюдения за насекомыми медоносами и опылителями, а также насекомыми-вредителями сельскохозяйственных растений. Наблюдения насекомых ведутся параллельно с наблюдениями растений. Необходимо фиксировать следующие периодические явления.

Появление взрослых особей (имаго). Первое появление (начало активности имаго) — замечены первые подвижные особи данного вида в местах его обычного пребывания. Массовое появление — резкое увеличение численности особей вида.

Начало откладки яиц — день обнаружения первого яйца или кладки яиц.

Начало отрождения личинок — день обнаружения личинок.

Начало окукливания — дата первого обнаружения куколок данного вида насекомых.

*Птицы.* В рамках рекомендуемой программы требуется в основном установление дат прилета (пролета) и отлета птиц.

Для наблюдения за птицами выбираются специальные маршруты, ежегодно посещаемые в нужные периоды (во время перелетов, зимних наблюдений). Для рано прилетающих птиц — это речные долины, поля,

опушки леса, сады, парки. Наблюдения лучше всего вести в утренние часы (птицы активны и поют чаще). Первых рано прилетающих птиц надо ждать с появлением первых признаков весны — потеплением воздуха и появлением первых проталин на южных склонах. Наблюдения за отлетом и осенним пролетом птиц надо начинать с августа.

Начало прилета или отлета — замечены первые единичные особи или первая пролетная группа (стая) энног вида. Отмечать можно и по голосу (песня аворонка, кукование кукушки, песня соловья). Массовый прилет или пролет — численность птиц данного вида резко увеличилась.

Отлет (пролет). Для стайных пролетных птиц (гуси, журавли и др.) отмечаются даты начала (первая пролетная стая), массового пролета (день наибольшего количества пролетных стай) и его окончание (день, после которого пролетные стаи больше не встречались).

### **Некоторые рекомендации к фенологической работе**

Классическим методом фенологических наблюдений, доступным школьникам, является визуальное наблюдение, проводимое на выделенных участках. Именно с выбора участка или фенологической тропы (маршрута не менее нескольких сот метров) и начинается организация фенонаблюдений. Размер участков: для полевых культур — площадь 1 га, на лугу — 5 х 5 м, в саду — ряд деревьев или кустарников не менее 5 экземпляров одного сорта; в лесу — площадь с 15 — 20 деревьями, произрастающими в сходных экологических условиях.

Участок или маршрут должен иметь возможность его частого посещения в течение года или многих лет (например, от дома до школы), потому что регулярность наблюдений — важнейшее условие для получения точных фенодат. Участок должен быть типичным для окружающей местности по рельефу и растительности. Предпочтительнее вести наблюдения над популяциями, а не над единичными экземплярами. За начало явления, фазы рекомендуется принимать день, когда в фазу вступило 5 — 10% состава популяции. За начало массового наступления фенофазы принято считать тот момент, после которого в фазу вступило не менее 40 — 50%

состава популяции. Окончание фенофазы — все особи популяции прошли соответствующую фазу развития.

Наблюдения рекомендуется проводить по сезонам года, и в сезон — как можно чаще (не реже одного раза в 2 — 3 дня), лучше в утренние часы, когда зацветает большинство растений и наиболее жизнедеятельные птицы.

Результаты фенологических наблюдений записываются в фенологический дневник по форме: название географического пункта, число и месяц, наблюдаемые явления, примечание. Например: г. Киров, 9.VI.2005 г. Начало зацветания шиповника.

Нужно стремиться к тому, чтобы записи в дневнике были точными. Для изучения лучше выбрать меньше объектов, но провести более тщательно все нужные наблюдения. Можно распределить маршруты и объекты между группами фенологов, и тогда легче выполнять запланированную программу.

Материалы по итогам наблюдений в природе вносятся также в школьный экологический журнал. Особо важные сведения включаются в экопаспорт. Общеобразовательная школа как постоянно действующий фенологический пункт должна поддерживать связь с опорной школой, региональным центром школьного экомониторинга, а также с областным феноцентром. Школьный кружок в установленные сроки должен заполнять соответствующий раздел экопаспорта микрорайона школы. Результаты фенонаблюдений следует вносить в школьный журнал экологических исследований, который может храниться у руководителя экологического совета школы.

### Проверка и исправление исходных данных

В силу разных причин некоторые фенодаты, в особенности в первые годы наблюдений, могут оказаться ошибочными. Чаще всего ошибки бывают от недостаточной опытности наблюдателя, стремления быть первыми в наблюдениях. Все ошибочные, то есть сомнительные даты, должны быть отбракованы, так как в противном случае они внесут искажения в составление календаря природы. Очень резкое выделение какой-либо даты в ряду аналогичных дат многолетнего ряда всегда вызывает сомнение.

Существует несколько способов проверки правильности фенодат.

1. Надо сравнить положение проверяемой даты в ряду с ее положением в наблюдениях других лет (если они имеются). Например, если отмечена дата прилета грачей в одном из наблюдаемых лет 1 марта, а в другие годы 17, 21, 18, 19, 20 марта, то, естественно, дата «1 марта» вызывает сомнение и в расчет не принимается.
2. Какая из дат неправильна, определяется сопоставлением ее с близкими датами методом интервалов. Есть правило: «в пределах однородных экологических групп сезонных явлений интервалы между следующими друг за другом явлениями в данной географической местности менее изменчивы, чем ежегодные календарные даты их наступления». Примеры такого сравнения: желтая акация зацветает раньше рябины или в близкие с рябиной сроки, но не позже ее; грачи не прилетают позже жаворонков и т. д.
3. Географический метод: сопоставление рядов одного феноявления в двух разных географических пунктах в сходной местности, но при этом один пункт из двух должен быть предварительно хорошо выверен.

Если начало одного и того же явления природы в одной и той же местности разными фенологами отмечается в разные сроки, то для фенологического годового обзора выбирается наиболее ранняя из указанных, но выверенная дата.

Обработка и использование результатов фенологических наблюдений

По окончании каждого периода и сезона можно подвести итоги движения весны, лета, осени, зимы; установить, например, был ли данный период благоприятным для развития сельскохозяйственных культур, для сельскохозяйственных работ; сравнить ход периода или сезона с предыдущим годом. Если данные собирались в течение трех или более лет, то можно составить **календарь природы** (список сезонных явлений, расположенных в порядке их наступления с установлением средней, наиболее ранней и наиболее поздней дат).

Различают календари природы отраслевые и календари, характеризующие сезонную динамику геосистемы в целом. Отраслевые календари содержат све-

дения о многолетних средних сроках наступления в данном районе сезонных явлений, работ и мероприятий, связанных с одной из отраслей народного хозяйства (например, календарь полевода, лесовода, пчеловода и т.д.). Календари природы, характеризующие природную динамику местного ландшафта в целом, обычно называются просто календарями природы.

Важной датой в календаре является средняя дата. Чтобы получить ее, нужно сложить даты наступления интересующего явления за все годы наблюдений, если оно в эти годы происходило в одном месяце, и полученную сумму разделить на количество лет. Приведем пример: зацветание шиповника коричневого в г. Кирове за период с 1990 по 1996 год происходило в июне в следующие числа — 12, 10, 13, 14, 12, 15, 9. В сумме эти числа составляют 85. Полученную сумму делим на число лет наблюдений, т. е. на 7, получается 14,3. Значит, средняя дата зацветания шиповника в г. Кирове — 14 июня.

Чем больше лет наблюдений, тем точнее средняя дата. Если ряд суммируемых дат относится не к одному, а к 2 (иногда 3) календарным месяцам, то нужно перейти к единому исчислению. Вычислим, для примера, среднюю дату прилета скворца. За последние 6 лет скворцы прилетали в пункт N в следующие числа: 27.III, 5.IV, 4.IV, 5.IV, 27.III, 27.III. Складываем сначала даты прилета скворцов в марте:  $27 + 27 + 27 = 81$ . К каждой дате апреля прибавляем по 31 дню, т. к. в марте 31 день; получаем:  $(5 + 31)4 - (4 + 31) + (5 + 31) = 107$ . Складываем обе суммы, получаем:  $81 + 107 = 188$ . Эту сумму нужно разделить на 6 (количество лет наблюдений) получаем 31,3. Значит, средняя дата прилета скворцов в N за шестилетний период наблюдений — 31 марта. Средние даты, вычисленные для каждого явления, располагают в хронологическом порядке и соответственно этому порядку размещают ряды фактических дат за все годы наблюдений, выделив крайние — самую раннюю и самую позднюю. Это и будет календарь природы населенного пункта, содержащий разностороннюю информацию о ходе сезонного развития местной природы.

Календарь природы данной местности, если он правильно составлен и содержит большое количество объектов, имеет большое значение и может быть использован для разных целей (учебных, научных, прак-

тических). С помощью календаря природы возможно фенопрогнозирование. Оно строится на основе анализа изменчивости феноинтервалов.

### Фенологический год

Для удобства изучения фенологических явлений в каждой природной зоне год делят на сезоны, сезоны — на периоды. Так, например, для лесной зоны северо-востока европейской территории России (Кировская область) схема фенологической (естественной) периодизации года имеет следующий вид.

**Зима.** Первозимье (с ледостава на крупной реке). Среднезимье (с установления ледовой переправы через реку). Предвесенье (с первой капели с крыш в морозный день) — начало нового фенологического года.

**Весна.** Снежная весна (позимье — с начала интенсивного таяния снега). Пестрая весна (с появления проталин на ровных местах). Голая весна (оживление весны — с полного освобождения полей от снега и вскрытие крупной реки). Зеленая весна (разгар весны, пролетье — с зеленения черемухи).

**Лето.** Перволетье (с зацветания шиповника коричневого). Полное лето (краснолетье — с зацветания липы). Спад лета (с начала созревания ягод брусники и появления первых желтых листьев у лип).

**Осень.** Начальная осень. Первоосень (с появления желтых листьев у большинства деревьев и кустарников). Золотая осень (с образования полной осенней окраски у большинства деревьев и кустарников). Глубокая (голая) осень (с окончания листопада у большинства деревьев и кустарников). Предзимье (с окончания листопада у сирени и лиственницы).

### Программа (примерная) фенонаблюдений для школьников

Предлагаемая программа составлена с учетом возможности ее выполнения школьниками. Она включает сравнительно небольшое количество хорошо заметных объектов и явлений лесной зоны. Программа может быть расширена и дополнена руководителями экологической работы школы в соответствии с физико-географическими условиями и хозяйственной деятельностью человека на данной территории.

**Зима.** Замерзание реки (название). Установление снежного постоянного покрова. Первая капля с крыш в морозный день. Первая песня большой синицы («чи-чи-ку... чи-чи-ку» или «ци-фи... ци-фи»). Массовое осыпание семян липы. Массовое осыпание семян ели. Массовое осыпание семян сосны. Первая барабанная дробь дятла.

**Весна.** Появление «барашков» на иве. Появление воронок на снегу около деревьев. Появление первых проталин на полях. Прилет передовых грачей. Грачи сели на гнезда. Начало интенсивного таяния снега. Прилет передовых скворцов. Первая песня жаворонка. Начало сокодвижения у березы. Появление бабочки-крапивницы. Первые стаи уток-крякв. Исчезновение сплошного снегового покрова. Прилет первых трясогузок. Начало цветения мать-и-мачехи. Появление комаров-толкунов. Вскрытие реки (название). Начало ледохода. Первые стаи гусей. Конец ледохода. Первые стаи журавлей. Зацветание ольхи серой. Появление бабочек-лимонниц. Появление клопов-солдатики. Появление дождевых червей на поверхности почвы (оставляют кучки экскрементов). Появление муравьев на муравейниках. Начали урчать бурые травяные лягушки. Появление икры лягушек. Появление шмелей. Начало выставки ульев на пасеку. Начало весенней пахоты. Зеленение (начало вегетации) озимых. Первое кукование кукушки. Начало сева ранних зерновых культур. Зацветание (пыление) осины. Набухание почек сирени, березы, лиственницы, тополя, рябины, липы. Распускание почек сирени, черемухи, лиственницы, рябины, акации, липы. Зеленение крыжовника (развертываются листочки, но еще не расправились), черной смородины. Зацветание фиалки холмовой (душистой). Первая гроза. Зеленение черемухи ранней, сирени, березы, рябины, лиственницы, тополя, яблони, акации желтой, липы. Выгон скота на пастбище. Зацветание тополя, лиственницы, березы, черемухи ранней, вишни (сорт), акации желтой, яблони (сорт), сосны, черемухи поздней, сирени, рябины, бузины, Зацветание калужницы, одуванчика, сурепки, кислицы заячьей, земляники, черники, брусники, купальницы. Зацветание крыжовника, смородины красной, смородины черной. Появление майских жуков. Первая песня соловья. Прилет ласточек-касаток, городских и

береговых, стрижей. Появление комаров-кусок. Первый крик коростеля (монотонный, скрипучий). Вылет стрекоз.

**Лето.** Зацветание шиповника. Появление слепней. Пожелтение полей от лютика едкого. Зацветание поповника (или ромашки луговой), появление боярышниц (крупной бабочки с белыми полупрозрачными крыльями с черными жилками). Вылетели птенцы у скворца. Зацветание тимopheевки. Тополь начал «пушить». Зацветание ржи озимой, василька синего во ржи. Вылет крупных стрекоз (коромысло большое, коромысло голубое и др.)- Первый сбор маслят. Первые плоды земляники. Первый сбор подберезовиков (обабоков). Появление жуков-светляков. Зацветание иванчая. Застрекотали кузнечики. Первый сбор подосиновиков (красноголовиков). Начало сенокоса. Зацветание липы. Первый сбор белых грибов, рыжиков, груздей. Первые плоды смородины красной, черники, смородины черной, малины лесной, черемухи, костяники, брусники. Начало уборки озимой ржи.

**Осень.** Первые желтые листья на березах, липах, черемухах, рябинах, тополях, осинах. Появление желтых листьев на большинстве деревьев и кустарников. Начало листопада у липы, черемухи, березы, осины, тополя. Первые стаи журавлей на пролете. Появление летающей паутины. Первые стаи гусей на осеннем пролете. Появление свиристелей. Первые стаи уток на пролете. Первый заморозок в воздухе. Полная осенняя окраска листвы у липы, рябины, черемухи, тополя, березы, осины. Полная осенняя окраска у большинства деревьев и кустарников (исключая сирень, лиственницу, подрезанные тополя). Появление сорок около жилья. Начало пожелтения хвои у лиственницы. Окончание листопада у липы, черемухи, тополя, осины, рябины, березы. Последняя стая журавлей, скворцов, гусей, грачей, уток. Окончание массового листопада у большинства деревьев и кустарников. Начало листопада у лиственницы, сирени, первый снежный покров. Прекращение выпаса в поле. Окончание листопада у сирени, у лиственницы.

Каждый регион имеет свой календарь основных фенологических дат. Для северо-востока Европейской части России характерны индикационные явления наступления сезонов и периодов фенологического года, которые приведены Р табл. 5.4. Если в школе проводят-

ся фенологические наблюдения, данную таблицу можно заполнить и приложить к экопаспорту.

Таблица 5.4.

Основные фенологические даты по сезонам \_\_\_\_\_ года

Сезоны и периоды Фенологического года	Сезонные явления	Даты
Предвесенье	1. Первая капель	
<b>Весна</b>		
Снежная весна	2. Начало интенсивного таяния снега	
Пестрая весна	3. Появление проталин на ровных местах	
Голая весна	4. Полное освобождение полей от снега и вскрытие крупной реки	
Зеленая весна	5. Зеленение черемухи	
<b>Лето</b>		
Перволетье	6. Установление среднесуточной температуры воздуха выше 15°C	
	7. Зацветание шиповника	
Краснолетье	8. Зацветание липы	
Спад лета	9. Начало созревания ягод брусники 10. Появление первых желтых листьев у лип и берез	
<b>Осень</b>		
Начальная осень	11. Установление среднесуточной температуры воздуха ниже 15°C 12. Появление желтых листьев у большинства деревьев и кустарников	
Золотая осень	13. Образование полной осенней окраски у большинства деревьев и кустарников	
Глубокая осень	14. Окончание листопада у большинства деревьев и кустарников	
Предзимье	15. Установление среднесуточной температуры воздуха ниже 0°C	
<b>Зима</b>		
Первозимье	16. Образование ледостава на крупной реке. Устойчивый снежный покров	
Среднезимье	17. Установление ледовой переправы через реку	

### Ш. Определение встречаемости растительных видов в изучаемом сообществе

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 м<sup>2</sup> 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). Полученные данные по каждой площадке занести в полевой дневник.
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. 5.5).
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. 5.5.

Таблица 5.5

Встречаемость видов на ключевом участке

№	Вид	Номера учетных площадок (1м <sup>2</sup> )									Все- го	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Черника	+			+	+		+	+	+	6	60
2	Кислица заячья		+	+	+		+				4	40
число видов на площадке											-	-
Среднее число видов на площадке												-

### 5.2.3. Сравнение видового состава растений на двр 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:

$$K = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

где **a** — число видов, отмеченных на первой площадке;

**b** — число видов, отмеченных на второй площадке;

**c** — число видов, общих для обеих площадок (это не сумма **a** + **b**, а только общее число тех видов, которые отмечены на обеих площадках);

**K** — 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

$$K = \frac{15 \times 100}{25 + 35 - 15} = 33,3 \quad (\%).$$

По результатам определения коэффициента общности можно делать предположения о причинах раз

личия 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.

### 5.2.4. Оценка состояния древостоя смешанного леса с использованием оростейшей шкалы

Оценка состояния древостоя производится для установления вредного влияния антропогенных факторов и прогнозирования судьбы исследуемой лесной экосистемы.

**Оценка производится следующим образом.**

1. Внутри ключевого участка закладывается пробная площадка 100 м<sup>2</sup>.
2. Определяются виды деревьев, растущих на пробной площадке.
3. С помощью шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам (табл. 5.6) определяются баллы состояния отдельных деревьев каждого вида —  $b_1, b_2, b_3$  и т. д.
4. Вычисляется средний балл состояния для каждого вида деревьев по формуле:

где:  $K_j$  — коэффициент состояния  $j$ -го вида деревьев;

$b_j$  — баллы состояния отдельных деревьев;

$N_j$  — общее число учтенных деревьев  $j$ -го вида;

$\Sigma$  — сумма.

5. Коэффициент состояния лесного древостоя в целом ( $K$ ) определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке:

где  $K_j$  — коэффициент состояния  $j$ -го вида;

$R$  — число видов деревьев.

Таблица 5.6.

Шкала визуальной оценки деревьев  
по внешним признакам

Балл	Характеристика состояния
1	Здоровые деревья, без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме
2	Ослабленные деревья. Крона слабоажурная, отдельные ветви усохли. Листья и хвоя часто с желтым оттенком. У хвойных деревьев на стволе сильное смолотечение и отмирание коры на отдельных участках
3	Сильно ослабленные деревья. Крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, сухая вершина. Листья светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком и держится 1-2 года. Листья мелкие, но бывают и увеличены. Прирост уменьшен или отсутствует. Смолотечение сильное. Значительные участки коры отмерли
4	Усыхающие деревья. Усыхание ветвей по всей кроне. Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается ранний листопад. Хвоя повреждена на 60% от общего количества. Прирост отсутствует. На стволах признаки заселения короedами, усачами, златками (буровая муха, отверстия на коре и древесине)
5	Сухие деревья. Крона сухая. Листьев нет, хвоя желтая или бурая, осыпается или осыпалась. Кора на стволах отслаивается или полностью опала. Стволы заселены ксилофагами (потребители древесины).

6. Состояние древостоя леса оценивается по следующим критериям:

$K < 1,5$  — здоровый древостой (I);

$K = 1,6-2,5$  — ослабленный древостой (II);

$K = 2,6-3,5$  — сильно ослабленный лес (III);

$K = 3,6-4,5$  — усыхающий лес (IV);

$K > 4,6$  — погибший лес (V).

**Пример расчетов по предлагаемым формулам**

Предположим, что во время обследования деревьев на пробной площадке получены следующие данные.

1. Береза пушистая: 4 дерева, баллы 2, 2, 3, 4.

2. Ель европейская: 4 дерева, баллы 2, 2, 3, 3.

3. Осина: 5 деревьев, баллы 2, 2, 2, 3, 4.

Тогда общее число учтенных на площади деревьев составляет 13.

Далее производятся следующие расчеты коэффициентов состояния отдельных видов деревьев:

$$K_{\text{березы}} \sim \frac{2+2+3+4}{4} = A',$$

$$K_{\text{ел.и}} = \frac{2+2+3+3}{4} = 2,5,$$

$$2+2+2+3+4 = 5$$

Определив коэффициенты состояния отдельных видов деревьев, приступают к определению коэффициента состояния древостоя в целом по формуле:

$$K_{\text{л}} = \frac{v_{\text{березы}} + K_{\text{ел.и}} + v_{\text{осины}}}{3} = \frac{2,7 + 2,5 + 2,6}{3} = 2,5.$$

Такое значение коэффициента состояния лесного древостоя позволяет оценить его как ослабленное.

**5.2.5. Индикация загрязнения окружающей среды  
по качеству пыльцы ИЗ]**

Качество пыльцевых зерен в большой степени зависит от уровня физического и химического загрязнения среды. Пыльца отличается высокой чувствительностью к действию отрицательных факторов и может являться индикатором загрязнения среды генетически активными компонентами.

Методика анализа качества пыльцы заключается в определении процента ненормальных (абортивных) пыльцевых зерен.

Высокая чувствительность к действию мутагенов (этиленимин, нитрозоэтилмочевина, некоторые пестициды) проявляется у томатов. Генетически активные факторы среды резко нарушают процесс образования пыльцы томатов, доводя до полного отсутствия в пыльниках нормальных пыльцевых зерен (рис. 5.7, 5.8, 5.9). Для работы нужно иметь микроскоп, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки и слабый раствор йода. Для приготовления слабого раствора йода необходимо взять 2 мл 5% йодной настойки и разбавить водой до 10 мл. Этот раствор используется для окраски пыльцы. После окраски нетрудно отличить нормальные пыльцевые зерна от ненормальных (табл. 5.7).

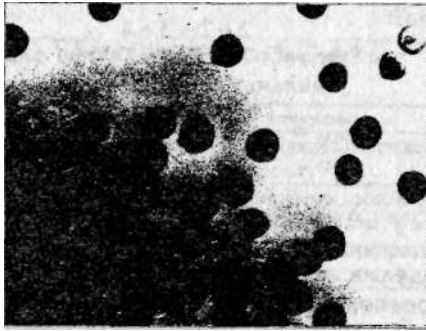


Рис. 5.7. Нормальные пыльцевые зерна томатов

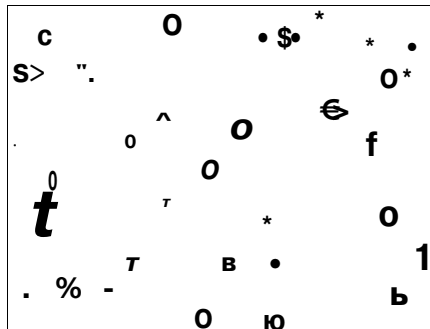


Рис. 5.8. Абортированные пыльцевые зерна томатов (100% абортивность после действия на растение этиленимина)

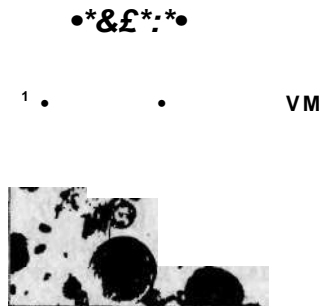


Рис. 5.9. Нормальные (окрашенные, круглые, крупные) и абортивные (неокрашенные, меньшего размера) пыльцевые зерна томатов. Частичная абортивность после действия рогора

Таблица 5.7.

Отличие нормальных пыльцевых зерен от абортивных

Нормальные пыльцевые зерна	Абортивные пыльцевые зерна
1) интенсивно окрашены, 2) одинаковы по размеру, 3) одинаковы по форме	1) не окрашены (или окрашены слабо), 2) разных размеров, 3) неправильной формы

Для наблюдений можно использовать, например, следующие объекты:

- 1) пыльца, взятая с растений производственных посевов (колхоза, совхоза), обработанных и не обработанных химикатами. Сравнение полученных результатов позволит следить за изменениями среды во время наблюдений;
- 2) пыльца одних и тех же сортов томатов, выращиваемых на пришкольном участке. Сравнение результатов в течение ряда лет позволит осуществлять мониторинг, т. е. слежение за изменениями (или отсутствием таковых) качества пыльцы во времени у данного объекта;
- 3) пыльца диких растений для выявления видов, наиболее чувствительных (подобно томатам) к действию загрязнений. В дальнейшем эти виды растений можно использовать для мониторинговой работы.

Во всех случаях приготовление и анализ микропрепаратов следует проводить по следующему плану.

1. Препаровальной иглой извлечь пыльцу из пыльников цветка и поместить ее на предметное стекло.
2. С помощью пипетки нанести на пыльцу каплю раствора йода и размешать каплю препаровальной иглой так, чтобы все пыльцевые зерна были в растворе, а не плавали на поверхности.
3. Выдержать препарат в таком виде в течение двух минут, после этого накрыть каплю покровным стеклом и рассмотреть препарат под микроскопом.
4. По нескольким полям зрения подсчитать количество нормальных и абортивных пыльцевых зерен (желательно, чтоб их общая сумма была не менее 200 — 300).
5. Определить процент нормальных (или абортивных) пыльцевых зерен по каждому цветку, взятому для анализа.

Обычно пыльца у растений, произрастающих в нормальных условиях, имеет хорошее качество, процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100%. Повышенное загрязнение может снизить процент нормальных пыльцевых зерен до 50% и ниже

#### 5.2.0. Методы исследования евстава звезды и сока растений И5, Ш

Золой называется остаток, полученный после сжигания и прока\ивания органического материала. Зола растений содержит в своем составе практически все элементы, входящие в их состав (за исключением азота, улетучивающегося в виде оксидов при озолении). Для анализа предварительно высушенные растения озоляют, золу растворяют в соответствующем растворителе, разбавляют водой, при необходимости нейтрализуют и фильтруют, после чего проводят качественный или количественный анализ. Обычно анализ начинают с наиболее простых качественных определений ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) из солянокислого раствора.

#### Приготовление зольного раствора

Поместить 1 г золы в пробирку, смочить ее несколькими каплями дистиллированной воды, добавить 4—5 мл 25% раствора соляной кислоты и выдержать на кипящей водяной бане 15 - 20 минут. Содержимое перенести в мерную колбу на 100 мл, затем пробирку дважды ополоснуть дистиллированной водой, сливая ее в ту же колбу, довести объем до метки и тщательно перемешать (раствор № 1).

#### Приготовление сока

Черешки листьев, стебли растения нарезать кусочками длиной 2 — 3 см, поместить в фарфоровую ступку и растереть пестиком до появления сока. Мякоть с остатками черешков сдвинуть к стенкам ступки, соку дать отстояться и взять пипеткой для анализа.

#### Определение серы

5 мл раствора № 1 перенести в пробирку, нагреть до кипения и прилить 3 - 4 мл 10% раствора хлорида бария. Выпадение белого осадка сульфата бария означает, что в составе растения содержатся соединения серы.

#### Определение железа

3 — 4 мл раствора № 1 поместить в пробирку и прилить 4 — 5 капель 10% раствора роданида калия или аммония. Появление розового окрашивания указывает на то, что в золе растений содержатся соединения железа.

#### Определение свинца

Многие растения содержат свинец в виде соединений, плохо переходящих в водную вытяжку. Солянокислые зольные вытяжки также не пригодны для определения свинца, так как хлорид свинца — малорастворимое соединение и в солянокислый раствор практически не переходит. Поэтому для проведения качественного анализа готовят азотнокислую вытяжку: зольный остаток 5— 10 г растительной продукции растворяют в азотной кислоте, нейтрализуют раствором аммиака и проводят анализ с родизонатом натрия. Для этого 1 каплю исследуемого раствора помещают на лист фильтровальной бумаги, добавляют каплю свежеприготовленного 0,2% раствора родизоната натрия. В присутствии ионов свинца образуется синее пятно или кольцо. При добавлении 1 капли буферного раствора, содержащего в 10 мл 0,19 г гидротартрата натрия и 0,15 г винной кислоты и имеющего pH 2,8, синий цвет превращается в красный. Реакция очень чувствительна: открываемый минимум 0,1 мкг.

Основным источником загрязнения окружающей среды свинцом является автомобильный транспорт: вместе с выхлопными газами от автомобиля свинец, образующийся при сгорании этилированного бензина, попадает в атмосферу. В зависимости от интенсивности движения опасная зона вдоль автомагистралей может простираться от 10 до 500 м. В пределах этой зоны наблюдается повышенное содержание свинца в объектах окружающей среды, например, в растениях. С помощью несложных опытов можно увидеть, что количество свинца уменьшается по мере удаления от дороги. Для этого нужно собрать около 100 г растительной пробы на расстоянии 2, 10, 50, 100 м и т. д. от оживленной дороги, измельчить, добавить строго определенное количество смеси этилового спирта и воды (50 мл) и кипятить или упаривать экстракт, чтобы свинец пере-

шел в раствор. В изучаемые экстракты по каплям добавляют раствор сульфида натрия, в результате чего выпадает черный осадок сульфида свинца разной интенсивности: чем ближе к дороге, тем осадка больше.

Ионы свинца дают характерное окрашивание и со многими другими реактивами: хроматами, дихроматами, иодидами, дитизином, п-тетраметилдиаминодифенилметаном, которые можно применять для качественного обнаружения этого опасного загрязнителя.

### Определение щелочности золы

Щелочностью золы называется число миллилитров 1 г раствора кислоты, идущей на нейтрализацию 1 г золы. Зола имеет щелочную реакцию благодаря большому содержанию углекислых солей калия и натрия.

1 г золы помещают в термостойкий стакан, приливают точно отмеренное количество титрованной 0,05 М серной кислоты и нагревают в течение 5 мин для разложения углекислых солей. Содержимое стакана осторожно перемешивают и избыток кислоты оттитровывают 0,1 М раствором щелочи в присутствии универсального индикатора.

Расчет величины щелочности проводят по формуле:

$$\frac{\text{Щ}}{\text{Щ}} = \frac{*s3U}{10}$$

где Щ — щелочность золы, мл;

V — объем 0,05 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл;

V<sub>j</sub> — объем 0,1 М раствор щелочи, пошедшей на титрование избытка кислоты, мл.

Иногда щелочность выражают в мл 1 г кислоты на 100 г взятой навески. Чем выше щелочность, тем больше в растении содержание калия, натрия, кальция.

### 5.2.7. Учет летающих насекомых световой девушкой

Этот метод разработан для сбора летающих насекомых, ведущих ночной образ жизни (бабочек, ручейников). В качестве источника света используют лампы накаливания мощностью 150 ватт с непрозрачным абажуром. Хорошие результаты дают лампы из синего стекла, продаваемые в аптеках для использования в бытовых условиях. Лампу располагают на высоте 1,5 —

ром 1 x 1,5 м. Поблизости от световой ловушки других источников света не должно быть. Наилучшими местами расположения световых ловушек являются открытые пространства около лесных опушек, садов, у хозяйственных построек. Наиболее активен лет насекомых на свет в условиях средней полосы до полуночи в теплые безлунные ночи.