

## ВЫБОР И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ШКОЛЬНОГО ЭКОМОНИТОРИНГА

Объектами исследования по программе школьного экомониторинга могут быть ключевые участки, отдельные экосистемы и другие объекты на территории микрорайона школы, а также микрорайон в целом.

Организацию школьного мониторинга следует начать с выбора территории, на которой будут проводиться исследования. Необходимо определить границы исследуемой территории микрорайона школы и наметить площадки для локальных исследований. Для целей школьного экомониторинга рекомендуется территорию для наблюдений определять с учетом особенностей сельских и городских школ, брать за основу ту территорию, на которой проживают учащиеся сельской школы, а в городе — территорию административного микрорайона школы.

Оценка экологической обстановки дается на основе полученных опытным путем показателей по всей территории микрорайона школы, для нескольких ключевых участков с наиболее характерными для данной местности условиями (природными фациями и антропогенными влияниями), а также отдельных экосистем и других природных объектов.

Исследования проводятся по комплексной программе, представленной в виде экопаспорта территории микрорайона школы (глава 12). На начальном этапе участия в школьном мониторинге работу можно выполнять не по полной программе экопаспорта, начиная с отдельных природных объектов и экосистем с учетом реальных возможностей. Год от года круг ис-

следуемых показателей расширяется, а в дальнейшем работа может выполняться по полной программе мониторинга территории микрорайона школы.

### • 3.1. Физико-географическая характеристика объектов мониторинга

---

#### 3.1.1. Географическое положение

Исходным показателем географического положения школы являются его координаты (градусы и минуты, широты и долготы). Второй компонент географического положения микрорайона — его принадлежность к определенному природно-территориальному комплексу (ПТК): природной зоне, подзоне, физико-географической стране, физико-географической провинции, типу местности (как таксономической единице районирования ландшафтов) и т. д. Эти сведения можно легко найти в краеведческой литературе.

После уточнения параметров географического положения необходимо составить розу ветров для территории микрорайона, так как она определяет миграцию воздушного загрязнения местности. Для этого можно воспользоваться материалами ближайшей метеостанции или книгами местного издательства. Построить розу ветров просто. Нужно прочертить через одну точку линии, соответствующие восьми румбам (север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад). На каждой из них отложить из центра в принятом вами масштабе повторяемость ветров в течение года; концы полученных отрезков соединяют между собой.

*Макрорельеф* местонахождения микрорайона является одним из факторов, влияющих на миграцию загрязнения поверхностных текучих вод и почвенного покрова. К типичным формам макрорельефа относятся плоские водораздельные возвышенности (плакоры); водораздельные гряды (обычно с покатыми склонами); холмисто-увалистые водоразделы; низменности различного происхождения; речные долины; нагорья (плато); горы.

### 3.1.2. Мезорельеф к микрорельеф

В пределах форм макрорельефа, перечисленных в пункте 3.1.1., выделяется мезорельеф; его формы играют заметную роль на поверхности территории микрорайона. К сожалению, для городских школ в условиях плотной сплошной застройки выделение этих форм затруднено, зато в сельской местности мезорельеф выделяется и прослеживается достаточно четко. К наиболее распространенным формам мезорельефа относятся овраги, балки, лощины, надпойменные террасы рек, речные поймы, вершины (гребни) и склоны водораздельных возвышенностей. При описании этих форм отмечаются их морфометрические показатели: относительная высота (глубина), ширина, длина, форма склона (прямой, выпуклый, вогнутый) и, что особенно важно, экспозиция склона.

Мезорельеф играет большую роль в распределении тепла и влаги на поверхности микрорайона. Микроклиматические (и даже обычные визуальные) наблюдения демонстрируют отчетливые различия теплового режима склонов северной и южной экспозиции, что в свою очередь влияет на развитие почвы и вегетацию растительности. Еще в большей мере от мезорельефа зависят распределения водотоков и уровень залегания грунтовых вод, т. е. в конечном итоге водный режим почвы. Наконец, с формами мезорельефа связано распространение и, в значительной степени, интенсивность эрозионных процессов.

На поверхности форм мезорельефа может выделяться **микрорельеф**. Обычно его отмечают лишь при описании почвенных разрезов на ключевых участках. К микрорельефу относят едва заметные бугорки, кочки, блюдцеобразные западинки (микропонижения), небольшие уступы, промоины. При описании микрорельефа желательно установить размер микроформ и частоту встречаемости на определенной площади (10 кв. м, 100 кв.м). Очень часто при описании почвенного разреза просто отмечается «микрорельеф ровный» (пологий, покаты и т. п.).

### 3.1.3. Микроклимат

Даже в пределах территории школьного микрорайона под влиянием местных условий (мелких форм ре-

льефа, экспозиции склона, почвенно-грунтовых особенностей, характера растительного покрова) создаются особые условия, получившие название микроклимата.

Для проведения микроклиматических наблюдений необходимо регулярное одновременное измерение температуры и влажности воздуха на двух уровнях:

- в приземном слое на высоте 0 — 20 см от поверхности почвы;
- на высоте человеческого роста, 150 — 200 см от поверхности почвы.

Разумеется, при всех температурных измерениях термометр должен находиться в тени. Как правило, в приземном слое более высокая влажность, зато температура, даже в середине дня, на 2 — 5° ниже. Интересны и поучительны для учащихся микроклиматические наблюдения в разных фитоценотических условиях: лес, луг, засеянный агроценоз, паровое поле и т. д. В этих условиях особенно четко прослеживается влияние растительности на микроклимат приземного слоя воздуха. Особенно велико влияние леса на микроклиматические условия (гасится ветер). Сохраняется высокая влажность.

Кроме растительности, большое воздействие на микроклиматические условия оказывают мезорельеф и экспозиция склонов. В летние дни понижения мезорельефа более прогреты в сравнении с возвышенностями, чаще наблюдаются туманы и росы. Зимой при ясной погоде в низинах температура ниже, чем на возвышенностях. Наконец, различие в температурном режиме склонов северной и южной экспозиций общеизвестны. Эти микроклиматические различия в рамках одной и той же формы мезорельефа отражаются даже на структуре фитоценозов.

Упомянутые выше микроклиматические наблюдения удобно проводить на территории микрорайона сельской школы. Совсем иная ситуация в городах: в них практически не «работают» природные микроклиматические факторы — растительность и мезорельеф. На передний план выдвигается мощный антропогенный фактор. Его основные компоненты — асфальтированная поверхность почвы, каменные и бетонные стены зданий, оживленные транспортные магистрали, трубы теплотрасс, заводы, электростанции, другие

сооружения, источники тепла и аэрозольного загрязнения. В результате даже макроклимат городов специфичен. В сравнении с окружающим пригородным фоном здесь выше температура воздуха, ниже уровень инсоляции, чаще наблюдаются туманы. Что же касается непосредственно микроклимата микрорайона школы, то интерес представляют наблюдения в точках, выбранных в соответствии с планом территории (п. 3.1.2.). В качестве возможных вариантов можно предложить сравнение микроклиматических наблюдений у деревянных и каменных домов; у внешней стороны многоэтажного здания и в его дворе; непосредственно у стен здания школы с учетом их экспозиции (северная, южная и т. д.).

Микроклиматические наблюдения приземного слоя воздуха позволяют формировать и уточнять представления учащихся об условиях развития биогенеза и некоторых особенностях физико-химического режима почвенного покрова.

### 3.1.4. Почвы

1. Исходной основой для подразделения почв на типы служит сочетание почвообразующих факторов. К главным из них относятся:
  - литогенная основа (геологическое строение), от которой зависят механический состав и геохимические особенности почвы;
  - растительность, обеспечивающая органическую часть почвы;
  - гидротермические (климатические) условия, определяющие тепловой и водный режим почв.
2. В процессе развития почвы под воздействием перечисленных факторов формируются горизонты вертикального почвенного профиля. К ним относятся:
  - $A_0$  — неразложившиеся остатки растений (хвоя, мхи, дернина);
  - $A_1$  — горизонт накопления гумуса;
  - в агроценозах  $AQ + A_1$  образуют  $A_n$  (пахотный горизонт);
  - $A_2$  — горизонт вымывания коллоидов;
  - $B$  — горизонт вымывания минеральных и, иногда, органических коллоидов;

-С — почвообразующая порода, т. е. горная порода (литогенная основа), измененная химическими процессами почвообразования. Кроме того, во многих случаях выделяются переходные (промежуточные) горизонты  $A_1A_2$ ;  $A_1B$ ;  $A_2B$ ;  $BC$ .

3. Наличие и сочетание тех или иных почвенных горизонтов служит критерием подразделения почв на типы, подтипы, виды. Применительно к территориям школьных микрорайонов севера Европейской России типология почв выглядит следующим образом:
  - подзолистый тип: горизонты  $AQ + A_2 + B + C$ ;
  - дерново-подзолистый тип, преобладающий в Европейской России:  $A_0 + A_1 + A_2 + B + C$ ; по соотношению горизонтов обычно подразделяется на подтипы: дерново-сильноподзолистые ( $A_j < A_2$ ), дерново-среднеподзолистые ( $A_1 > A_2$ ), дерново-слабоподзолистые (вместо  $A_2$  выделяется переходный горизонт  $A_2B$ );
  - дерновые почвы: горизонты  $AQ + A_1 - B + C$ ; среди них выделяются свойственные водоразделам дерново-карбонатные почвы, богатые катионами кальция, и пойменные дерновые почвы речных долин;
  - серые лесные почвы (почти повсеместно распространены, когда-то они развивались под широколиственными лесами): горизонты  $A_n + A_1A_2 + B + C$  в агроценозах;  $A_0 + A_1 + A_2 + C$  под естественной растительностью.

Остальные типы почв (болотные, подзолисто-болотные) вряд ли встретятся в пределах школьных микрорайонов; даже при их наличии сомнительно, чтобы они стали объектом почвенных исследований учащихся.

## 3.2. План (карта! объектов мониторинга

Для получения картографической основы в окрестностях школы необходимо провести глазомерную съемку территории микрорайона школы, изобразить полевые планы и по ним изготовить топографические планы местности в масштабе 1:5000— 1:25000 — основу для отображения изучаемых явлений. Можно вос-

пользоваться копиями топокарт того хозяйства, где расположена школа, или копиями лесоустроительных планшетов лесничеств.

Если школа находится в сельской местности, то на плане надо выделить все населенные пункты, где живут учащиеся школы; отметить водотоки микрорайона (реки, ручьи, родники); указать озера, пруды и болота; нанести дороги и другие транспортные пути, пересекающие территорию микрорайона.

В городских условиях на план наносится квартальная сетка микрорайона. Особыми знаками надо выделить типы застройки в его пределах (малоэтажные, многоэтажные, высокэтажные здания, особо каменные и деревянные), так как это влияет на микроклиматические условия.

В любом случае, будь то город или село, на план (карту) наносятся:

- участки естественной растительности и другие насаждения;
- постоянные источники загрязнения природной среды (площадные, линейные, точечные), промышленные предприятия, свалки твердых промышленных и бытовых отходов, автомагистрали, железнодорожные линии, хранилища горюче-смазочных материалов и т. д.;
- направления миграции загрязнения (воздушно-го — по розе ветров, водного — по направлению водотоков).

На плане отмечаются также и ключевые участки различного назначения, где проводятся ежегодные наблюдения — мониторинг состояния природных сред.

План местности с нанесенными на него природными, промышленными и сельскохозяйственными объектами, населенными пунктами, дорожной сетью и ключевыми участками тиражируется и служит в качестве основного рабочего документа школьного экологического мониторинга.

Если в школе есть компьютер, очень хорошо изготовить электронную карту или серию таких карт (электронный атлас), хранящихся вместе со всеми данными (банком данных) в памяти компьютера. Такие карты очень удобны для экологического мониторинга — их можно хранить в памяти компьютера, в нужный момент вызы-

вать на экран в произвольном масштабе, редактировать, наносить на них данные о происходящих изменениях. Электронные карты особенно ценны для задач мониторинга — по ним удобно сравнивать экологические ситуации в прошлом и настоящем. В последние годы начали широко распространяться специальные программы — «геоинформационные системы» (ГИС), которые производят компьютерную обработку данных, построение карт, а также позволяют вести с картой диалог — задавать ей вопрос и получать ответ.

### • 3.3. Экологическая оценка исследуемой территории

Важнейшим фактором, влияющим на состояние территории микрорайона школы, является хозяйственная деятельность человека. Поэтому для описания территории дается общая характеристика антропогенных факторов, описываемых множеством параметров. Необходимо учитывать количество жителей на единицу площади, наличие предприятий (и их характер), котельных, источников питьевой воды (и их качество), канализации, транспортной сети, мест свалок (в том числе неразрешенных), высоковольтных линий электропередач, дымовых труб тепловых электростанций и цехов предприятий (и характеристики выбросов из них), водоемов (и их состояние). Кроме того, требуются оценки качества воздуха, определение мест сильной загазованности, уровней шумового загрязнения и радиоактивности.

Задача экологического мониторинга состоит в ежегодном наблюдении за состоянием территорий. На основе полученных данных можно сделать оценку величины нарушенное™ экосистем в микрорайоне школы. Проведение мониторинга позволяет получать данные за несколько лет, что дает возможность делать оценки скорости изменения площади зон нарушенности. Такие подходы были детально разработаны известным российским ученым Б.В. Виноградовым, предложившим для индикации нарушенности экосистем и природной среды территории две группы признаков:

- признаки неблагоприятного состояния (статические признаки);

- признаки неблагоприятных изменений территорий (динамические признаки).

Эти подходы вполне применимы к микрорайону школы. Программой исследований ШЭМ предусмотрено проведение оценок экологического состояния территории статическим и динамическим способами.

Антропогенные факторы, определяющие техногенную нагрузку на микрорайон школы, проявляются через преобразование ландшафта за счет населенных пунктов, близости промышленных зон, наличия лесозаготовок, агроценозов, добычи полезных ископаемых, транспортной сети (автомобильных и железных дорог, нефте- и газопроводов). Территории, где такие факторы проявляются, считаются в той или иной степени неблагоприятными.

Эта оценка неблагоприятия территории складывается из множества ее параметров — ботанических и почвенных, территориальных статических и динамических, природных и антропогенных. На каждой территории эти параметры тесно связаны друг с другом, зависят друг от друга и поэтому могут быть выражены одним обобщающим показателем. Таким показателем неблагоприятия может служить доля территории в микрорайоне школы, где экологическое состояние неблагоприятно.

По всей территории микрорайона школы для формирования обобщенного показателя делаются оценки экологического неблагоприятия на основе следующих пространственных характеристик:

- и площадь зон нарушенности лесных биоценозов;
- площадь зон нарушенности луговых биоценозов;
- площадь земель, выведенных из землепользования (овраги, свалки, отвалы пород, хранилища отходов и т. д.);
- площадь земель, занятых под населенные пункты, промышленные зоны и транспортные магистрали.

### **Методика проведения работы**

На план местности территории микрорайона школы следует нанести границы нарушенных, выведенных из землепользования и занятых под населенные пункты земельных площадей. Накладывая палетку (сеточку), измерить их площадь, рассчитать долю площади в процентах:

- зоны нарушенности лесных биоценозов от общей площади лесных биоценозов;
- зоны нарушенности лугов от общей площади луговых биоценозов;
- земель, выведенных из землепользования, от общей площади земель в землепользовании;
- земель, занятых под населенные пункты, от общей площади земель в микрорайоне школы.

### **Экологическая оценка по статическим признакам**

Доля (процент) общей нарушенной площади является обобщенной экологической оценкой территории в микрорайоне школы по статическим признакам. Экологическая оценка делается по четырем классам экологического неблагоприятия земель:

- а) общая площадь нарушенных земель менее 5% — экологическая норма;
- б) общая площадь нарушенных земель от 5 до 20% — экологический риск;
- в) общая площадь нарушенных земель от 20 до 50% — экологический кризис;
- г) общая площадь нарушенных земель более 50% — экологическое бедствие.

Процент нарушенных и выведенных из землепользования земель заносится в соответствующий раздел экологического паспорта.

### **Экологическая оценка по динамическим признакам**

Обобщенная экологическая оценка территории в микрорайоне школы по статическим признакам дает «экологический портрет» микрорайона школы в данном году. Систематические ежегодные наблюдения позволяют отслеживать изменение площадей нарушенных и выведенных из землепользования земель в микрорайоне школы, оценивать скорость нарастания неблагоприятных изменений.

Изменение нарушенной площади в год (в процентах) является обобщенной экологической оценкой территории в микрорайоне школы по динамическим признакам. Эта экологическая оценка земель по скоростям нарастания неблагоприятных процессов также позволяет отнести территории к одному из четырех классов:

- а) скорость нарастания менее 0,5 % в год — экологическая норма;
- б) скорость нарастания от 0,5 до 2 % в год — экологический риск;
- в) скорость нарастания от 2 до 4 % в год — экологический кризис;
- г) скорость нарастания более 4 % в год — экологическое бедствие.

Скорость нарастания нарушенных площадей в микрорайоне школы за год заносится в экологический паспорт.

Общий вывод о степени неблагополучия экологического состояния территории микрорайона школы должен делаться на основании обеих обобщенных оценок — статической и динамической.

### **И 3.4. Выбор объектов мониторинга**

Вся территория микрорайона школы из-за обширности не может быть детально исследована, и поэтому на ней в качестве объектов полевых исследований выбираются небольшие площадки (ключевые участки) для постоянного наблюдения за состоянием биоты и почвы, отдельные водоемы, экосистемы, памятники природы и другие объекты.

#### ***Выбор ключевых участков***

На ключевых участках должны быть представлены наиболее типичные для микрорайона школы экосистемы. Биоценоз внутри каждого участка должен быть однородным, что свидетельствует об однородности литологии почвообразующих пород, рельефа, характера увлажнения, микроклимата, типа почвы.

Ключевые участки с одинаковыми биогеоценозами позволяют сравнить различные территории по степени антропогенного влияния на природные среды. Одни ключевые участки (опытные) располагаются на территориях с экологической напряженностью (в населенных пунктах, на промплощадках, в зонах интенсивной эксплуатации природных ресурсов), а другие (контрольные) — на чистых, «фоновых» территориях в естественных природных условиях.

При выборе ключевых участков необходимо учитывать особенности рельефа местности. В каждой паре ключевых участков (опытный и контрольный) оба участка должны находиться в одинаковых условиях по возможности накопления загрязняющих веществ в почве. Накопление загрязняющих веществ обычно происходит в понижениях рельефа (в речных поймах, нижних частях склонов долин, балках, лощинах). Поэтому если опытный участок выбран в нижней части склона, то и контрольный участок также должен находиться в понижении рельефа. При этом на том и другом участках должны быть как можно более сходны все показатели (биоценозы, типы почв, возраст деревьев и др.), за исключением того фактора, воздействие которого изучается на опытном участке.

*Параметры ключевых участков в микрорайоне школы.* После проведения обследования территории и составления плана местности производится закладка ключевых участков по программе школьного экологического мониторинга.

Размер площадок наблюдений определяется конкретной задачей исследования биоценоза. Верхний предел площади участка ограничен величиной ареала исследуемого сообщества.

Ключевые участки мониторинга лесного фитоценоза (древостоя) могут иметь размеры 25 х 25 м, а лугового — 10 х 10 м. Внутри площадки лугового фитоценоза для количественного учета видов закладываются три площадки 1 х 1 м или 8—10 площадок площадью по 0,25 м<sup>2</sup>. На территории микрорайона школы можно, применительно к разным задачам, закладывать несколько ключевых участков. Каждый из них наносится на план местности. Категории каждого участка соответствует знак определенной формы — например, треугольниками обозначаются опытные участки, квадратами — участки контроля. Внутри значка ставится номер ключевого участка.

Параметры всех ключевых участков микрорайона Школы заносятся в соответствующие таблицы экопаспорта.

#### ***Описание почв ключевых участков***

При закладке ключевого участка рекомендуется сделать почвенный разрез, на котором выделяются

почвенные горизонты, дается их описание в виде таблицы характеристик почвы ключевого участка. Такая таблица должна заполняться в экопаспорте (глава 12) для каждого ключевого участка.

Для почвенного разреза намечают прямоугольник длиной 120—150 см и шириной 60—80 см. Одна из коротких сторон разреза служит лицевой; по ней проводят описание почвы; желательно, чтобы она была обращена к солнцу. На противоположной короткой стенке делают ступени для спуска в разрез и удобства работы. Почву при копке следует выбрасывать на боковые стенки (по одну сторону — массу гумусового горизонта, по другую сторону — массу более глубоких горизонтов). Глубина разреза 75—100 см. После окончания описания разрез следует закопать, причем сначала сбрасывают массу из глубинных горизонтов, затем гумусовый горизонт, после чего закопанный разрез закладывается дерниной.

Когда лицевая сторона выкопанного разреза выровнена, прочерчены ножом границы почвенных горизонтов, проводят их описание (в определенном порядке морфологических признаков). Лишь для  $A_0$  указывается только его мощность (в см) и состав (листья, хвоя, мхи, дерн и т. п.). Для всех остальных горизонтов, включая горизонт  $C$ , описание проводится в следующем порядке и по следующим признакам:

- мощность в см («от и до», считая от поверхности; например, 4 — 20 см, 20 — 25 см, 25 — 70 см и т.д.);
- цвет в сухом состоянии, для чего надо сделать макет почвы на листке белой бумаги и подождать, когда он высохнет;
- влажность, по которой надо выбрать одну из пяти ступеней: почва *сухая*; *свежая* (холодит руку); *влажная* (мнется в руке); *сырая* (можно выжать воду) и *мокрая* (вода течет без вашей помощи);
- механический состав горизонта, в котором выделяется шесть ступеней: *песчаный* (почва рассыпается в пальцах); *супесчаный* (можно слепить шарик); *легкосуглинистый* (можно скатать шнур); *среднесуглинистый* (шнур сгибается в кольцо, покрывается трещинами и ломается); *тяжелосугли-*

*нистый* (кольцо с крупными трещинами); *глинистый* (кольцо без трещин). Первые три вида часто объединяют под названием легкие почвы, а последние три именуются тяжелыми почвами. Механический состав гумусового горизонта ( $A_j$  и  $A_n$ ) входит в официальное название почвы (например, «дерново-средне-подзолистая, легкосуглинистая почва» значит, что горизонт  $A_1$  — легкий суглинок);

- структура — способность почвы рассыпаться на комочки. По этому признаку обычно выделяют *зернистую* структуру (типична для многих пойменных почв); *комковатую* (крупно-, средне-, мелко-) — самую распространенную; *глыбистую* (сплошная слитная масса); *ореховатую* (остроугольные комочки); *призматическую*; *листоватую* структуры. Часто встречаются и бесструктурные почвы (сплошная сыпучая масса, лишенная комков);
- плотность — степень связности почвенной массы. Горизонт может быть *рассыпчатым* (пыль, песок), *рыхлым* (нож или лопата втыкаются без труда), *уплотненным* (лопата входит с усилием), *плотным* (лопата входит с большим трудом) и *очень плотным* (лопатане входит, «звенит»);
- новообразования — вещества, которые образуются и накапливаются в почве в процессе ее развития. К ним относятся: *гумус* (обычно в горизонте  $A_1$  или  $A_n$ ); *аморфный кремнезем* в виде белесой присыпки (типичен для горизонта  $A_2$ ); *гидроксиды железа* в различных модификациях (ортштейн — зерна и шарики; ортзанд — плотные железистые прослойки и плитки; рассеянный гидроксид железа, подчас окрашивающий все горизонты в желто-буро-бурые тона); *гидроксид марганца* (черные пятна, обычно в горизонте  $B$ ); *карбонат кальция* в виде мелких желваков и прожилок (если горизонт  $C$  представлен карбонатной породой в условиях сухого климата);
- включения — инородные тела, не связанные с процессом почвообразования. Это могут быть корни растений, угольки, черепки, кости, обломки кирпича, щебень, галька, валуны и т. д.;

- глубина вскипания под действием 10% раствора  $\text{HCl}$ . В северной части Европейской России эта проверка имеет смысл лишь на дерново-карбонатных почвах; все остальные почвы заведомо не вскипают;
- характер перехода в следующий горизонт оценивается визуально (резкий, постепенный, ровный, извилистый, языковатый, незаметный).

После описания почвенного разреза необходимо по совокупности признаков составить полное название почвы. В него входят *тип или подтип* почвы, которые определяются по наличию и соотношению мощностей почвенных горизонтов; *механический состав*, т. е. вид почвы (по механическому составу гумусового горизонта  $A_j$  или  $A_{\text{с}}$ ); *почвообразующая порода* (по описанию горизонта  $C$ ). Пример названия: дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая почва на тяжелом суглинке.

Под агроценозами и на склонах очень важна оценка разрушения верхних, наиболее плодородных слоев почвы талыми и дождевыми водами (водная эрозия) или ветром (ветровая эрозия). В этом аспекте могут встретиться *слабоэродированные* почвы (гумусовый горизонт разрушен частично, не более половины); *среднеэродированные* почвы (верхние горизонты разрушены, подпахивается верхняя часть горизонта  $B$ ); *сильноэродированные* (распахан горизонт  $B$ ); *очень сильноэродированные* (полностью разрушен горизонт  $B$ , распахиывается горизонт  $C$  — бесплодная почвообразующая порода).

Если в почвенном разрезе на ключевом участке будут обнаружены признаки эрозии, следует установить ее причины, определить степень повреждения и включить ее в название почвы. Пример: дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая слабоэродированная почва на тяжелом суглинке.

### • 3.5. Экологическая оценка природных сред и объектов по программе мониторинга

44 По количественным результатам единичных исследований не удастся сделать достоверных оценок со-

стояния природной среды и выявить тенденции ее изменения. Например, одноразовый отбор проб в разных точках региона и их анализ не может дать достоверной оценки территории, если он не будет подкреплён повторными исследованиями. Только многолетние наблюдения за одними и теми же объектами по отработанным методикам дают возможность накапливать данные, которые позволяют делать более достоверные оценки изменений, происходящих в окружающей среде по сравнению с несистемными единичными исследованиями. Поэтому наибольший интерес полученные результаты представляют в том случае, когда они используются для сравнения проб, взятых в разных местах (например, на фоновой территории и на участке, подверженном антропогенной нагрузке), либо в одном и том же месте в разные моменты времени.

Исследования по программе школьного экологического мониторинга охватывают биоту, природные среды и источники техногенного воздействия. При этом следует отметить различие основных объектов мониторинга, проводимого городскими и сельскими школами. Если для сельских школ главным направлением исследований является мониторинг биоты, то для городских — мониторинг сред и объектов техногенного воздействия.

**Мониторинг биоты** включает в себя оценку биоразнообразия растений и животных, жизненности видов, обилия, встречаемости и изменений в количестве экземпляров видов в ареалах их обитания; определение фенофазы растений; сроков появления и исчезновения бабочек, других насекомых, птиц; фенотипические исследования, например белого клевера, в населенных пунктах и естественных ландшафтах.

При выборе биоиндикаторов, реагирующих на изменения в состоянии окружающей среды изменением своих показателей, основной упор делается на численность видов, особенно редких, приспособленных к существованию в определенных границах внешних воздействий. Кроме того, важным показателем является процентное соотношение разных видов — в ряде случаев это более надежный индикатор загрязнения среды химическими веществами, чем изменение численности одного вида.



На ключевых участках в микрорайоне школы по шадящим методикам проводится биодиагностика состояния окружающей среды.

1. Описание фитоценоза (периодичность— 1 раз в год):
  - ярусность растительности;
  - численность растительных видов, в процентах;
  - обилие растительных видов, в шкалах 1—5 баллов;
  - фенофазы растений;
  - жизненность видов, в шкалах 1 — 3 балла.
2. Описание фауны:
  - численность видов почвенной или припочвенной фауны (2 — 3 раза в летний сезон);
  - численность птиц-дуплогнездников (1 раз в летний сезон).

**Мониторинг сред и объектов техногенного воздействия** предусматривает определение следующих оценок и показателей.

*Оценка степени загрязнения воздуха* (один раз в год):

- по результатам лишенодиагностики;
- по морфологическим и анатомическим изменениям хвои сосны, (обесхвоенность крон, повреждение, усыхание хвои, средний прирост и продолжительность жизни хвои, состояние генеративных органов сосны);
- по характеристике движения транспорта;
- по химическому составу снегового покрова, кислотности атмосферных осадков;
- по запыленности (скорость осаждения пыли в сутки).

*Оценка степени загрязнения почв* (один раз в год):

- оценка свойств почв по растениям-индикаторам плодородия, влажности и кислотности почв;
- определение фенотипической структуры популяций белого клевера;
- определение свойств почв по видам беспозвоночных животных — индикаторов состояния почв;
- микробиологическая активность почв (по характеристике дыхания почвы, скорости распада целлюлозы, 2 — 3 раза в летний сезон);
- определение качества пыльцевых зерен различных растений (томаты, сельскохозяйственные

культуры), дикие растения — сорняки, различные деревья).

*Оценка степени загрязнения воды* (1 - 3 раза в год): по физическим, химическим свойствам воды, растительным индикаторам, биотическому индексу, анализу донных отложений; по плотности популяций видов — биоиндикаторов состояния водоемов с оценкой обилия в баллах.