

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Подготовила Костромина О.А.

Мониторинг леса

Общие сведения

В зоне тайги преобладающим типом растительности являются леса. Леса разнообразны по составу, структуре и условиям местообитания. Они могут расти на богатых и бедных почвах, хорошо и слабо дренированных участках. Одни лесные массивы выдерживают сильное заболачивание, другие — сухие почвы. Лесная растительность — отражение и продукт среды. Вместе с тем древесная растительность оказывает большое влияние на окружающую среду: умеряет температурные колебания воздуха, воздействует на интенсивность освещения, на силу и направление ветра, оказывает большое влияние на влажность почвенного покрова. Испарение под пологом леса понижено по сравнению с открытыми участками, в связи с чем наблюдается относительно высокая влажность верхних почвенных горизонтов. Лес — мощный испаритель воды и нередко значительно понижает уровень почвенно-грунтовых вод. Степень воздействия леса на почву и элементы климата зависит от размера площади, занимаемой лесом, от густоты стояния деревьев, биологических и экологических особенностей лесообразующих пород (Приложение 2).

В зависимости от состава лесообразующих пород леса могут быть чистыми, т.е. однопородными (еловые, сосновые, березовые, осиновые), или смешанными (елово-березовые, березово-осиновые, сосново-березовые). Смешанные леса по сравнению с чистыми характеризуются большим флористическим богатством и более сложной структурой. Коренные (первичные) леса соответствуют ненарушенным природным условиям местообитания (еловые, сосновые). Производные (вторичные) леса развиваются на месте первичных в результате вырубок, пожаров (мелколиственные леса). Посаженные или посеянные человеком леса — это искусственные насаждения.

В северных и восточных районах таежной зоны доминируют хвойные леса, в центральных и южных — мелколиственные и смешанные.

Лесообразующей породой **еловых лесов** является *ель обыкновенная*. Это зимостойкая, теневыносливая порода, нетребовательная к теплу и плодородию почвы (мезотроф), но довольно требовательная к влажности почвы. Еловые леса малоярусны (2—4 яруса). Кустарниковый ярус в большинстве отсутствует, лишь в менее сомкнутых насаждениях встречаются отдельные экземпляры крушины, можжевельника, жимолости. Степень развития травяно-кустарничкового и мохового ярусов зависит от условий местообитания.

Флористическое богатство ельников невелико из-за сильного затенения: произрастают тенелюбивые растения, требовательные к повышенной влажности воздуха и почвы и могущие расти на кислых почвах. В травяном покрове еловых лесов присутствуют типичные (бореальные) виды, которые нередко называют «спутниками» ели: *кислица обыкновенная, майник двулистный, седмичник европейский, рамишия однобокая, одноцветка, плаун булавовидный, ояника волосистая, вероника лекарственная, голокучник Линнея*. Часто встречаются *грушанка круглолистная, брусника, черника, щитовник игольчатый, кочедыжник женский*.

Повышенная влажность, слабая аэрация и значительная кислотность ельников способствуют развитию напочвенного мохового покрова. Различные виды мхов отличаются по строению, окраске и увлажненности. Моховой покров из зеленых мхов — *плеврозиума, гилокомиума, ритидиладельфуса, дикранума* — развивается в средних по увлажненности ельниках. Зеленый мох *птилиум* указывает на повышение увлажнения. *Кукушкин лен обыкновенный*, называемый «долгим мхом» и образующий рыхлые зеленые дерновинки, — свидетель повышенного увлажнения и начинающегося заболачивания. Появление *сфагновых мхов* указывает на избыточное увлажнение и сильную заболоченность данной территории: присутствие мхов рода *мниум* означает возрастание проточного увлажнения.

Сосновые леса составляют около $\frac{1}{2}$ всех хвойных лесов. Лесообразующая порода — *сосна обыкновенная*. В отличие от ели, сосна — быстрорастущая и светолюбивая порода — имеет широкую экологическую амплитуду: растет на сухих бедных песчаных, супесчаных почвах; на богатых, хорошо дренированных известняковых породах и сфагновых болотах. Если в еловых лесах

есть растения — спутники ели, то дать перечень видов, свойственных только сосновым лесам, почти невозможно, так как экологическая амплитуда сосновых лесов значительно шире. Исключение составляют виды, встречающиеся в лишайниковых сосняках, отличающиеся светолюбием и некоторым ксероморфизмом. В светлых сосновых **лишайниковых борах** с бедными почвами хорошо выражен напочвенный покров, образованный лишайниками из родов **кладонии и цетрарии**. Травяной покров обычно разреженный, встречаются отдельные экземпляры **кошечьей лапки двудомной, ястребинки волосистой, брусники, белоуса, дифузиаструма сплюснутого**.

Чистые сосновые леса довольно редки. Они в той или иной степени нарушены вырубками. В связи с этим в древостое возрастает роль **березы, ели**, в травостое — злаков (часто доминирует **вейник тростниковидный**) и разнотравья (преобладают лугово-лесные виды). Местами встречаются заросли **папоротника орляка**. Мхи распределяются куртинками на отдельных участках

Мелколиственные леса образованы **березой и осиной**, представлены чистыми (березовыми, осиновыми) и смешанными (березово-осиновыми) насаждениями и распространены достаточно широко. Они вторичны по своему происхождению, возникли на месте уничтоженных коренных первичных еловых и сосновых лесов. **Береза и осина** — породы быстрорастущие, светолюбивые, обладают очень высокой семенной продуктивностью, они первыми появляются на открытых площадях — вырубках, гарях, залежах и полянах. При изучении мелколиственных лесов следует обратить внимание на освещенность, на степень развития кустарникового яруса, травяного и мохового покрова. Под пологом древостоя достаточно света для развития растений нижних ярусов. В кустарниковом ярусе произрастают **крушина, жимолость, можжевельник, смородина** и др. Хорошо развит травяной покров, обычно густой, 2—3-ярусный, с большим числом видов. Береза и осина не имеют характерных видов. Под их пологом произрастают лесные растения, оставшиеся, от коренного типа леса, некоторые луговые и опушечные виды. Моховой покров в таких лесах редко может быть хорошо или слабо развит, но в большинстве случаев совсем отсутствует. Под пологом мелколиственных пород нередко интенсивно возобновляется ель, и на примере различных участков березняков с разновозрастным подростом ели можно наблюдать различные стадии смены березового леса еловым.

В настоящее время с развитием городов люди все больше отдаляются от естественной природы, и поэтому горожане с большим удовольствием отправляются в пригородные леса отдохнуть, погулять по лесу, особенно в период сбора грибов и ягод. Безобидное, казалось бы, нахождение людей в лесу проявляет себя **рекреационными нагрузками** на лесную экосистему, вызывая ее постепенное разрушение: уплотнение почвы препятствует прорастанию семян и возобновлению растительности, угнетает жизнедеятельность почвенных организмов, сокращает численность животных. Малоустойчивые лесные виды сменяются антропогенноустойчивыми и синантропными видами — происходит сукцессия экосистемы с тенденцией к обеднению природного сообщества. Поэтому для сохранения разнообразия природных экосистем в условиях антропогенного давления необходимо принимать неотложные меры.

Под **лесным мониторингом** следует понимать систему наблюдений за изменением состояния лесного покрова в связи с загрязнением атмосферы и почвы, рубками, мелиорацией рекреационным лесопользованием и другими формами антропогенного воздействия. При организации и ведении лесного мониторинга нельзя обойтись без наблюдений за состоянием леса в естественных условиях. Лес — образование динамичное. Он постоянно меняется в процессе «саморазвития», в результате изменения условий среды, в ходе эволюции биологических систем. В связи с этим при изучении леса следует отделять антропогенные изменения от естественных, только тогда можно получить достоверную информацию о том, как лесной покров и отдельные биогеосистемы реагируют на антропогенные воздействия. При организации и мониторинга нужно предусмотреть проведение наблюдений и в лесах, не подвергающихся или почти не затронутых деятельностью

Лесной мониторинг может осуществляться разными методами, но новой должны быть **материалы лесоустройства**, которые дают разностороннюю информацию о состоянии леса и

динамике лесного фонда. Но лесоустройство отвечает далеко не на все вопросы, потому необходима **закладка пробных площадей** и проведение многолетних наблюдений на одних и тех же участках леса.

Таким образом, лесоустройство и систематические наблюдения на и иных пробных площадях — это начальные опорные точки системного мониторинга. Наблюдения на пробных площадках позволяют проследить *характер лесовозобновительного процесса, взаимоотношения основных лесобразующих пород при их совместном произрастании, динамику нижних ярусов растительности*, которая может быть прекрасным индикатором состояния среды. Методы мониторинга леса могут быть различными; в соответствии с ними подбираются и методики. Исследование лесных экосистем можно проводить в различных аспектах:

- влияние промышленных выбросов на состояние лесного сообщества (в этом случае можно изучать как сообщество в целом, так и состояние индикаторных видов — сосны и ели с учетом удаленности от источника загрязнения);
- влияние выпаса скота на развитие лесного сообщества;
- влияние подтопления в связи с перекрытием стока воды при строительстве дорог, плотин и т.д.;
- возникновение вторичных лесных сообществ на вырубках, гарях и их развитие;
- стадии восстановления первичных сообществ при изучении разновозрастного подростка.

Выбор площадок для проведения мониторинга: общие требования

Вероятно и возможно, что процесс выбора территории для конкретной школы будет проведен всего один раз: она будет для постоянной на много лет, может быть, для нескольких поколений учеников. Поэтому очень важно со всей ответственностью подойти к этому выбору, чтобы сделать комплексную практику непрерывной.

Наблюдения в принципе можно вести в любом месте, если имеется возможность частого посещения его в течение многих лет. Таким местом может стать маршрут от учебного заведения до дома, площадка на школьном дворе или вблизи него. Необходимо, чтобы выбранный участок был типичным для данной местности. Поскольку трудно выбрать участок, где присутствовали бы все объекты наблюдений, приходится пользоваться несколькими небольшими участками (субтерриториями), расположенными в разных частях одного, более крупного участка (территории). В соответствии с конкретной программой мониторинга можно выбрать участки, расположенные в лесу, в поле, вблизи водоема (пруда, ручья, озера, реки и т. д.), вблизи дорог, строений. Желательно, чтобы вся территория для проведения мониторинговых исследований (так требует программа «ГЛОУБ») представляла собой квадратный участок, в центре которого должно находиться учебное заведение. На этой общей территории размером 15 км² необходимо выделить не менее трех субтерриторий. Например, при выборе биологической/геологической субтерритории в рамках вашей территории необходимо выполнить следующее:

- идентифицировать площадки с доминантными видами рельефа;
 - среди них идентифицировать площадки с доминантными видами растительности;
 - среди этих площадок утвердить постоянную субтерриторию (желательно определить ее точные координаты) площадью 30 x 30 м;
 - территория и субтерритория при установлении их границ должны быть ориентированы с севера на юг и с запада на восток;
 - характерные представители каждого из доминантных видов рельефа или растительности будут постоянно наблюдаться, чтобы, измеряя их параметры, следить за ежегодными изменениями;
 - относительные изменения земного покрытия должны быть оформлены специальными протоколами;
 - идентификация видов растений проводится с помощью дихотомических ключей по любому из определителей. Выбранную для экологического мониторинга территорию желательно описать по следующему плану:

1. Общий характер местности, окружающей участок наблюдения (равнина, возвышенность,

- низина, холмы, леса, открытое пространство, культурный ландшафт).
2. Географическое местонахождение по отношению к населенному пункту, водным объектам, транспортным магистралям и т.п.
 3. Составные элементы ландшафта на субтерритории: парк, сквер, озелененная улица, участок леса, болото, поле, сад, геологическое обнажение, пустырь и т.д.
 4. Характер объектов, выбранных для наблюдения (если это деревья, то в составе леса выделить группы или отдельные деревья, расположенные в затененных или освещенных местах; старые по возрасту, среднего возраста или молодые. Описание должно давать четкое представление и о любых других объектах).

Тема 1.

Программа мониторинга лесной экосистемы

Для оценки экологической ситуации важное значение имеет мониторинг лесов, так как они в больших масштабах способны поглощать и накапливать вещества, загрязняющие атмосферу, и реагировать на любые антропогенные воздействия, изменяя свою структуру, многообразие и продуктивность.

Цель работы: определение степени нарушенности экосистемы лесного сообщества под влиянием антропогенных факторов и разработка мер по восстановлению экосистемы.

Задание: определение стадии дигрессии изученной лесной экосистемы и наблюдение за дальнейшим изменением ее состояния.

Мониторинг состоит из двух этапов: 1) подготовительного и 2) основного (реализация программы наблюдений).

1. Подготовительный этап включает:

- обобщение сведений о лесном массиве;
- выбор и закладку мониторинговых площадок;
- стартовое геоботаническое описание площадок.

Последовательность действий:

1. Выберите лесной массив, в котором будет проводиться обследование. Выбирается наиболее посещаемый лес, чтобы определить влияние антропогенных факторов.
2. Составьте картосхему расположения массива, на которой отметьте населенные пункты, дороги, направления расположения площадок.
3. На картосхеме отметьте местоположение мониторинговых площадок. При высокой антропогенной нагрузке они должны быть расположены на расстоянии 1,5—3 км, при низкой — на расстоянии до 10 км от населенного пункта.

Требования к выбору площадок. Площадки закладываются вдоль какого-либо ориентира (тропа, дорога, просека) и не менее чем в 20 метрах от ориентира (это место отмечается указателем). Первая точка выделяется в самом начале лесного массива, остальные — на расстоянии 1—3 км, 5—10 км. Число площадок зависит от степени однородности лесного массива. Оптимальная площадка должна быть не менее 100 м² (допустима 25х25 м).

Площадки должны быть постоянными, иметь свой номер и использоваться для многолетних наблюдений. Для сохранения их следует окопать небольшой канавкой или отметить шпагатом. Для каждой площадки необходимо указать точное местоположение, удаленность от населенного пункта, площадь, положение в рельефе, тип почвы.

4. Получите в лесхозе общие сведения о лесном массиве (карта расположения лесных кварталов, таксационные описания):

- площадь лесного массива, взятого для изучения;
- владелец (гослесфонд или другие пользователи);
- тип лесного массива (хвойный или смешанный лес);
- количество выделов и основные ассоциации лесов;
- для основных лесообразующих пород — возраст древостоя (лет), высота (м), бонитет — быстрота роста деревьев (класс);
- средняя сомкнутость крон.

5. По карте определите и отметьте, в каких выделах располагаются мониторинговые площадки.
6. На каждой площадке сделайте стартовое геоботаническое описание (см. методику описания леса).
7. Для определения степени рекреационной деградации лесной экосистемы составьте описание участка по схеме:
 - тип леса;
 - тип почвы;
 - сомкнутость лесного полога (в баллах);
 - жизненное состояние подроста и подлеска (развит хорошо, умеренно, развит слабо);
 - соотношение в живом напочвенном покрове лесных, луговых и сорных видов (%);
 - наличие дернины (корни злаков и осок);
 - коэффициент рекреации (отношение площади троп и вытоптаных полян к общей площади);
 - количество взрослых деревьев, имеющих антропогенное повреждение ствола на высоте 130 см;
 - наличие кострищ;
 - степень замусоренности (нет мусора, слабая, умеренная, сильная);
 - привлекательность (+, —);
 - стадия рекреационной деградации (от 0 до 5 баллов).
8. Проведите изучение видового состава леса с помощью определителя и выделите доминирующие виды каждого яруса.
9. Сделайте качественную оценку состояния различных ярусов лесного сообщества. Долю нелесных видов (%) сопоставьте с общим видовым составом исследуемой территории. Вселение луговых, полевых, придорожных видов происходит чаще всего человеком и животными, но они могут заноситься и с помощью ветра.
10. Проанализируйте основные характеристики рекреационной деградации лесных экосистем (табл. 1).
11. Проведите сравнение результатов вашего исследования с данными табл. 1.
12. Сделайте вывод о степени деградации изучаемой лесной экосистемы. Предложите меры ее стабилизации в условиях антропогенной нагрузки (табл. 1).

Таблица 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА СТАДИЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЛЕСНЫХ
ЭКОСИСТЕМ**
(методика Алексеева С.В.)

Стадия деградации	Характеристика состояния лесной экосистемы	Состояние ярусов					Включение нелесных видов
		древостоя	подлеска и подростов крупного подроста	подроста младшего возраста	травостоя	мохово-лишайникового покрова	
0	Ненарушенные насаждения	Сомкнутость древесного полога	Полная сохранность				Нет
I	Слабонарушенные насаждения	Полная сохранность	Заметное повреждение	Слабо вытоптан	Разреженный	Не более 10% видового	

Стадия деградации	Характеристика состояния лесной экосистемы	Состояние ярусов					Включение нелесных видов
		древостоя	подлеска и подростов	и подростов младшего возраста	травостоя	мохово-лишайникового покрова	
II	Средняя степень нарушения сообщества	Практически полностью сохраняется. Наблюдается выпадение.	Заметные повреждения		Угнетенное	Полное исчезновение или незначительные пятна.	До 50% видового состава
III	Значительно нарушенные насаждения (критическое состояние)	Сильно нарушенное сомкнутостью.	Единичные уцелевшие экземпляры.		Преобладание заносных видов.	Полное исчезновение.	До 80% видового состава
IV	Полностью разрушенное лесное сообщество	Низкая полнота древостоя, вплоть до значительной.	Нет	Нет	Господство сорных и луговых.	Нет	Более 90% видового состава
V	Отсутствие сомкнутой растительности (полный кризис -)	Отдельные деревья в угнетенном состоянии.	Нет	Нет	В угнетенном состоянии, преобладание.	Нет	Более 90% видового состава

На каждую площадку составляется подробный стартовый паспорт, в который заносятся все сведения, полученные на подготовительном этапе. В дальнейшем на этих площадках проводятся многолетние наблюдения. Данные заносятся в общий журнал учета. Частота наблюдений: один раз в год (первая-вторая декада июля; первая декада сентября).

II. Основной этап — программа наблюдений.

1. Изучение состояния древостоя:

- годичный прирост побегов (определяется на модельных деревьях или подросте);
- соотношение здоровых, усыхающих, поврежденных животными, грибами (трутовиками и др.) и человеком деревьев (абс. число и %);
- степень изреженности древостоя (абс. число и доля (%) выпавших или вырубленных деревьев);
- изменение морфологических признаков хвои или листьев (некрозы, хлорозы, дефолиация — опадение листьев);
- биомасса хвои или листьев с однолетнего побега (средние данные по 10 измерениям).

2. Изучение всходов и подростов: выяснение их состава, условий, обилия, характера распределения по площади, жизненного состояния, подсчет числа всходов и подростов каждой древесной породы. Для всходов и подростов до 5 лет закладываются площадки размером 1x1 м; для подростов в возрасте 6-10 лет — 2x2 м; в возрасте 11-15 лет — не менее 5x5 м²; площадки (не менее 5) должны быть расположены равномерно. Количество всходов и подростов на 1 га определяется по

формуле:

$N = n/Sx 10000$, где N — количество всходов (или подроста), ед. на га; n — число всходов и подроста на пробных площадках, ед./м²; S — площадь учетных площадок, м². Количественный учет подроста и характеристика его состояния позволяют прогнозировать судьбу данного леса и динамику его изменений (табл. 2).

Таблица 2

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

Оценка возобновления	Преобладающий возраст подроста (число лет)		
	1—5	6—10	11—15
	Число благонадежных всходов (тыс. шт. /га)		
Хорошее	Больше 10	Больше 5	Больше 3
Удовлетворит.	10—5	5—3	3—1
Слабое	5—3	Меньше 1	1—0,5
Плохое	Меньше 3		Меньше 0,5

Например, наличие в березовом лесу обильного и жизнестойкого подроста ели позволяет сделать вывод о вторичном характере березняка и возможной смене в будущем березы елью. Если естественное возобновление отсутствует, следует выяснить причины, затрудняющие появление всходов и развитие подроста (вытаптывание, выпас скота, недостаток света, мощный моховой покров, подстилка).

4. Оценка жизненного состояния подроста и подлеска.

Подрост I категории: высота кроны растений — больше ширины; профиль кроны ровный; годичный прирост по высоте — больше 10 см: хорошая жизненность.

Подрост II категории: высота кроны растений примерно равна ширине, профиль ее — зазубренный из-за ненормального укорочения отдельных мутовок; годичный прирост по высоте — 5—10 см: удовлетворительная жизненность.

Подрост III категории: ширина кроны явно превышает ее высоту; профиль кроны глубоко зазубренный, она высоко закреплена, по форме зонтиковидная; годичный прирост по высоте — менее 5 см: подрост нежизнеспособный.

4. Анализ состава травяно-кустарничкового покрова:

• соотношение кустарничков, травянистых, высших споровых (папоротники, хвощи, плауны) растений (видовое богатство,

- фенофаза растений;
- биомасса наземных частей (срезается с 0,25 м² и взвешивается), г/м²;
- состояние популяций редких видов (см. описание популяций).

5. Изучение напочвенного мохово-лишайникового покрова:

- общее покрытие (%);
- примерное число видов (по внешнему виду без определения видовой принадлежности); соотношение жизненных форм лишайников (%);
- общая биомасса (с 0,25 м²), г/м²;
- соотношение экологических групп мхов, %.

6. Изучение состояния лесной подстилки (проводится один раз в 5 лет).

При изучении подстилки следует учесть, что в различных насаждениях формируется разная подстилка, отличная по составу, мощности, скорости разложения. В хвойных лесах накапливается мощная подстилка. В еловых лесах она более плотная и более кислая, в сосновых — менее плотная и менее кислая. Обе породы образуют грубогумусную лесную подстилку, неблагоприятную для прорастания семян, роста и развития многих растений. Подстилка в лиственных лесах имеет различную кислотность, но всегда меньше, чем подстилка в хвойных лесах. Лиственные породы в большей степени обогащают лесную подстилку элементами питания и

улучшают водно-физические свойства почвы. Примесь в лесах березы и осины уменьшает вредное действие хвойной подстилки. Мощность подстилки (см) может использоваться как экспресс-диагностический признак оценки состояния лесной системы.

Методика: мощность подстилки измеряется линейкой с точностью до 0,5 см. Граница подстилки с почвой устанавливается по структуре, плотности и цвету. Расположение прикопок случайное, кроме приствольных участков (с радиусом до 0,5—1 м от ствола) и лесных полян. Если необходимо провести грубое разделение территории на фоновую (чистую) и импактную (загрязненную), достаточно 3—10 измерений. Если необходимы более точные данные, количество выборок должно быть больше: для хвойной подстилки — 6—20; для лиственной — 2—10 измерений, для импактной зоны больше, чем для фоновой.

7. Наблюдения за грибами-паразитами (трутовиками) и грибами-макромицетами (проводится в августе—сентябре).

При увеличении антропогенных нагрузок возрастает повреждение деревьев грибами. Трубчатые грибы — самые чувствительные к загрязнению окружающей среды. Выпадение из ценозов трубчатых грибов указывает на загрязнение экосистемы. Одновременно происходит и ограничение видового разнообразия пластинчатых грибов.

Ход работы

1. В соответствии с программой наблюдений проведите на мониторинговых площадках изучение состояния древостоя, всходов и подроста, состава травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового покрова, состояния лесной подстилки.

2. По видовому составу травянистых растений и мхов (см. приложение 2) определите степень увлажнения изучаемого участка (остается стабильной или изменяется в сторону уменьшения или увеличения) и степень богатства почвы на участке.

3. Выясните антропогенное влияние на лесной массив:

- доля (%) пораненных деревьев (с механическими повреждениями);
- развитие тропиной сети (% площади) на каждой площадке;
- наличие кострищ, шалашей, стоянок (число);
- наличие самовольных порубок (шт.).

4. Проведите учет посещаемости лесного массива (в период массового сбора грибов и ягод). За определенный промежуток времени подсчитайте число посетителей — отдельно для выходных и будних дней. Сравните полученные результаты с допустимыми рекреационными нагрузками (см. табл. 3).

Таблица 3

ДОПУСТИМЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ НАГРУЗКИ НА РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ЛЕСНЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ (по В. П. Чижовой).

Тип леса	Нагрузка чел/час на га
Березняк разнотравный	15—20
Березняк щучковый	10—15
Осинник разнотравный	15—20
Осинник-кисличник	15—20
Осинник щучковый	10—15
Ельник-кисличник	8—15
Ельник-черничник	8—10
Ельник щучково-таволговый	5—8
Сосняк-черничник	10—14
Сосняк-брусничник	10
Сосняк-зеленомошник	10—15

5. Проанализируйте полученные результаты и сделайте описание последствий антропогенного воздействия.

6. Спрогнозируйте развитие данного природного комплекса.
7. Сделайте адресные рекомендации организациям по стабилизации лесной экосистемы.

Тема 2.

Методика описания леса

Изучение леса начинают с выбора пробной площади, на которой описывается видовой состав растений древесного, кустарничкового, травяного и мохово-лишайникового ярусов.

Древостой. Вначале определите тип леса (хвойный, мелколиственный, смешанный). Чтобы определить участие каждой породы в древостое и составить формулу древостоя, пересчитайте все стволы на определенной площади (например, 100 м²) и примите их за 10 единиц, затем определите участие каждой породы в долях от 10. Если на площади в 100 м² 15 деревьев (10 ед.), из них 9 сосен и 6 берез, то участие каждой из этих пород составляет 9/15 и 6/15. При этом на долю сосны приходится 6 единиц и на долю березы — 4 единицы. Формула состава древостоя леса будет такой: 6С4Б. Она означает, что древостой на 60 % образован сосной и на 40% — березой. В формуле название породы пишут не полностью, а ставят только начальные буквы (Б — береза, Е-ель, С-сосна, Ос-осина, Ол-ольха, Р-рябина, Ч-черемуха). Если участие какой-либо породы меньше 1/10, то в формуле эта порода указывается со знаком (+). Например: 6С4Б+Е.

В зависимости от высоты деревьев древостой подразделяется на ярусы. В наших лесах деревья чаще всего образуют один - два яруса. В первом ярусе располагаются высокие деревья: ель, сосна, береза, осина. Второй ярус образуют деревья второй величины: черемуха, рябина, ольха серая.

При описании лесного фитоценоза проводится глазомерная оценка степени сомкнутости крон (полная сомкнутость — 1 балл).

Сомкнутость крон в 20—30% (0,2—0,3 балла) характеризует редкий лес. В таком лесу солнечные лучи достигают травяного яруса. Сомкнутость крон в светлом лесу — 40—50% (0,4—0,5 балла); в темном — 80—90% (0,8—0,9 балла), в таком лесу травяной покров почти не развит.

Задания:

1. Определите видовой состав древостоя.
2. Определите формулу состава древостоя.
3. Определите тип леса (например: смешанный — ельник и березняк).
4. Определите, сколько ярусов образует древостой и какие деревья входят в состав I и II ярусов.
5. Определите сомкнутость крон древесного яруса (в баллах).

Всходы деревьев и кустарников. Определите их наличие и обилие. Это необходимо для того, чтобы выяснить, идет ли в данном сообществе семенное возобновление деревьев и кустарников. Для этого закладывают площадку в 1 м² и считают все всходы на этой площадке. Повторность заложения площадок пятикратная. Затем подсчитывают среднее количество всходов каждой породы на 1 м².

Кустарниковый ярус. При описании кустарничкового яруса отметьте следующее:

- 1) есть он или отсутствует;
- 2) степень его однородности: составлен он одним (каким?) или несколькими видами (какими?);
- 3) высота кустарников (в м);
- 4) характер распределения по площади.

Густота кустарничкового яруса может быть оценена в баллах (табл. 4).

Таблица 4

ГУСТОТА КУСТАРНИКОВОГО ЯРУСА И ПОДРОСТА

Баллы	Показатели густоты кустарников и подроста
1.	Одиночные кустарники и редкий подрост деревьев
2.	Кустарники располагаются группами, но сплошного яруса не образуют.
3.	Плотная, труднопроходимая стена кустарников и подроста деревьев

Травяно-кустарничковый ярус. При описании травяного яруса определите степень его выраженности (наличие или отсутствие), какими видами он образован и его **проективное покрытие** (в баллах, 1-5).

Таблица 5

ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА В ЛЕСУ.

Баллы	Степень покрытия почвы (в %)	Показатели покрытия
1	5—10	Несомкнутый травяной покров, единичные растения
2	20-25	Между растениями довольно значительные расстояния
3	30-50	Растения близко находятся друг от друга, образуя сомкнутый покров, но видны «дыры»
4	60—70	Растения образуют «ажурный» сомкнутый покров
5	100	Растения образуют плотный многоярусный покров

В описании отметьте все известные вам виды, определите их высоту (в см), **обилие и фенологическое состояние** (табл. 6).

Таблица 6

ОБИЛИЕ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА РАСТЕНИЙ В ЛЕСУ

БАЛЛЫ	Степень обилия	Показатели обилия (на пробную площадь)
1	Единично	Очень мало, 1 — 5 экземпляров
2	Редко	Особей мало, 5 — 10 экземпляров
3	Изредка	Особи разбросаны по участку в небольшом количестве
4	Довольно редко	Особи составляют до 20% от общего числа
5	Много	Особей много (> 30%), но вид не преобладает над другими
6	Очень много	Число особей явно преобладает над другими видами

Определение **фенофазы** (фазы развития растений) необходимо для того, чтобы указать общий вид сообщества (его красочность или монотонность). Это поможет вам быстро, находить сходные сообщества при движении по маршруту.

Обычно выделяют семь **фенофаз**: всходы (вс), вегетацию (вег), бутонизацию (бут); у злаков и осок — колошение (клш), цветение (цв) или спороношение (сп), плодоношение — созревание плодов и семян, а также спор (пл), вегетацию после осыпания плодов (вт. вег.), отмирание побегов (отм.). Особенно важно выделить фенологическое состояние тех видов, которые встречаются в соседних фитоценозах, но в изучаемом фитоценозе обнаруживают или отставание в развитии, или, наоборот, более ускоренный его ход. Например, черника в одних сообществах плодоносит, а в других остается в вегетативном состоянии. Задания:

- 1) Сделайте описание травяного яруса, указав при этом название растений, их высоту, обилие и фенофазу.
- 2) Определите общее проективное покрытие травяного яруса.

Мохово-лишайниковый покров.

При его характеристике отметьте:

- общий характер покрова (есть мхи и лишайники, или они отсутствуют);
- распределение по площади (равномерное или неравномерное);
- плотность мохового покрова (плотный — сплошной или рыхлый — разреженный);
- проективное покрытие — оценка в баллах;
- мощность (толщину) мохового покрова (в см);
- состав мхов и лишайников, образующих этот покров (зеленые мхи, сфагновые мхи, долгомошные мхи — кукушкин лен).

Сравните видовой состав травянистых растений леса и на вырубке такого же типа леса, определите видовой состав растений и зависимость его от условий. На основании этих наблюдений выявите гемерофильные (любят вырубку), гемерофобные (избегают вырубки) и гемеродиафорные (безразличны к условиям произрастания) виды и их соотношение в процентах.

Примечание: особенно много гемерофобов среди папоротников, орхидных, фиалковых. Гемерофильные виды чаще представлены адвентивными (заносными) видами и апофитами (местными растениями, легко поселяющимися на пашнях и превращающимися в сорняки). Гемеродиафорные — это виды нелесных местообитаний (водоемов, болот).

Подстилка. Под пологом леса, особенно из теневыносливых пород, света очень мало, поэтому на поверхности почвы всегда имеется естественный опад, который в той или иной степени влияет на развитие травяного яруса и мохово-лишайникового покрова. Известны особые типы лесов (мертвопокровные), когда опад покрывает почву на 100% и травяной ярус не развит. Мощно развитая подстилка может влиять на возобновление многих растений, в том числе и древесных. При характеристике мохового покрова отметьте следующее:

1) степень покрытия почвы (в %);

2) толщину (в см);

3) компоненты, образующие мертвый покров (опавшие листья, воя, ветви, шишки, отмершие наземные части растений, кусочки коры и т.д.).

Отметьте встречающиеся ягодные растения и съедобные грибы. Наиболее перспективные ягодные и грибные участки нанесите на картосхему.

Санитарное состояние леса оценивается по наличию валежника, сваленных деревьев, сухостоя, повреждению листьев и молодых побегов, а также по присутствию нехарактерных для растений утолщений (табл. 7).

Таблица 7

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСА

Баллы	Санитарное состояние	Основные показатели
	Хорошее	Валежник почти разложившийся, покрытый лишайниками, мхом, грибами; отдельные сухие верхушки деревьев; отсутствие повреждения листвы и побегов
	Удовлетворительное	Много неразложившегося валежника; отдельные сухие деревья; частичное повреждение листвы (хлороз, высыхание, скручивание), наличие на стволах отдельных нехарактерных утолщений
	Плохое	Свежесваленные деревья; сухие группы деревьев, повреждение листвы и побегов (высыхание, пятнистость, хлороз), многочисленные не характерные для растений утолщения стволов и ветвей

При описании растительности на участке используйте предложенную схему (Приложение 1).

Эколого-информационные показатели лесных экосистем

Показатели предлагаются для варианта мониторинга по изучению непосредственного и опосредованного влияния рекреационных нагрузок на лесные экосистемы (вырубки и побочное пользование лесом) и, следовательно, определения степени их деградации по этой причине.

Критериями и показателями стабильности лесных экосистем выбраны следующие:

1. Флористический состав лесов:
 - общее число видов;
 - количество видов по ярусам (ед.) и тенденции в его изменении (стабильное, увеличивается, сокращается);
 - степень синантропизации флоры, в %.
 2. Оценка возобновления лесного яруса по состоянию всходов:
 - общее количество, 1/кв. м или 1/га;
 - соотношение благонадежных и неблагонадежных всходов, в %.
 3. Жизненное состояние подроста:
 - количество экземпляров, 1/ кв. м или 1/ га;
 - соотношение категорий подроста, в %.
 4. Оценка состояния лесной подстилки:
 - мощность, в см;
 - степень кислотности в ед. рН
 5. Биомасса индикаторного вида (брусника, черника и др), в г/кв. м или кг/га.
 6. Степень негативного влияния вырубок:
 - соотношение гемерофобных, гемерофильных и гемеродиафорных растений, в %
- (Приложение 2).

Литература:

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии. Учебное пособие./Под ред. С. В. Алексеева. — М.: АО. МДС, 1996. — 192 с.
2. Воробьев Г.А., Багулина Т.Н., Сулова Т.А., Уханов В.П. Эколого- краеведческие походы школьников в зеленой зоне города Вологды. В помощь учителям-краеведам и юным туристам. — Вологда, 199[^]. — 36 с.
3. Воробейчик Е.Л. К методике измерения мощности лесной подстилки для целей диагностики техногенных нарушений экосистемы // Экология, 1977. — № 4. С. 263—267.
4. Погребняк П.С. Общее лесоводство. — М.: Колос, 1988.
5. Рысин Л.П., Савельева Л.К. Постоянные пробные площадки в системе лесного мониторинга // Мониторинг биоразнообразия. — М., 1999. С. 108—113.
6. Таскаева Н.Я., Егорова Н. А., Вышивкин Д.Д. Летняя практика по ботанической географии. — М.: МГУ, 1981. 155 с.

Тема 3.

Изучение экологического состояния парков и скверов

Состояние скверов и парков, в особенности старинных, вызывает обоснованную тревогу за их будущее. В большинстве своем парки не имеют надлежащего ухода, и деревья-патриархи преждевременно гибнут. Для организации ухода необходимы экологическое обследование парковых ценозов и их экологическая паспортизация. Садово-парковые комплексы по стилям планировки и композиционным особенностям относятся к паркам: а) регулярного, б) пейзажного (ландшафтного) и в) смешанного типов. Первоначальную планировку большинство парковых ансамблей со временем утратило, но в некоторых из них сохранились элементы регулярного стиля в виде радиальных аллей или пересекающихся аллей с партерами и обзорными полянами.

Этапы по изучению парков и скверов

Первый этап.

Обследование любого парка следует начинать с изучения истории его создания, а также с промеров его площади, определения современных контуров парка с севера на юг и с запада на восток, с уточнения стиля планировки и расположения дорожно-тропиночной сети. Данные параметры могут быть выявлены уже в апреле — начале мая. Группа учащихся историков-краеведов по опубликованным материалам, архивным данным и воспоминаниям очевидцев и старожилов могут описать историю посадок парка.

Второй этап,

В конце мая — начале июня можно приступить к экологическому исследованию древесных насаждений и учету травянистых раннецветущих растений. Экологическая оценка парковых ценозов может быть осуществлена по участкам, границы между которыми определяются дорожно-тропиночной сетью. Каждая бригада наблюдателей по 2—3 человека может вести картирование деревьев и составление ведомостей по своему участку:

1) каждое дерево, большое и маленькое, вносится в перечетную ведомость и на план (картосхему) участка с указанием породы, видового названия, размеров в высоту, расположения.

Например:

1. Тополь дрожащий, 20 м;

2. Вяз мелколистный, 10 м;

2) на высоте грудной клетки исследователи портновским сантиметром в 150 см или мерной вилкой измеряют диаметр дерева; в перечетную ведомость записывается диаметр в сантиметрах.

Например: 1. Тополь дрожащий, 20 м, 49,5 см. Примечание: окружность дерева определяется по формуле: $S = 2\pi R = \pi D$, если каждые 3 см принять за 1, то при обхвате дерева получается величина диаметра;

3) затем проводится санитарно-гигиеническая и эстетическая оценка каждого дерева.

Обойдите каждое дерево со всех сторон и в соответствии с общепринятыми шкалами укажите римской цифрой класс жизненной устойчивости и арабской цифрой — декоративную оценку в баллах. Ниже приводим шкалу жизнеустойчивости деревьев (санитарно-гигиеническая оценка по Б.Г. Нестерову и эстетическая оценка декоративности по В.А. Агальцовой).

Третий этап.

Этот этап предполагает выявление видового состава кустарников и места их произрастания. В перечетную ведомость вносятся родовые и видовые названия кустарников, а на картосхеме отмечается точками или галочками (w) место их произрастания.

Для старинных парков Северо-Запада устойчивыми в культуре оказались следующие виды кустарников: карагана древовидная, сирень обыкновенная, рябинник рябинолистный, роза коричная и иглистая и другие. Ряд кустарников был высажен в парки уже в советский период: различные виды спирей, свидина, кизильник черноплодный и другие.

Если возникают трудности в определении видового состава кустарников, то побеги закладываются в гербарий, и в осенний период осуществляется их идентификация по определителям деревьев и кустарников (Плотникова Л.С., Валягина-Малюткина Е.Т.).

Четвертый этап.

Связан с уточнением видового состава травянистых растений, их ценотической принадлежности и экологической группы. Обилие особей того или иного вида можно определить по приближенной шкале оценок *встречаемости*: 1) обильно, 2) часто, 3) рассеянно, 4) единично в пределах каждого участка парка. Для определения неизвестных видов травянистых растений необходимы определители высших растений. Списки растений каждого участка парка составляются по **образцу**: вид; фитоценоз; экологическая группа; встречаемость. Пример: сныть обыкновенная; лесной; мезофит; встречается часто. Род, вид, обилие фиксируются при натуральных обследованиях, ценотическая принадлежность и экологическая группа — при камеральной обработке.

Особое внимание при выявлении видового состава травянистых растений следует обратить на редкие красивоцветущие дикорастущие (ландыш майский, колокольчик широколистный, печеночница благородная, аквилегия (водосбор), гвоздика, купальница и другие). Их встречаемость и состояние популяций описывается более подробно. Некоторые из них весьма устойчивы в парковых ценозах с конца XIX века. Вынос их в виде букетов должен быть запрещен.

При камеральной обработке в осенне-зимний период систематического списка травянистых растений обратите внимание на процентное соотношение лесных, луговых, сорных видов. Обилие последних (*красивка, бодяк, лопух, горец конский, горец перечный* и др.) свидетельствует о бурьянистом характере травянистого покрова и необходимости искоренения сорных видов и подсева луговых трав.

Подобное состояние травянистого покрова парков — следствие выпаса скота, что совершенно недопустимо на парковых территориях.

Для полного учета всех травянистых видов парка, так как сроки вегетации и цветения разновременные, необходим трехкратный срез видового разнообразия:

- 1) в начале июня;
- 2) в середине июля;
- 3) в конце августа.

При осеннем учете трав попутно обратите внимание на семенную продуктивность древесных насаждений и сделайте текстовую запись в перечетной ведомости деревьев.

Пятый этап.

Этот этап камеральной обработки приурочен к осенне-зимнему периоду. По результатам камеральной обработки составляются: 1) сводная подеревная ведомость и 2) сводная ведомость кустарников.

Анализ сводных ведомостей проведите по следующим параметрам:

- 1) количество древесных пород и кустарников парка;
- 2) число экземпляров каждой древесной породы;
- 3) распределение пород по диаметрам стволов и число экземпляров в каждой группе по толщине стволов (от 1 до 20; от 21 до 40; от 41 до 60; от 61 до 80; от 81 до 100; от 101 до 120 см и т.д.). В этой же таблице укажите число деревьев-патриархов (диаметр стволов свыше 61 см) и их долю (в %) к общему числу деревьев;
- 4) санитарно-гигиеническую и эстетическую оценку проведите по количеству экземпляров по породам: а) в каждом классе устойчивости и б) по баллу декоративности. Напишите итоговые выводы и рекомендации;
- 5) выявите общее количество кустарников парка и приведите данные о каждой группе: сколько видов интродуцированных; сколько аборигенных, сорных (бузина, малина и другие); какие нуждаются в прореживании, а какие — в омоложении или вырубке (сорные из самосева);
- 6) составьте сводный систематический список травянистых растений по семействам, родам, видам, частоте встречаемости, ценотической приуроченности (лесной или луговой, сорный или декоративный виды) и экологической группе (мезофит, мезоксерофит, мезогигрофит, гигрофит, гидрофит);
- 7) подсчитайте процентное соотношение видов по ценотической принадлежности и экологическим группам и сделайте выводы и рекомендации по улучшению травянистого покрова;
- 8) до написания отчета обсудите с преподавателем (научным руководителем), в комитете экологии и со всеми участниками обследования выводы и рекомендации и выступите на научно-

практической конференции;

- 9) итоговый отчет, его написание и оформление с картосхемами, диаграммами, фотографиями можно поручить отдельным исследователям, владеющим оформительскими навыками.

Методика оценки жизненной устойчивости деревьев

Первый класс устойчивости (I): деревья совершенно здоровые, с признаками хорошего роста и развития.

Второй класс устойчивости (II): деревья с несколько замедленным приростом по высоте, с единичными сухими сучьями в кроне и незначительными (по 10—15 см) наружными повреждениями ствола, без образования гнилей.

Третий класс устойчивости (III): деревья явно ослабленные, с изреженной кроной, укороченными побегами, бледной окраской хвои у хвойных, с наличием дупел и стволовых гнилей, морозобойных трещин площадью свыше 150 см², прекратившимся или слабым приростом по высоте, со значительным количеством сухих сучьев (до 1/3 высоты) или суховершинностью.

Четвертый класс устойчивости (IV): деревья усыхающие, с наличием сильно распространившихся стволовых гнилей, плодовых тел на стволах, в кроне до 2/3 сухих ветвей, с большими дуплами и сухими вершинами.

Пятый класс устойчивости (V): деревья усохшие или со слабыми признаками жизнеспособности, полностью пораженные стволовыми гнилями и стволовыми вредителями.

Методика эстетической оценки.

Эстетическая оценка проводится при наружных обследованиях по трехбалльной системе:

1 — дерево имеет высокие декоративные качества; проведения санитарных мероприятий не требуется;

2 — дерево средней декоративности, требуются небольшие работы по лечению ран, обрезке сухих ветвей и сучьев с последующей заделкой и декорированием мест повреждения;

3 — дерево имеет низкие декоративные качества, с засохшими или поломанными стволами и отводится в рубку (класс жизненной устойчивости обычно V).

По выполнении этого этапа работы в перечетной ведомости запись по каждому дереву дополняется соответствующими обозначениями.

Например: 1. Тополь дрожащий, 20 м, 49,5 см; I, 2.

Если у какого-то дерева в перечетной ведомости появилась запись «Тополь дрожащий 95, V, 3», то на картосхеме Д значок следует перечеркнуть и на дереве краской рисуется «X», что означает «отведение дерева в сруб».

Не торопитесь с рекомендацией отвода в сруб: срубить легче, чем посадить. Каждое парковое дерево должно жить до своей естественной старости и смерти. На плане при знаке V в последующие годы в парке во имя сохранения композиционной структуры следует посадить рядом 15—20-летний саженец идентичной породы.

Биомониторинг парков и скверов.

Биомониторинг парков и скверов осуществляется учащимися в последующие годы с учетом реализации научно обоснованных рекомендаций по охране, соблюдению охранного режима и благоустройству, использованию, ремонту, санитарно-гигиеническому уходу со стороны природопользователя, школы, населения.

Природопользователю (ТОО, поселковому совету, лесхозу и др.) вручается экологический паспорт. Образец такого паспорта вы найдете в книгах «Исследовательские работы школьников по экологии».

Целесообразно разъяснять и контролировать соблюдение земле пользователями допустимого режима хозяйствования на парковых территориях. Старинные парки очень ранимы, и любое грубое вмешательство может ускорить их распад. Произвольная реконструкция не редко наносит ущерб флористическому богатству и устойчивости парков, нарушает целостную историческую планировку.

Форма годовичного отчета по мониторингу в **первом разделе** должны содержать сведения о географическом положении, площади парка и сквера, природопользователе (землепользователе).

Второй раздел включает учет параметров. Ниже мы приводим параметры, единицы их измерения по породам (видам) деревьев, кустарников или травянистых растений для ежегодного мониторинга.

1. Количество экземпляров семенных деревьев среди посаженных по породам.
2. Количество экземпляров деревьев среди патриархов, пораженных вредителями, в том числе грибами.
3. Количество экземпляров деревьев, срубленных при санитарно-гигиенических работах.
4. Количество экземпляров деревьев, посаженных идентично рядом с утраченными.
5. Количество экземпляров деревьев, подвергнутых ремонту дупел.
6. Количество экземпляров деревьев, очищенных от грибов-паразитов.
7. Величина (в см) годовичных приростов побегов, средних по 10 измерениям, у молодых деревьев (диаметр — до 20 см).
8. Виды кустарников, подвергнутых омоложению или прореживанию.
9. Сроки и вид подкормок, применяемых в парке для поддержания жизни старых деревьев.
10. Сроки и вид защитного воздействия (химического, механического, биологического), применяемого в борьбе с вредителями.
11. Сроки и площади сенокосения на открытых полянах (без выкашивания травы под пологом деревьев).
12. Виды декоративных растений, возделываемых в партерной части парка.

Раз в пять лет проводится полное экологическое обследование по параметрам, приведенным выше. По данным мониторинга вносятся уточнения в экологический паспорт охраняемого объекта.

Для парковых территорий разработан допустимый режим поведения и хозяйствования, применяемый в России.

Практические советы по режиму поведения и хозяйствования на парковых территориях.

Парки — национальное достояние, и от нас зависит, сохранятся ли они для наших потомков.

Допустимый режим поведения и хозяйствования:

- скашивание травы на освещенных газонах с господством луговых злаков;
- вырубка сухих и усыхающих деревьев и кустарников;
- цветочное оформление парка;
- улучшение состояния дорожно-тропиночной сети без применения твердого покрытия;
- установка скамеек и прочей садово-парковой мебели (вдоль дорожек на специальных площадках);
- очистка территории от мусора;
- рекреация по дорожно-тропиночной сети, полное исключение движения по живому надпочвенному покрову.

К видам деятельности, не допустимым в парках, относятся следующие:

- вырубка живых и относительно здоровых деревьев и кустарников, особенно интродуцентов; мемориальные деревья сохраняются до их естественного отмирания;
- изменение гидрологического режима без проведения изыскательских работ. Не допускается спуск воды из водоемов; заполнение давно спущенных прудов; опасно проведение мелиоративных работ;
- посадка деревьев и кустарников вне плана реконструкции (особенно это касается полян);
- прокладка дорог и коммуникаций на территории парка;
- строительство новых зданий любого типа;
- устройство стоянок для транспорта;
- выкашивание травы под густым пологом;
- нарушение надпочвенного покрова;
- устройство детских и спортивных площадок и сооружений внутри старого парка;

- установка киосков и кафе;
- пастыба и прогон скота через парк;
- отвод небольшого парка для использования его большим количеством людей, например пионерским лагерем;
- расположение вблизи парков предприятий, загрязняющих воздух, воду и почву;
- повреждение деревьев, кустарников и участков ценного надпочвенного покрова при проведении реставрационных работ;
- сжигание срубленных остатков на территории мемориальных парков.

Мероприятия по уходу и восстановлению зеленых насаждений

Максимальное сохранение и поддержание старовозрастной растительности парков составляет специальный раздел хозяйственной деятельности землепользователей и природоохранных организаций. Важным элементом ухода за мемориальными насаждениями является применение удобрений и регуляторов роста. Наиболее перспективным считается внесение удобрений методом шурфования. По окружности, равной примерно двум проекциям кроны, закладывают 10—16 вертикальных шурфов-ям диаметром 20—40 см и глубиной до 1 м. Шурфы заполняют органо-минеральными удобрениями в зависимости от состава почвы, породы и биологических особенностей дерева. Минеральные удобрения (калийные и фосфорные) рекомендуется вносить в жидком виде и для большей эффективности внесение совмещать с поливом. Для этих целей следует применять гидробур в блоке с поливочной машиной. Удобрения вносят на глубину 30—50 см, т.е. в зону залегания основной массы корней. Расстояние между точками внесения удобрений гидробуром должно быть 80—100 см, расположение точек — по кольцу вокруг дерева, в радиусе 5—8 м.

Для сохранения особо ценных пород деревьев применяют внекорневые подкормки и стимуляторы роста. При внекорневых подкормках кроны деревьев обрабатывают синтетической мочевиной и микроудобрениями из расчета соответственно 25—150 г и 0,5—5 г на одно дерево в зависимости от возраста и объема кроны. Концентрация растворов синтетической мочевины — 0,2—0,3%, а микроудобрений (бор, фтор, медь и другие) — 0,01—0,02%. Кроны деревьев обмывают струей воды из брандспойта, направленного выше кроны, чтобы вода падала сверху наподобие дождя. Расход растворов на 1 дерево в зависимости от возраста может составлять до 50 л; время обработки — утро или вечер. Наряду с внекорневыми подкормками рекомендуется гигиеническая обмывка кроны деревьев по мере загрязнения листвы, причем не менее 4—5 раз за сезон для лиственных и 8—10 раз — для хвойных пород. На полив одного дерева расходуют, как правило, 30—100 л воды, в нее лучше добавлять 0,5%-ный раствор моющих средств (ОП-7, ОП-10 сульфанола «Универсал»).

Стимуляторы роста вносят в виде 0,01%-го раствора действующего вещества 1—2 раза в год, лучше весной или в начале лета. Если их вносят на площадь группы, массива или леса, расход должен составлять 50—100 г/га, а для одного дерева — 5 л/кв.м, в пределах размера кроны. Для сохранения и продления жизни особо ценных мемориальных деревьев необходимы все возможные средства и методы, известные в практике ухода за старыми деревьями. В комплексе этих мероприятий можно применять методы обрезки больных и отмирающих ветвей и омолаживание кроны. Обрезка ветвей способствует улучшению санитарного состояния, вызывает рост и развитие побегов из спящих почек: березы — на 1/5, иногда — на 100% кроны.

В системе мер ухода за ценными насаждениями парков довольно значительное место занимают работы по **лечению ран дерева, пломбированию дупел, зачистке или заделке сухобочин, снятию плодовых тел при грибной инфекции**. Лечение ран лучше производить весной. После очистки от гнили или сухих ветвей и обработки антисептиками (креозотом или 5 %-ным раствором медного купороса) рану покрывают водонепроницаемой петролатумной замазкой (петролатум — 80%, канифоль — 10%, растительные масла — 10%). Такая замазка обладает свойствами ростового вещества, вызывая быстрое зарастание пораненного участка. Пломбирование дупел можно проводить в течение всего летнего периода, лучше в сухую погоду. Дупла очищают от пораженной древесины, а полость их антисептируют. После просыхания стенки дупла лучше покрыть смолой.

Среди материалов, используемых для заделки дупел, предпочтение следует отдавать древесным опилкам, проваренным в асфальте. Дупла можно заделывать полностью или оставлять открытыми. Открытые доступны для последующих ремонтов; лечение их дешевле. Но в них поселяются птицы, скапливаются мусор, грязь. Закрытые дупла можно маскировать, повышая тем самым достоинства мемориального насаждения. В каждом конкретном случае способ лечения или пломбирования дупла выбирает специалист. Таким же способом, как и лечение ран, проводят зачистку и закраску сухобочин. В профилактических целях для уменьшения заражения спорами грибов здоровых или ослабленных деревьев плодовые тела грибов-возбудителей стволовой гнили необходимо собирать и сжигать. Места снятия плодовых тел антисептируют и заделывают садовой замазкой.

На месте погибших деревьев следует произвести **посадки молодых здоровых саженцев** в максимально возможном для посадки возрасте (20—40 лет), строго соблюдая местоположение старого дерева, соответствие молодого виду погибшего, с учетом формы и характера ветвления. Строгое соблюдение породного и видового состава при восстановлении заведомо известных деревьев-патриархов сохранит ландшафтную особенность и колорит парка.

Если 50—70% аллеи выпало, то подсадок производить не следует; при 30—40% выпадения и расстоянии между деревьями 20—30 м — дополнить аллею 13—40-летними деревьями.

Замена берез старше 110 лет (старовозрастных) проводится подсадкой семенных экземпляров в образовавшиеся «окна».

Для расчистки площадей от малоценных молодых насаждений (осины, ольхи), искажающих ландшафтный облик парка, применяют различные методы: рубка, корчевка, 3—4-кратное выкашивание молодой поросли после рубки, кольцевание осины и ольхи за год-два до рубки. Молодняк ценных пород (дуб, ясень, липа, клен, береза) образует довольно плотные насаждения 20—30-летнего возраста. Они имеют высоту 12—15 м и слаборазвитую крону. Подход к таким участкам должен быть строго индивидуальным. Сохранение отдельных небольших групп или массивов при проведении ландшафтных рубок возможно, но только в том случае, когда это не вызывает серьезных композиционных нарушений в облике парка.

Кустарники (карагана, роза коричная и другие) с возрастом вытягиваются, стареют и нуждаются в омоложении, которое достигается спиливанием стволиков, обрезкой верхушек на 1/2 длины/высоты побегов. Рябинник рябинолистный интенсивно размножается вегетативно-корневой порослью, и, следовательно, на газонах такую поросль следует двукратно скашивать.

Для восстановления характера травяного покрова применяют разнообразные **агротехнические приемы**. На специально подготовленную почву можно высевать газонные травы, для повышения декоративных достоинств парковых насаждений практиковать пересадку корневищных видов растений — ландыша, купены, копытня, осоки волосистой, костяники и других — под полог насаждений в соответствии с условиями места произрастания. Интересен и старинный способ посева «сенной трухи» на восстановленных полянах для получения разнообразного по составу травяного покрова.

Одним из решений проблемы сохранения и восстановления мемориальных парков является введение на их территории **режима заповедности**. Осмотр парков следует организовать по строго продуманному маршруту, запретив свободное использование площадей парков в целях отдыха. По форме это должны быть исключительно познавательные экскурсии под руководством экскурсовода. Необходимые элементы благоустройства территории парка для целей отдыха — лодочные станции, пляжи, площадки — следует вводить очень осторожно, выбирая места, не нарушающие прежний ландшафтный облик памятников садово-паркового искусства.

Эколого-информационные показатели для парков и скверов

1. Число парковых ансамблей на территории района.
2. Число парков—центров «видового богатства» (название, площадь, общее число видов, число редких видов, абс. и в %).
3. Соблюдение охранного режима (полное, частичное, парк не охраняется).
4. Степень сохранности парков (хорошая, удовлетворительная, неудовлетворительная).
5. Характер рекреационного использования (наличие экскурсионно-познавательных троп,

смотровых площадок, мест отдыха, стихийный туризм — число, протяженность, площадь).

Примерная тематика исследовательских работ и проектов для школьников.

1. Динамика роста деревьев в парке (сравнительное изучение годичных приростов побегов у деревьев-патриархов и молодых саженцев в связи с климатическими особенностями вегетационного периода).
2. Описание популяций редких дикорастущих растений.
3. Семенная продуктивность интродуцированных пород.
4. Система санитарно-гигиенических мероприятий в парке и ее эффективность (исключение сорных и адвентивных агрессивных видов из травяного покрова парков).
5. Интродукция цветочно-декоративных растений для создания партерных клумб в регулярной части парка (подбор ассортимента, изучение приживаемости и взаимной уживаемости растений).
6. Разработка дизайн-проектов сквера, дендропарка или цветника.

Литература:

1. Агальцова В.А. Сохранение мемориальных лесопарков. — М.: Лесная промышленность, 1980 — 249 с.
2. Агальцова В.А. Старый дом глянет в сердце мое // Лес и человек. — М.: Лесная промышленность. 1991. С. 36-32.
3. Валягина-Малютина Е.Т. Деревья и кустарники средней полосы Европейской части России. — СПб., 1998.
4. Исследовательские работы школьников по экологии / Под ред. проф. Л.А. Коробейниковой — Вологда, 1997. — 128 с.
5. Нестеров Б.Г. Санитарно-гигиеническое состояние древесных насаждений — М.: Лесная промышленность, 1989. С. 26-29.
6. Определитель сосудистых растений. М.: АРГУС, 1995.
7. Плотникова Л.С. Деревья и кустарники. — М.: Лесная промышленность, 1993.
8. Полякова Г.А., Митрофанова М. В. Экологические исследования в Москве и Московской области: состояние, использование старых усадебных парков — М.: РАН, 1992. С. 170-172.
9. Полякова Г.А. Современное состояние газонов старинных парков и окрестностей Москвы и Санкт-Петербурга // Бюллетень главного ботанического сада РАН, 1993. С. 136-139.
10. Репина Н.Н. Экологический мониторинг парков и скверов // Экологический мониторинг в школе: Программы и рекомендации по проведению непрерывной экологической практики. Изд-е 2-е, исправленное и дополненное. / Под ред. Проф. Л.А.Коробейниковой. — Вологда, 2000.- с. 163-174.

Тема 4.

Определение основных показателей численности и жизненного состояния популяций подроста.

Цель работы: освоить навыки расчета количественных характеристик и жизненного состояния конкретных ценопопуляций подроста.

Задачи. Определить основные показатели численности и жизненное состояние ценопопуляций подроста различных пород.

Теоретические сведения. Численность и жизненное состояние подроста является индикатором экологических и фитоценологических условий экотопа. Численность подроста характеризует репродуктивный потенциал насаждения, а жизненное состояние – его качественную оценку.

В основу методик учета естественного возобновления и определения жизненного состояния популяций положены методические указания А.В. Побединского (1966) и В.Л. Алексева (1984).

Для учета численности подроста на пробных площадях закладываются учетные площадки размером 2x2 м, если подрост редкий, либо 1x1 м, если подрост густой и расположен равномерно. Оптимальное число учетных площадок 25. В некоторых случаях допустимо сокращение числа учетных площадок до 15-20, если при этом обеспечивается точность наблюдения не менее 10 %. Учетные площадки располагают на пробной площади равномерно, для этого их закладывают на 3 - 5 параллельных линиях через одинаковое расстояние, как между линиями, так и между учетными площадками на каждой линии. В натуре учетные площадки ограничиваются четырьмя вешками длиной 2 или 1 м, в зависимости от выбранного размера площадки. Вешки кладут на землю, образуя квадрат.

На каждой учетной площадке производится тщательный пересчет естественного возобновления, выделяя в отдельную категорию всходы текущего года и самосев в возрасте 2-3 лет.

По высоте подрост делится на группы: до 0,1 м; 0,1-0,5; 0,51-1,0; 1,1-1,5; 1,51-2,0; более 2 м. Высота подроста замеряется вешкой, размеченной на соответствующие градации.

Возраст подроста определяется по мутовкам (число мутовок плюс два года), либо взятием моделей.

Работа выполняется в следующей последовательности.

I. Определение основных показателей численности популяций

1.1. Определить общую численность особей на 1 га, в том числе по породам.

1.2. Определить встречаемость подроста, общую и по породам. Находится как отношение числа учетных площадок, занятых подростом к общему числу учетных площадок. Данный показатель тесно коррелирует с густотой. Он характеризует размещение подроста по площади.

$$V = N_{\text{вст}} / N_{\text{общ}}$$

Где: $N_{\text{вст}}$ - число учетных площадок, на которых встретился подрост;

$N_{\text{общ}}$ - общее число учетных площадок.

После вычисления встречаемости необходимо дать оценку размещения подроста по площади (равномерное, неравномерное, куртинное и др.).

1.3. Определить обилие. Характеризуется числом особей на 1 м². Находится общее и по породам. Определяется как отношение числа особей к числу занятых ими площадок:

$$\text{Об.} = \text{Число особей} / \text{Число занятых площадок}$$

При размере учетной площадки = 4 м², полученное частное разделить на 4.

1.4. Определить доминирование по породам. Определяется как процентное отношение числа особей данной породы к общему числу особей всех пород. Характеризует преобладание данной породы над остальными.

$$D = N_I / N_{\text{общ}} \cdot 100\%,$$

где: N_I - число особей данной породы; $N_{\text{общ}}$ - число особей всех пород.

По итогам расчета составить лесоводственную формулу состава подроста.

Расчетом данных показателей в основном заканчивается количественная характеристика

естественного возобновления.

Следующим этапом работы является определение качественной характеристики подроста. Качественная характеристика выражается в оценке его жизненного состояния. При этом следует помнить, что оценивается жизненное состояние не отдельных экземпляров подроста, а всей его совокупности - ценопопуляции.

II Определение жизненного состояния ценопопуляции подроста.

Выделение категорий жизненного состояния всей совокупности подроста (ценопопуляции) проводится в два этапа. Первоначально дается характеристика жизнеспособности каждого экземпляра подроста на пробной площади. Такая оценка производится по внешнему виду, который определяется совокупностью нескольких основных признаков, каждый из которых достаточен для отнесения данного экземпляра подроста к той или иной категории жизненного состояния.

1. **Здоровые экземпляры.** Деревца не имеют внешних признаков повреждения кроны или ствола. Кроны остроконусовидные, симметричные, густые, протяженностью 60-80 % длины стволика, средний прирост основного побега за последние годы больше, чем за предыдущие. Хвоя зеленого или темно-зеленого цвета.

2. **Ослабленные экземпляры.** Обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты кроны на 30 %; наличие 30 % мертвых и (или) усыхающих веток; повреждение и (или) пожелтение 30 % всей площади хвои, цвет остальной хвои более светлый, длина ее несколько меньше; протяженность кроны 51-60 % длины стволика; форма кроны асимметрична, тупоконусовидная либо зонтичная, прирост главного побега за последние годы снижается и примерно равен среднему приросту за предыдущие; повреждение или искривление главного побега.

3. **Усыхающие экземпляры.** Основные признаки отмирания: густота кроны не более 20-30 % по сравнению со здоровой; наличие более 70 % сухих или усыхающих веток и (или) хвои, цвет оставшейся хвои светло-зеленый, сами хвоя заменяю корочке; прирост главного стволика сильно замедлен и меньше среднего прироста за предыдущие годы; суховершинность.

4. **Сухие экземпляры.** Молодые деревца полностью погибли, хотя сухая хвоя некоторое время может еще сохраняться.

Заполнить бланки полевого учета естественного возобновления в виде следующей формы (табл.8).

Таблица 8.

Показатели численности ценопопуляций

№ уч. площади	Порода	Состояние				Итого
		здоровые	ослабленные	усыхающие	сухие	
1.	Сосна Кедр Береза Осина					
2.	Сосна Кедр Береза Осина					
25.						
Итого						

Состав древесных пород и размеры учетных площадок выбираются в зависимости от целей работы.

После этого в лабораторных условиях производится расчет жизненного состояния ценопопуляции в целом. Оно определяется соотношением здоровых, ослабленных, усыхающих и сухих особей. При этом жизненное состояние здоровых экземпляров подроста приравнивается к 100 %, ослабленных - к 70, усыхающих к 10 и сухих - к 0%. Для расчета **индекса жизненного состояния** ценопопуляции используется формула В.Л. Алексеева (1989):

$$L = 100 n_1 + 70 n_2 + 10 n_3 / N$$

где : L - индекс жизненного состояния ценопопуляции; n₁, 1 число здоровых особей; n₂-

число ослабленных особей; n_3 - число усыхающих особей; N - общее число особей, включая сухие на пробной площади или на 1 га.

При показателе L равно:

100-80 % — жизненное состояние оценивается как здоровое,

79-50- популяция считается ослабленной,

49-20 - сильно ослабленной,

20 % и ниже - ценопопуляция полностью разрушена.

Производится расчет жизненного состояния ценопопуляции подроста и производит расчеты для каждой древесной породы.

Тема 5.

Экологические последствия лесных пожаров

Целью работы является определить потери древесины в сосняках после пожаров.

Задача. Определить потери древесины в результате пожара при невозможности (возможности) ее реализации.

Необходимо собрать данные по высоте нагара на стволах, виду и интенсивности пожара (низовой устойчивый или низовой беглый, слабый, средний, сильный), его площади, необходимым таксационным признакам древостоев

Таблица 9

Высота нагара на стволах сосны по пробным площадям, м

№1	№2	№3	№4
0,5			
1,2			
...			
2,3			

В каждом древостое должно быть замерено 20-25 значений высоты нагара на стволах деревьев из различных ступеней толщины (табл. 10). Потери древесины берутся из таблиц 11 и 12.

Таблица 10. Показатели древостоев и пожаров

№ древостоя	Показатели		
	Средний диаметр, см	Запас, м ³ /га	Площадь пожара, га
1.			
2.			
4.			

Таблица 11. Потери древесины после пожара при невозможности ее реализации

Вид пожара и его интенсивность	Средний диаметр, см	Ожидаемый отпад, %
Низовой беглый		
слабая	12-16	10
	17-24	5
	25-32	-
	33 и более	-
средняя	12-16	15
	17-24	10
	25-32	5
	33 и более	-
сильная	12-16	20
	17-24	15
	25-32	10
	33 и более	5
Низовой устойчивый		
слабая	12-16	30
	17-24	25
	25-32	20
	33 и более	15
средняя	12-16	40
	17-24	35
	25-32	30
	33 и более	20
сильная	12-16	65
	17-24	50
	25-32	40
	33 и более	25

Таблица 12

Потери древесины после пожара при возможности ее реализации

Вид пожара и его интенсивность	Средний диаметр, см	Ожидаемый отпад, %
Низовой беглый: (слабая, средняя, сильная)	Потерь древесины нет	
Низовой устойчивый:		
слабая		Потерь древесины нет
средняя	12-16	5
	17-24	-
	25-32	-
	33 и более	-
сильная	12-16	10
	17-24	5
	25-32	-
	33 и более	-

Сила пожара определяется по таблице 13.

Таблица 13

Определение силы пожара по высоте пламени

Сила пожара	Высота пламени, м
Слабый	До 0,5
Средний	0,5 – 1,5
Сильный	Более 1,5

Высота пламени находится из уравнения:

$$Y = 0,263x + 0,294, \text{ г}$$

де: Y – высота пламени, м, x – высота нагара, м.

Работа выполняется в следующей последовательности

1. По уравнению находится высота пламени и устанавливается сила пожара.
2. По таблице 10 определяется площадь, поврежденная пожаром, а также запас древесины на 1 га.
3. Определяется общий запас древесины на гари
4. По таблице 11, либо 12 (в зависимости от задания) устанавливается процент потерь древесины от пожара.

Определяются общие потери древесины на всей площади, пройденной огнем. На основе выполненных расчетов делается заключение о величине потерь древесины и целесообразности проведения хозяйственных мероприятий по дальнейшему освоению гари.

Тема 6.

Морфологические изменения, используемые для биоиндикации.

Действие вредных веществ на растения зависит от вида загрязняющего вещества, концентрации этих веществ в атмосфере, длительности действия, относительной восприимчивости видов растений к газам, стадии физиологического развития. Повреждения, вызванные промышленными газами, подразделяют на острые и хронические. **Хроническое отравление** происходит при низких, непостоянных концентрациях, действующих длительное время. **Острое отравление** проявляется при быстром действии высоких концентраций.

Видимым симптомам повреждения предшествуют различные реакции на клеточном и тканевом уровне, которые называются **скрытыми повреждениями** или **микроскопическими**. Различают следующие микроскопические изменения:

изменение размеров клетки (например, увеличение клеток смоляных ходов у сосен, поврежденных сернистым газом, уменьшение клеток эпидермиса как реакция на газообразные загрязнения);

изменение субклеточных структур (например, блокирование плазмодесм, увеличение эндоплазматического ретикулума и его агрегация, разрыв оболочек хлоропластов, исчезновение тилакоидов или их разбухание);

плазмолиз - отставание цитоплазмы от клеточной стенки (еловая хвоя в областях, свободных от выхлопных газов, дает выпуклый плазмолиз (зимой), а хвоя в условиях загрязнения воздуха в течение всего года обнаруживает вогнутый плазмолиз);

изменение степени ксероморфности листьев (выражается в увеличении числа устьиц, толщины кутикулы, густоты опушения, толщины листа и степени суккулентности);

изменение структуры древесины (например, исчезновение годичных колец у мягкодревесных пород под влиянием поваренной соли, применяемой для таяния льда; слабое одревеснение корней злаков при обработке гербицидами).

Используемые материалы: Препараты листьев газонных трав, цветочных и древесных растений, произрастающих в различных зонах загрязнения атмосферы.

Необходимое оборудование: Световой микроскоп.

Последовательность выполнения работы:

1. Рассмотреть под микроскопом анатомическое строение (поперечный срез) листьев древесных и травянистых растений, отличающихся газоустойчивостью.

Устойчивые виды: клен ясенелистный, жимолость татарская, овсяница луговая.

Неустойчивые виды: рябина обыкновенная, спирея иволистная, мялик альпийский.

2. Отметить уменьшение числа и размеров устьиц у устойчивых, увеличение устьиц у неустойчивых видов. Обратит внимание на толщину кутикулы, всего эпидермиса, толщину губчатой паренхимы, величину высоты отношения палисадной паренхимы к высоте губчатой паренхимы (h_n/h_r). Объем полостей в губчатой паренхиме.

3. Зарисовать строение листьев устойчивых и неустойчивых к газам растений.

Видимые повреждения (макроскопические изменения):

- изменение окраски листьев: хлороз (бледная окраска между жилками, например под действием тяжелых металлов), пожелтение краев (у лиственных под влиянием хлоридов), покраснение (накопление антоциана в листьях смородины и гортензии под действием сернистого газа), побурение (у лиственных начальная стадия тяжелых некротических повреждений), листья производят впечатление как бы пропитанных водой, появление серебристой окраски;
- некрозы - отмирание ограниченных участков ткани,
- преждевременное увядание (при воздействии сернистого газа обратимо вянут листья малины);
- опадение листвы (дефолиация) после появления некрозов или хлорозов (например, уменьшение продолжительности жизни хвои, ее осыпание, преждевременное опадание листвы у лип и каштанов конских обыкновенно под влиянием соли, применяемой для таяния

льда);

- изменения размеров органов (например, уменьшение или увеличение побегов, листьев);
- изменение формы, количества и положения органов (например, искривление листовой пластинки, увеличение или уменьшение частей цветка, смена пола);
- изменение, направления, формы роста и ветвления (кустовидная и подушечная форма деревьев, изреживание кроны, изменение бонитета ствола);
- изменения прироста являются более чувствительным параметром, чем некрозы (измеряют радиальный прирост древесных стволов, прирост в длину побегов, листьев, длину корней);
- изменения плодovitости.

Характеристика общего состояния древесных растений в различных зонах загрязнения SO₂, H₂S, CS\ У ох

Арония черноплодная. В зоне слабого загрязнения воздуха характеризуется хорошим ростом, декоративными качествами и отсутствием некрозов листьев.

Береза повислая. В зоне слабого загрязнения хорошо переносит неблагоприятные условия произрастания. Имеет слабые повреждения листьев. Прирост побегов сокращается на 10%, длина и ширина листовых пластинок - на 23% по сравнению с контролем. В зоне сильного загрязнения воздуха характеризуется значительными ожогами листьев в пределах 40-50% их площади и значительным уменьшением роста. Годичный прирост побегов уменьшается на 25%. Поврежденные листья желтеют, поражаются тлей, преждевременно опадают. Раннелетние сильные газовые атаки часто являются губительными для растений.

Боярышник колючий. Отличается хорошим ростом и декоративными качествами. В зоне сильного задымления степень повреждения листьев не превышает 25%.

Вяз обыкновенный. Хорошо переносит слабое загрязнение воздуха, но в условиях постоянного интенсивного загрязнения повреждается и становится среднеустойчивым. Годичный прирост побегов сокращается на 20%, длина листьев - на 43%, а их ширина - на 31%. Характерна преждевременная дефолиация.

Груша обыкновенная. В зоне слабого загрязнения не имеет видимых повреждений. В зоне сильного задымления наблюдаются умеренные ожоги листьев (10-25% их площади). Прирост побегов и ширина листовых пластинок не изменяются.

Дерен белый. Хорошо переносит слабое загрязнение воздушной среды, не теряя декоративности и скорости роста, в условиях интенсивного загрязнения повреждения составляют до 60% поверхности листьев. Является хорошим аккумулятором атмосферной серы.

Ель колючая. В зоне сильного загрязнения воздуха наблюдается усыхание молодых елей. В зоне слабого задымления они удовлетворительно растут, имея лишь слабые ожоги ассимиляционных органов. Длина хвои уменьшается на 20%, а прирост побегов - на 30% по сравнению с контролем.

Жимолость татарская. Хорошо переносит сильное загрязнение воздуха газообразными соединениями серы. Прекрасно растет, не снижая декоративных качеств.

Ива белая форма плакучая. В течение всего вегетационного периода в зоне слабого загрязнения не имеет газовых ожогов листьев. В зоне интенсивного загрязнения появляются слабые ожоги до 10% площади листьев. Годичный прирост почти не меняется. Несколько уменьшается длина листьев при постоянстве их ширины. В суровые зимы обмерзают верхушки побегов, но это не представляет опасности для растений из-за хорошей регенерационной способности.

Карагана древовидная. Характеризуется высокой газочувствительностью. Прирост побегов уменьшается на 38% по сравнению с контролем, длина и ширина листьев - на 36 и 21% соответственно. В зоне слабого задымления повреждения листьев не превышают 10%, в зоне интенсивного задымления степень некрозов листьев возрастает к концу вегетации до 70%. В августе наблюдается полное оголение побегов.

Кизильник блестящий. В зоне слабого загрязнения воздуха видимые повреждения листьев

не превышают 5% их площади: Размеры листьев не изменяются, прирост побегов уменьшается на 20%.

Роза морщинистая. Успешно переносит интенсивное загрязнение воздуха. Хорошо растет и не теряет своих декоративных качеств.

Сирень обыкновенная. Проявляет высокую чувствительность в зоне интенсивного загрязнения атмосферного воздуха. Характеризуется умеренными в июле и значительными повреждениями листьев в августе. Длина годичных побегов уменьшается на 62% по сравнению с контролем, длина листовых пластинок - на 59%, а их ширина - на 51%. Растения теряют декоративность из-за появления большого количества буро-коричневых пятен и скручивания листьев. У сирени обыкновенной наблюдаются преждевременный листопад и оголение побегов.

Сосна обыкновенная. В зоне слабого задымления характеризуется заметным угнетением роста. Длина годичных побегов уменьшается на 40%, длина хвоинок - на 30% по сравнению с контролем. Хвоя повреждается на 45%, в хвое накапливается до 0.31 % серы.

Тополь канадский. В непосредственной близости от источника выбросов имеет слабые и умеренные повреждения листьев в пределах 5-20% их площади. Длина годичных побегов и листовых пластинок уменьшается на 15%, а ширина листьев - на 19% по сравнению с контролем. Наблюдается преждевременное опадение листьев.

Тополь дрожащий. В зоне сильного загрязнения воздуха отмечено уменьшение длины годичных побегов, длины и ширины листьев (соответственно на 20, 27 и 21%). Имеет сильные ожоги листьев, поражается тлей. На листьях появляются бурые некротические пятна, часто отмирает верхушечная часть листовых пластинок.

Яблоня домашняя. В зоне слабого задымления имеет слабые ожоги листьев, но они поражаются паутинным клещом. В зоне сильного загрязнения наблюдаются слабые и умеренные повреждения листьев (Ю-3-% их площади). Рост несколько угнетен. Преждевременно сбрасывает листья.

Материалы. Гербарные образцы растений, произрастающих в зоне загрязнения воздуха SO₂, NO_x, H₂S, NH₃, ПАУ и др.

Ход работы.

1. Обратит внимание на характер морфологических изменений.
2. Сравнить растения, произрастающие вне и в зоне влияния промышленных выбросов.
3. Зарисовать различные некрозы листьев и определить стрессовый фактор.

Важнейшие загрязняющие вещества и симптомы их воздействия

Название	Источник загрязнения	Симптомы воздействия
Двуокись серы	Электростанции, котельные (бурый, каменный уголь, мазут), химические предприятия, металлургические заводы, заводы сульфидной целлюлозы, коксовые заводы.	Межжилковый, верхушечный некроз листьев и хвои, хлороз или обесцвечивание листьев с изменением их окраски до красно-бурого цвета, у хвойных – покраснение хвоинок от кончика к основанию.
Фтористый водород	Предприятия фтористых химикатов, заводы фосфорных удобрений, алюминиевые заводы	У хвойных – хлоротическое увядание и появление пятен от зеленовато-желтых до коричневых, у лиственных – некроз кончиков и краев листьев, сначала поверхность как бы смочена водой, потом становится серо-зеленой, затем коричневатой.
Хлор, хлористый водород	Электролиз с выделением хлора, калийная промышленность, сжигание отходов полихлорвинила, бугого угля с повышенным содержанием солей	Быстрое сбрасывание листьев. По краям листа появляются пятна от темно-зеленого до черного цвета, которые затем обесцвечиваются до белого или становятся бурыми. Сходны с признаками повреждения двуокисью серы.
Окислы азота	Выхлопные газы, химическая промышленность	Сходны с признаками повреждения двуокисью серы.
Озон	В особых метеоусловиях образуется в нижних слоях атмосферы	Пятнистость металлическая или коричневая, со временем обесцвечивается до рыжевато-коричневого и белого. Хлороз и опадение листьев. Сходны с симптомами повреждения патогенами.
Аммиак	Комбинаты промышленного откорма животных, навозная жижа, производство.	При высоких дозах – почернение листьев, при малых – посеребрение.
ПАН	Вторичный продукт в результате сложной реакции между углеводородами с участием света.	На внутренней стороне листьев возникновение водянистых пятен с дальнейшим посеребрением или побронзовением. Некрозы в виде пятен с нижней поверхности листьев. Сходны с озоном, с повреждением клещами и насекомыми.
Этилен	Автомобильные выбросы	Старение листьев, хлороз, дефолиация, опад цветков и плодов.

Тема 7.

Оценка экологического состояния дендрофлоры (методика Е.Г.Куликовой).

При оценке состояния деревьев учитываются состояние ствола и кроны деревьев, наличие болезней и вредителей, величина ежегодного прироста.

Вариации фактора состояния оцениваются в баллах. Скорректированное руководство для определения состояния деревьев представлено в таблице (см. табл. 15), Суммированное по всем факторам состояния количество баллов соответствует определенному классу состояния (см, табл. 16).

Таблица 15.

Шкала визуальной оценки состояния растений по внешним признакам

Фактор	Вариация фактора состояния	Баллы
Состояние ствола	Здоровый и крепкий	5
	Имеются повреждения коры	3
	Наличие гнилей и дупел	1
Величина прироста	5 –3см	5
	2 см	3
	Менее 1 см	1
Структура кроны	Нормальная, здоровая	5
	Один крупный или несколько мелких сучьев усохли	3
	Два и более крупных сучьев усохли	1
Вредители и болезни	Отсутствуют	5
	Имеется один вид	3
	Имеется 2 и более видов	1
Степень развития кроны	Полная, равномерно развитая (сбалансированная)	5
	Полная, но нарушенная	3
	Нарушенная и недоразвитая	1

Таблица 16.

Определение класса состояния деревьев

Суммарное количество баллов	Класс состояния
25-22	отличное
21-18	хорошее
17-14	удовлетворительное
13-10	плохое
9-5	очень плохое

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

СХЕМА ОПИСАНИЯ ЛЕСНОГО СООБЩЕСТВА

Дата заполнения

Привязка (населенные пункты, расстояние в км, дороги, гидрографическая сеть)

Тип растительности леса

Видовой состав

Ярусность

Формула состава древостоя

Деревья первого яруса (высота в м)

Сомкнутость крон

Кустарниковый ярус:

Название вида	Высота (м)	Густота (в баллах)

Травяной ярус:

степень задерненности почвы (для луга)

общее проективное покрытие (в баллах)

Название вида	Высота (см)	Фенофаза	Обилие (в баллах)

Всходы деревьев и кустарников, их количество на 1 м²

Мохово-лишайниковый покров:

общий характер

распределение

плотность

проективное покрытие (в баллах)

мощность (см)

состав мхов

Подстилка:

степень покрытия почвы (в %)

толщина (см)

компоненты

РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ

Название растения	Обилие	Количество особей на 1 м ²

Возможность вторичного пользования лесом

Название растения	Обилие	Площадь
Лекарственные		
Ягодные растения		
Съедобные грибы		

Санитарное состояние леса (оценка в баллах)

1	2	3

ОТНОШЕНИЕ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ К ВЛАЖНОСТИ И ПЛОДОРОДИЮ ПОЧВЫ

(по Н. Я. Таскаевой, Н. А. Егоровой, Д. Д. Вышивкину)

Экологические группы

Название растений

по отношению к влаге

по отношению к богатству почвы

Название растений	Экологические группы						
	по отношению к влаге				по отношению к плодородию почвы		
	ксерофиты	ксеромезофиты	мезофиты	мезогигофиты	олиготрофы	мезотрофы	эвтрофы
Бодяк разнолистный				+		+	
Бор развесистый			+				+
Борец высокий				+			+
Брусника			+		+		
Будра плющевидная			+				+
Вейник наземный		+				+	
Вейник тростниковый			+		+		
Вероника дубравная			+			+	
Вероника длиннолистная		+				+	
Ветреница байкальская			+			+	
Вороний глаз			+				+
четырёхлистный							
Герань лесная			+			+	
Голокучник Линнея			+				+
Гравилат алеппский		+				+	
Грушанка круглолистная			+			+	
Грушанка малая		+				+	
Дудник лесной				+			+
Душица обыкновенная		+				+	
Живучка ползучая			+			+	
Звездчатка средняя				+			+
Звездчатка вильчатая	+				+		
Земляника лесная				+			+
Золотарник даурский			+			+	
Иван-чай узколистный			+			+	
Кислица обыкновенная			+			+	
Колокольчик круглолистный				+	+		
Кошачья лапка		+			+		
двудомная							
Кочедыжник женский				+		+	

Крапива двудомная				+			+
Купена душистая			+			+	
Купырь лесной			+			+	
Лабазник вязолистный				+			+
Любка двулистная			+			+	
Лютик северный			+				+
Майник двулистный			+			+	
Марьянник дубравный			+			+	
Медуница неясная			+				+
Мятлик боровой			+				+
Норичник обыкновенный	+						+
Овсяница гигантская			+				+
Одноцветка крупноцветная			+			+	
Ожика волосистая			+			+	
Орляк обыкновенный			+			+	
Осока волосистая			+				+
Осока дернистая				+			+
Очиток пурпуровый	+	+			+	+	
Пахучка обыкновенная		+				+	
Перловник поникший			+			+	
Плаун булавовидный			+			+	
Плаун сплюснутый		+			+		
Рамишия однобокая			+			+	
Седмичник европейский			+			+	
Скерда болотная				+			+
Смолевка поникшая		+				+	
Сныть горная		+					+
Фиалка собачья				+		+	
Фиалка одноцветковая			+				+
Хвощ зимующий			+			+	
Хвощ лесной				+		+	
Хвощ луговой			+			+	
Хохлатка Галлера			+				+
Черника				+	+		
Чина лесная			+				+
Чистец лесной			+				+
Чистяк весенний				+			+
Щитовник мужской			+			+	
Яснотка белая			+				+

Ястребинка волосистая			+			+		
Ястребинка зонтичная			+			+		
МХИ И ЛИШАЙНИКИ								
Гилокомиум блестящий			+				+	
Дикранум волнистый		+				+		
Дикранум метловидный		+				+		
Каллиэргон сердцелистный				+				+
Кладония альпийская	+					+		
Кладония красноголовая	+ -					+		
Кладония лесная	+ -					+		
Кладония оленья (олений мох)	+					+		
Климациум древовидный				+			+	
Кукушкин лен обыкновенный				+		+		
Мниум волнистый				+				+
Мниум остроконечный				+				+
Мниум смежный				+				+
Мниум точечный				+				+
Плеурозиум Шребера				+			+	
Птилиум (гребенчатый мох)				+			+	
Ритидиладельфус трехгранный			+				+	
Родобриум розетчатый				+				+
Цетрария исландская (исландский мох)			+				+	