

**В.С. Конюшко, А.А. Лешко, С.В. Чубаро**

# **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КРАЕВЕДЕНИЕ**

*Учебно-методическое пособие*

2010

УДК 574  
ББК 20.1  
К64

Авторы: **В.С. Конюшко**; заведующий кафедрой зоологии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук, доцент **А.А. Лешко**; доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **С.В. Чубаро**

Рецензенты:  
кафедра экологии УО «ГГУ им. Ф. Скорины»;  
заведующий кафедрой ботаники УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук,  
доцент *Л.М. Мерзвинский*

К64

В учебно-методическом пособии изложен теоретический материал, на основе которого может быть организовано изучение природы родного края. Предложены краткие и доступные для выполнения методические указания по выполнению практических работ, связанных с определением степени загрязнения воздуха, воды и почвы с помощью биологических индикаторов, проведению фенологических наблюдений, составлению экологических характеристик населенных пунктов и местных природных сообществ.

Учебное издание адресуется студентам для выполнения внеаудиторных работ, учащимся общеобразовательных учреждений для самостоятельного изучения, учителям биологии и географии для организации систематических занятий по изучению природы своей местности.

УДК 574  
ББК 20.1

© **Конюшко В.С.**, Лешко А.А., Чубаро С.В., 2010  
© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b> .....	11
§ 1. Биоиндикация как метод оценки состояния окружающей среды .....	11
§ 2. Вода. Биоиндикация качества воды .....	18
§ 3–4. Тест-объекты для оценки загрязнения воды (практическая работа) .....	22
§ 5. Воздух. Биоиндикация качества воздуха .....	29
§ 6–7. Тест-объекты для оценки загрязнения воздуха (практическая работа) .....	36
§ 8. Почва. Биоиндикация качества почвы .....	38
§ 9–10. Тест-объекты для оценки качества почвы (практическая работа)..	49
<b>II. СЛЕДЫ ЗВЕРЕЙ И ПТИЦ КАК УКАЗАТЕЛИ ИХ ПОВЕДЕНИЯ</b> .....	53
§ 11. Следы передвижения .....	54
§ 12. Упражнения для начинающих следопытов (практическая работа) ..	58
§ 13–14. Определение следов передвижения млекопитающих (практическая работа) .....	60
§ 15. Определение следов передвижения птиц (практическая работа)..	64
§ 16. Следы кормовой деятельности .....	66
§ 17. Определение следов кормовой деятельности животных (практическая работа) .....	72
§ 18. Практическое использование следов .....	75
§ 19. Учет животных по следам .....	82
<b>III. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ</b> .....	85
§ 20. Значение фенологических наблюдений .....	85
§ 21–22. Годичный круг природы .....	87
§ 23–24. Методы фенологических наблюдений .....	101
§ 25. Организация фенологических наблюдений .....	110
§ 26–27. Определение дат феноявлений и фенофаз (практическая работа) .....	114
§ 28. Определение феноявлений у животных (практическая работа) ..	118
§ 29–30. Обработка и использование результатов фенологических наблюдений .....	121
§ 31. Установление связей между наблюдаемыми явлениями .....	129
§ 32. Фенологические предсказания .....	135
<b>IV. ГОРОД КАК СРЕДА ЖИЗНИ</b> .....	138
§ 33. Особенности экологических условий в городе .....	138
§ 34–35. Растения в городе .....	144

§ 36–37. Животные в городе .....	157
§ 38–39. Комплексное обследование экологического состояния города (практическая работа) .....	165
§ 40. Экологический дизайн пришкольной территории и школьного интерьера .....	172
§ 41–42. Изучение экологического состояния пришкольной территории (практическая работа) .....	176
§ 43–44. Изучение экологического состояния школьного интерьера (практическая работа) .....	180
§ 45. Экология жилища .....	185
§ 46. Растения и животные в жилище .....	194
<b>V. ПРИРОДНЫЕ ОРИЕНТИРЫ</b> .....	202
§ 47. Компасные растения .....	202
§ 48. Живые часы .....	205
§ 49–50. Предсказание погоды .....	208
§ 51. Живые барометры .....	218
<b>VI. РЕКРЕАЦИОННЫЕ ТЕРРИТОРИИ</b> .....	221
§ 52. Рекреация и ее значение .....	221
§ 53. Лес .....	228
§ 54–55. Изучение экологического состояния леса (практическая работа) .....	233
§ 56–57. Влияние туризма на видовой состав растительных сообществ (практическая работа) .....	236
§ 58. Парк .....	240
§ 59–60. Изучение экологического состояния парка (практическая работа) .....	242
§ 61. Водоем .....	244
§ 62–63. Изучение экологических особенностей водоема и водоохранной полосы (практическая работа) .....	250
<b>ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	257
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	259
Приложение 1. Следы зверей .....	259
Приложение 2. Следы птиц .....	264
Приложение 3. Следы кормовой деятельности животных .....	266
Приложение 4. Погадки птиц. Экскременты животных .....	269
Приложение 5. Программа фенологических наблюдений .....	274
Приложение 6. Фенологический календарь натуралиста .....	277
Приложение 7. Ассортимент растений для оптимизации промышленной среды, загрязненной окислами азота и серы .....	279
Приложение 8. Народные приметы о погоде .....	280

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Едва ли можно в наши дни найти более важную глобальную проблему, чем сохранение окружающей среды. Ее решение возможно только на основе познания важнейших экологических закономерностей, которые должен знать каждый человек. Этой цели и служит издание, которое вы держите в руках.

В числе причин медленного прогресса в формировании экологической культуры молодежи не последнее место занимает то обстоятельство, что в экологическом образовании и воспитании все еще преобладают теоретические формы обучения. Однако владение даже полной экологической информацией еще не является гарантией подготовки экологически грамотной личности. Поэтому в издании уделено особое внимание формированию умений экологически обоснованного поведения в природе и социальной среде. Никогда знания и умения не станут достоянием личности, если они не закреплены эмоциональным и практическим опытом. Непосредственное общение с природой, организация посильной практической работы по изучению окружающей среды рассматривается авторами как одно из главных условий экологического образования и воспитания.

Несколько лет назад главной трудностью для людей, занимающихся изучением экологических вопросов, был недостаток информации. Теперь, наоборот, им трудно ориентироваться во множестве публикаций на экологическую тему. Ощущается острая необходимость в изданиях, которые давали бы информацию в систематизированном виде. Готовя данное учебно-методическое пособие, авторы сделали попытку в какой-то мере решить эту проблему. Изучение экологических проблем на основе интеграции знаний по биологии, географии и другим предметам будет способствовать установлению реальных связей изучаемого материала с жизнью, побуждать к поиску способов их разрешения.

Полученные при изучении данного курса теоретические знания и практические навыки могут применяться в конкретной практической работе по охране воздуха, воды, почвы, в борьбе с различного рода загрязнениями окружающей среды, пропаганде идей охраны природы.

## ВВЕДЕНИЕ

Многие столетия человек стремился покорять природу, подчинять ее своей воле. Еще совсем недавно люди безоговорочно гордились своими победами над природой. Ресурсы Земли казались неисчерпаемыми, а тысячи связей, которыми человек скреплен с породившей его природой, несущественными.

Сегодня значительная часть населения нашей страны живет в зонах экологического бедствия или в экологически неблагоприятных условиях. В результате быстро растет заболеваемость, связанная с загрязнением воздушного бассейна, водоемов, ростом шумов, усиливающимся «электронным смогом». Свой «вклад» в этот процесс вносит и широкое применение пестицидов в сельском хозяйстве, безответственное и бездумное отношение к работе с радиоактивными веществами.

Бурное развитие промышленности, энергетики, транспорта и поселений городского типа явились причиной повсеместного возникновения экологических бедствий и катастроф, угрожающих здоровью и жизни людей и вызывающих тревогу за выживание настоящих и будущих поколений человечества.

Выйдем за порог школы, на окраину города или поселка, в зеленую зону, парк или поле. Оглянемся вокруг. Чадят трубы заводских и фабричных предприятий, котельных. Потоки автомашин отравляют воздух. Там и здесь вырастают мусорные свалки. Уничтожается животный и растительный мир внутренних водоемов в результате сбросов в них промышленных и бытовых отходов, действия экологически вредных технологий. В результате начинают развиваться необратимые процессы разрушения среды обитания всего живого. Всё, что мы называем экологическими катастрофами, есть следствие нарушения человеком основных законов и условий функционирования живой природы. А поскольку человек остается частью природы, ситуация оказалась угрожающей для него самого. Нам нужно беречь богатство планеты – воздух, воду, землю. Мы должны это сделать, если хотим быть здоровыми, если хотим выжить.

Экологическая озабоченность в нашей стране стремительно нарастает. Для решения экологических проблем использование только достижений научно-технического прогресса явно недостаточно. Огромный интерес общественности к этим проблемам, требования гласности в оценке качества окружающей среды убеждают, что охрана природы в настоящее время является делом не только специалистов разных областей знаний, но и каждого человека.

Обстоятельством, усугубляющим последствия экологических катастроф, служит экологическая безграмотность населения. Экологическая грамотность сегодня необходима всем: инженеру и строителю, мелиоратору и шоферу, металлургу и шахтеру, капитану судна и космонавту, трактористу и животноводу. В связи с этим в настоящее время особую актуальность приобретают научные знания по экологии, которые служат основой для формирования экологической культуры, сохранения здоровья людей и охраны окружающей среды в условиях углубляющегося экологического кризиса.

**Экологическая культура личности.** Целью экологического воспитания является формирование экологической культуры личности, в основе которой лежит ответственное отношение к окружающей среде, вытекающее из моральных принципов и правовых норм цивилизованного общества.

Человек, овладевший экологической культурой, осознает общие закономерности развития природы и общества, понимает, что история общества есть следствие развития природы, что природа составляет первооснову становления и существования человека.

Научные знания помогают предвидеть последствия влияний человека на природную среду, разоблачают ограниченность потребительского отношения к природе только как к источнику материальной выгоды.

Человек, овладевший экологической культурой, подчиняет все виды своей деятельности требованиям рационального природопользования, заботится об улучшении окружающей среды, не допускает ее разрушения и загрязнения.

Экологическая культура определяется реальным вкладом в преодоление негативных влияний на природу, пресечением действий, приносящих ущерб природе, разъяснением и пропагандой законов о ее охране.

Экологическая культура личности, таким образом, предполагает наличие у человека определенных знаний и убеждений, готовности к деятельности, а также его практических действий, согласующихся с требованием бережно относиться к природе. Она становится важным показателем общественной активности и сознательности личности.

Для экологичной личности свойственна психологическая включенность в мир природы, базирующаяся на представлении о взаимосвязанности мира людей и мира природы, в основе которого лежат следующие положения.

1. Человек не стоит изолированно над природой, а включен в качестве одного из элементов в сложную систему экологических взаимосвязей, любое его действие может иметь непредсказуемые по-

следствия, нарушающие баланс в экосистеме. Поэтому экологичная личность стремится быть экологически осторожной.

2. Отходы человеческой деятельности, «выброшенные в природу», не исчезают там бесследно, а так или иначе возвращаются назад к человеку и оказывают разрушительное воздействие на его организм: все законы функционирования экосистемы являются для человека столь же обязательными, как и для других живых существ. Поэтому экологичная личность стремится быть экологически умеренной.

3. Мир природы является не только источником материальных ресурсов, но и фактором личностного, духовного развития человека. Поэтому экологичная личность стремится к психологическому единству с миром природы.

4. Не только человеческое общество оказывает одностороннее воздействие на природу, но и природа влияет на характер развития общества. Поэтому экологичная личность стремится воздействовать на других людей, различные общественные, экономические и политические структуры, чтобы их деятельность была экологически целесообразной, не приводила к таким изменениям в природе, которые затем будут оказывать негативное влияние на развитие общества, иными словами она стремится быть экологически активной.

**Экологическое краеведение.** Экологические исследования ведутся на разных уровнях, в том числе и местном, краеведческом. Именно на этом уровне принимаются конкретные решения и предпринимаются конкретные шаги для оздоровления экологической обстановки. Краеведение, таким образом, становится важной составной частью экологического образования и воспитания.

Экологическое краеведение – это познание особенностей местной природы, выявление взаимосвязей с нею населения в прошлом и настоящем, определение местных экологических проблем, поиск и практическая реализация доступных для учеников путей их решения.

Данное направление краеведения имеет две взаимосвязанные стороны – познание и преобразование родного края. И оно, конечно, не может осуществляться в рамках одного предмета, это междисциплинарное направление. Изучение экологических проблем на основе интеграции знаний по биологии, географии и другим предметам способствует установлению реальных связей изучаемого материала с жизнью.

Объектами экологического краеведения могут быть:

- 1) природа (геологическое строение, климат, гидрологические условия, почвенный покров, отдельные виды растений и животных, естественные и созданные человеком экологические системы, природные достопримечательности и памятники природы);

- 2) население (численность, особенности культуры во взаимоотношениях с природой, состояние здоровья в связи с особенностями окружающей среды);
- 3) народное хозяйство (отраслевая структура, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, их влияние на окружающую среду);
- 4) история (традиции и обычаи местного населения по отношению к природе, развитие природопользования на территории края в прошлом и современные тенденции);
- 5) искусство (произведения профессионального и народного искусства, связанные с отражением взаимосвязи человека и природы, экологическая характеристика памятных мест).

Эколого-краеведческие сведения повышают общую культуру человека. Люди, хорошо знающие свой край, по-иному относятся к знаниям, становятся более наблюдательными, учатся быть исследователями.

Необходимость разработки вопросов экологического краеведения и практическая его реализация обусловлена тем, что большая часть молодых людей не знает основных источников ухудшения экологической обстановки в своем регионе; не может перечислить основные экологические проблемы региона; не умеет оценивать в общем состоянии окружающей среды, отмечая лишь отдельные факты негативного антропогенного воздействия на местные экосистемы; не может охарактеризовать свое участие в сохранении и улучшении окружающей среды.

Живая природа так многообразна, что неопытный наблюдатель часто не знает, за что взяться, а вдруг упустишь самое интересное. И он старается забраться в лесную чащу, вязнет в непролазном болоте, думает, что чем недоступнее место, тем больше замечательного там увидишь.

Интересное есть везде, нужно лишь научиться его видеть. Едва появившись на свет, человек уже обладает способностью смотреть. Но смотреть и видеть не одно и то же. «Смотрящий» уйдет огорченным даже из такой лесной глуши, где как будто и нога человека еще не ступала. «Видящий» будет счастлив и на крохотном пустыре, где растет всего несколько кустов да немного сорняков.

Известный русский естествоиспытатель XIX века Карл Рулье писал: «Вместо путешествий в отдаленные страны, на что так жадно кидаются многие, приляг к лужице, изучи подробно существа – растения и животных – ее населяющих, в постепенном развитии и взаимно, непрестанно перекрещивающихся отношениях организации и образа жизни, и ты для науки сделаешь несравненно более, нежели многие путешественники...».

Каждый вид животных или растений – уникальное создание природы, который нужно бережно охранять, помня о том, что это частица бесценного достояния, подаренного нам долгой историей формирования живого населения нашей местности.

Человек – тоже произведение природы и связан с нею тысячами нитей. Именно поэтому любое нарушение в природе, произведенное человеком вольно или невольно, часто по недосмотру или недомыслию, легко приводит или к значительным затратам на ее восстановление, или к невосполнимым потерям. Бережное отношение к природе сегодня – веление времени. А для этого нужна, как теперь принято говорить, экологическая грамотность, то есть достаточные знания об окружающей природе и тех последствиях, к которым может привести наше вмешательство в ее процессы.

И еще. Есть истины, составляющие устои нашей жизни, которые должны войти в сознание «с молоком матери». Среди них на первое место надо поставить любовь к Родине, к родной природе. Воспитать эти драгоценные чувства в человеке лозунгами и призывами невозможно. Здесь нужен совсем иной подход: жить так, чтобы постоянно общаться с природой, думать о ее тайнах и разгадывать их, раскрывать для себя красоту обычной былинки и капельки росы на лепестках полевого цветка, наслаждаться запахом скошенного луга и прелых листьев, мерцанием звезд и шорохами леса, наблюдать, как растет гриб или паук плетет паутину, с одинаковой радостью слушать трели соловья и бесхитрое чириканье воробья.

Для каждого человека встреча с природой – и отдых, и праздник. Однако сегодня возросла естественная любознательность человека. Растет и число людей, которые хотят не только любоваться красотами лугов, полей, озер, но и получить ответы на многочисленные «почему?», «зачем?», «для чего?», – словом, хотят больше узнать жизнь окружающей их природы. Для них, в первую очередь, это издание.

# I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## § 1. БИОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современные методы оценки уровня загрязненности атмосферного воздуха, поверхностных, грунтовых вод и почвы основаны на двух принципах: определение содержания отдельных загрязнителей с помощью чувствительных приборов и оценка суммарной токсичности (ядовитости) примесей с помощью организмов-индикаторов (указателей).

С помощью приборов-детекторов в реальной практике определяют содержание в воздухе 3–5 отдельных примесей. Однако в воздухе, воде и почве городов и промышленных районов одновременно содержатся тысячи различных примесей, и учитывать каждую из них в отдельности практически невозможно. Важно иметь обобщенный показатель, оценивающий, с одной стороны, общее содержание вредных примесей в приземном слое воздуха, поверхностных водах и почве, а с другой – токсичность их для организмов. Универсального метода, который бы оценивал уровень загрязненности разных сред обитания живых организмов, пока не существует, но его можно создать при объединении возможностей, предоставляемых аналитическими приборами и биологическими индикаторами.

Организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания называют *биоиндикаторами*. *Биоиндикация* – метод оценки состояния окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов. В качестве биоиндикаторов могут быть использованы животные, растения, грибы, мхи, микроорганизмы.

В настоящее время в связи с экологическим кризисом, охватившим многие страны, биоиндикаторы нашли широкое применение при наблюдении и контроле (мониторинге) качества природной среды. Метод биоиндикации стал крупным разделом прикладной экологии.

При биоиндикации следует учитывать четыре основных требования:

1. Относительная быстрота проведения.
2. Получение достаточно точных и воспроизводимых результатов.
3. Присутствие объектов, применяемых в целях биоиндикации, по возможности в большом количестве и с однородными свойствами.

4. Диапазон погрешностей по сравнению с другими методами тестирования не должен превышать 20%.

Обычно результаты биоиндикации хорошо поддаются математической обработке.

Метод биоиндикации достаточно эффективен, не требует больших затрат средств и времени. При повторных исследованиях с помощью этого метода хорошо видна динамика загрязнений в данном месте.

Рекомендуемые методики не требуют дорогостоящих реактивов и сложного оборудования. Но в каждом конкретном случае преследуется главная цель: выполняемая работа представляет собой пусть не большое, но самостоятельное и законченное исследование.

Есть у биоиндикации огромное преимущество перед другими методами экологических исследований. После того как биоиндикаторы определены, дальнейшее отслеживание развития событий можно передать в руки хотя и подготовленных людей, но не специалистов. Признаки бывают настолько очевидны, что массовый, достоверный, научный материал могут поставлять просто добросовестные люди, прошедшие несложный инструктаж.

Использование метода биоиндикации загрязнений природной среды дает хорошие возможности для овладения простейшими методами научного эксперимента.

**Экологические основы биоиндикации.** Все живое и неживое, что окружает растения, животных и другие организмы и с чем они непосредственно взаимодействуют, носит название *среды обитания*. Компоненты ее многообразны, и значение их для существования различных организмов неодинаково. Элементы среды, воздействующие на организм, называют *экологическими факторами*. Среди них различают: *абиотические* – факторы неживой природы; *биотические* – всевозможные формы влияния живых организмов друг на друга; *антропогенные* или *антропические* – все формы прямого воздействия человека на живые организмы или косвенное влияние на них посредством изменения среды обитания.

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия на организмы и в ответных реакциях живых существ есть ряд общих закономерностей.

К числу таких закономерностей относится реакция организмов на дозировку и силу воздействия фактора (рис. 1.1). Каждый организм обладает в отношении любого действующего на него фактора определенным *физиологическим диапазоном устойчивости*, в пределах которого этот фактор является для него переносимым. За пределами некоторого минимального и максимального значения фактора жизнь невозможна. Физиологический диапазон устойчивости обычно неодинаков для разных стадий развития организма и для всех особей данной популяции.

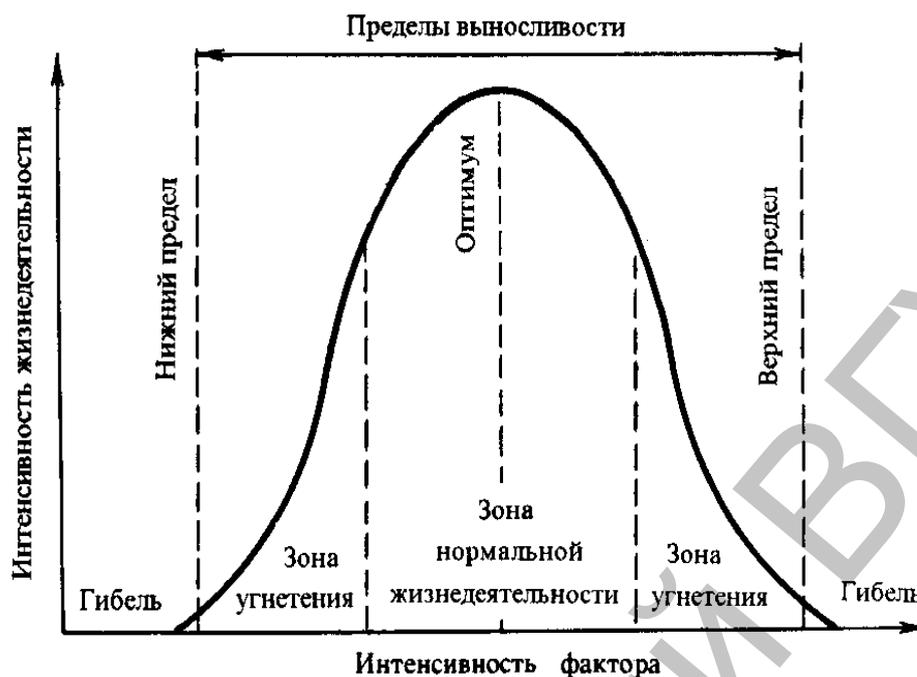


Рис. 1.1. Зависимость результатов действия экологического фактора от его интенсивности.

В результате каждая биологическая система (организм, популяция, биоценоз) характеризует воздействие на нее факторов среды – природных, измененных человеком или антропогенных.

Биологическая индикация может осуществляться как в природных, так и в искусственных сообществах по наличию (или отсутствию) и физиологическому состоянию организмов, характерных для определенного местообитания.

Физиологическая устойчивость организмов определяет их индикаторную ценность. Если биоиндикатор реагирует значительным отклонением жизненных проявлений от нормы, то он является чувствительным индикатором. Аккумулятивные биоиндикаторы, напротив, накапливают антропогенные воздействия большей частью без быстро проявляющихся нарушений. Наличие чувствительных биоиндикаторов приводит к ранней индикации, когда реакция заметна уже при минимальных дозах и спустя короткое время.

**Уровни биоиндикации.** В соответствии с уровнем организации биологических систем можно установить различные уровни биоиндикации: 1) клеточный (биохимические и физиологические реакции); 2) организменный (анатомические, морфологические, поведенческие и биоритмические отклонения); 3) популяционно-видовой (флористические и фаунистические изменения); 4) биоценотический (изменения в природных сообществах).

**1-й уровень.** На уровнях организмов и экосистем воздействие изменяющихся факторов среды можно наблюдать только благодаря появлению внешних признаков повреждений (например, изменение окраски или отмирание листьев). Но эти признаки появляются только после перехода через границу адаптационной способности, когда системы становятся нестабильными. Если же необходимо своевременно предотвратить необратимое изменение состояния, то используют более чувствительные *биохимические и физиологические реакции* организмов. На этих уровнях действие повреждающего фактора чаще всего скрыто от наблюдателя, но его можно измерить с помощью специальных методов. Физиологические и биохимические методы, как правило, сложны и связаны с определенными измерительными устройствами. Биоиндикация на первом уровне необходима в областях со степенью загрязнения от низкой до средней, где наблюдать видимые повреждения тест-организмов еще невозможно.

**2-й уровень.** Наиболее часто применяемые на практике методы биоиндикации учитывают *морфологические изменения высших растений*. Основой для этого являются в первую очередь незначительные затраты труда при наблюдении и оценке наблюдаемых явлений. Измерения чаще всего могут проводиться без специальных лабораторий и обученного персонала.

Сегодня во всех промышленно развитых странах известно о видимых поражениях растительности дымом или уличных деревьев солью. С помощью методов биоиндикации, основанных на морфологии растений, получена большая часть картосхем антропогенного влияния.

Морфологические изменения высших растений проявляются, прежде всего, в *изменении окраски листьев*. Это может быть *хлороз* – бледная окраска листьев между жилками (например, у растений на отвалах, остающихся после добычи тяжелых металлов, или сосновой хвои при слабом воздействии различных вредных газов); *пожелтение* краев или определенных участков листьев (например, у лиственных деревьев под влиянием хлоридов); *покраснение* (например, накопление пигмента антоциана в виде пятен на листьях смородины и гортензии под действием  $SO_2$ ); *побурение* или *побронзовение* (у лиственных деревьев часто является начальной стадией отмирания).

Следующей стадией морфологических изменений листьев являются *некрозы* – отмирание ограниченных участков ткани (рис. 1.2).

Различают *точечные* и *пятнистые некрозы*; *межжилковые некрозы* (отмирание листовой пластинки между боковыми жилками первого порядка, часто при воздействии  $SO_2$ ); *краевые некрозы* (на листьях лип, поврежденных поваренной солью, применяемой для таяния льда); сочетание межжилковых и краевых некрозов приводит к появлению узора типа «*рыбьего скелета*»; *верхушечные некрозы* (ха-

рактрные темно-бурые ограниченные некрозы кончиков хвои у сосны после воздействия  $SO_2$  или белые обесцвеченные некрозы листьев гладиолусов под влиянием HF).

Некротические пятна часто имеют темные края, особенно у двудольных. Позднее в месте некроза могут появиться разрывы, сходные с погрызами или повреждениями градом.

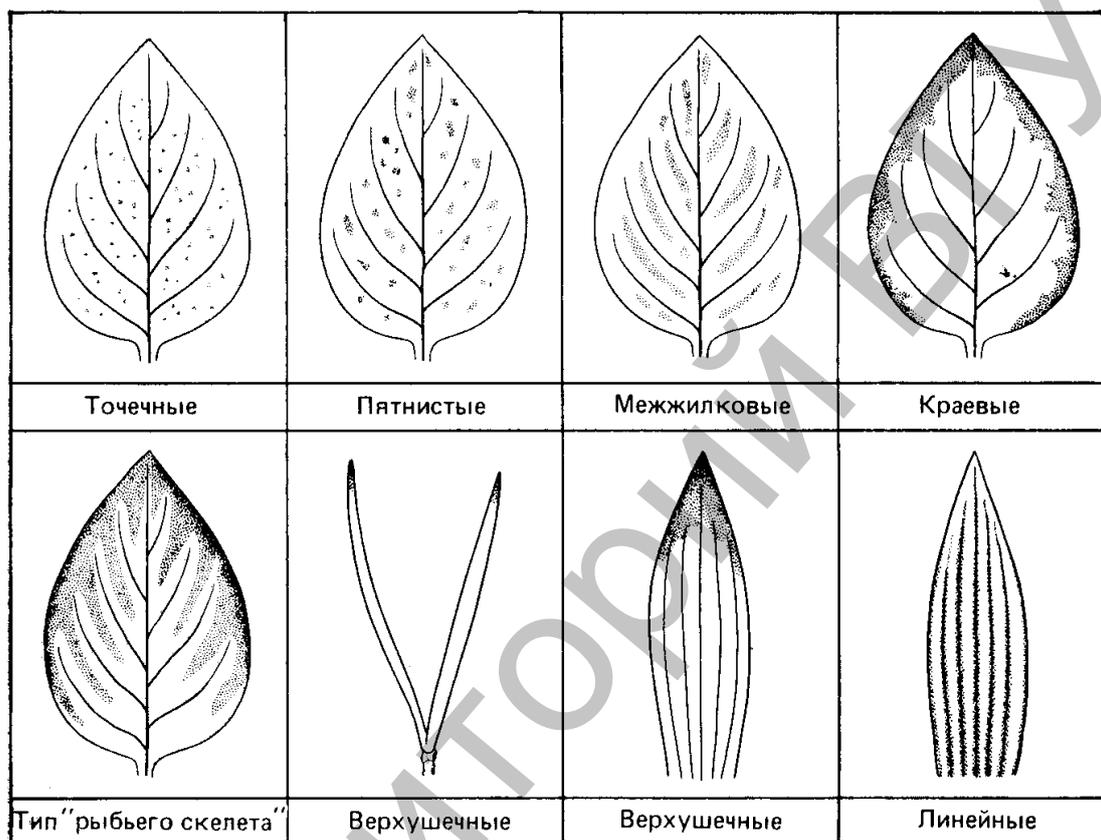


Рис. 1.2. Формы некрозов на листьях растений.

Опадение листвы (дефолиация) в большинстве случаев наблюдается после появления некрозов или хлорозов. Примерами служат уменьшение продолжительности жизни хвои у ели и сосны, преждевременное опадение листвы у лип и конских каштанов под влиянием соли, применяемой для таяния льда, или у крыжовника и смородины под действием  $SO_2$ .

Анатомо-морфологические реакции на действие повреждающих факторов наблюдаются и у животных. Они проявляются в виде изменения размеров, окраски и рельефа поверхности тела, а также отдельных его частей.

Поведение можно определить как комплекс активных действий организмов в ответ на внешние и внутренние воздействия. Эти действия становятся более очевидными, если внешние условия подвергаются изменениям. Поведенческие реакции носят адаптивный характер,

т.е. способствуют выживанию данной особи или вида в целом. Они заставляют животное удаляться от источника опасности или каким-то образом уменьшить реальную или потенциальную угрозу своему благополучию. Следовательно, индикаторное значение могут иметь не только структурные изменения организма, но и его поведенческие реакции.

Существуют резко выраженные изменения в структуре и поведении организмов, которые связаны с циклическими изменениями в окружающей среде. Такие периодически повторяющиеся изменения называют *биоритмами*. Они лежат в основе отсчета времени, ориентирования, переработки информации и других важных функций организмов. С экологической точки зрения особый интерес представляют ритмы, примерно соответствующие периодичности геофизических процессов (суточные, лунные, годовые). В качестве запускающих механизмов биоритмов могут действовать многие периодически изменяющиеся экологические факторы (абиотические – освещенность, температура, влажность и биотические – сигналы, исходящие от животных того же вида, доступность пищи и др.). Антропогенное изменение этих факторов нарушает отрегулированный баланс между средой и организмом, вследствие чего все биоритмические параметры заметно отклоняются от нормы. Высокая индикаторная способность биоритмов часто используется как средство диагностики заболеваний. Эти реакции происходят относительно быстро и могут быть зарегистрированы еще до того, как вредные воздействия или симптомы болезни станут очевидными.

**3-й уровень.** Популяции, а также их структурно-функциональные особенности могут быть использованы как биоиндикаторы, так как они находятся в непосредственной зависимости от изменяющихся факторов среды, реагируют на них, а, значит, указывают на присутствие и интенсивность того или иного нарушения.

Трудности связаны с тем, что в природных условиях на популяции воздействует целый комплекс антропогенных и природных факторов. Поэтому изменения популяций или их признаков чаще всего нужно рассматривать как ответ на комплексное воздействие. При этом исходят из того, что каждый вид предъявляет определенные требования к среде обитания, тем самым являясь индикатором специфической комбинации факторов.

Резкое возрастание или сокращение численности популяции всегда сигнализирует об изменении в данном месте комбинации экологических факторов. Так, колоссальное увеличение численности озерных чаек в Европе обусловлено эвтрофикацией (от гр. эутрофия – хорошее питание) культурного ландшафта.

Под действием антропогенных факторов, особенно в открытых сельскохозяйственных ландшафтах и около промышленных центров,

в настоящее время сильно изменяются ареалы (области географического распространения) видов. Это может выражаться как в расширении, так и в сокращении ареала. В крайних случаях это может привести к исчезновению отдельных популяций (видов).

Наиболее чувствительно реагирует продуктивность популяции. Она может многократно возрасти в результате ослабления конкурирующих видов.

Довольно быстро изменяются также рождаемость и смертность, а в результате плотность популяции (число особей на единицу площади). В нарушенных природных сообществах доля популяций с большей численностью особей обычно выше, чем в ненарушенных. Следовательно, популяции с малой численностью находятся под особенно большой угрозой.

В результате антропогенного нарушения популяции нередко омолаживаются, так как смертность возрастает, а стадии развития укорачиваются. Это наблюдается у различных видов напочвенной растительности при прореживании лесов, после превращения нескосываемых лугов в сенокосные, а также на городских газонах.

**4-й уровень.** Сообщество организмов (биоценоз) представляет собой совокупность многих популяций разных видов, живущих вместе. Пищевые связи объединяют популяции различных видов сообщества в сложные структуры.

Одной из важнейших характеристик сообщества является *видовой состав* входящих в него организмов (растений грибов, животных, микроорганизмов) и количественное соотношение видовых популяций. При изучении сообществ наиболее многочисленным видам уделяется основное внимание, так как от состояния их популяций во многом зависят основные экологические процессы (например, продуктивность, круговорот веществ). Однако редкие виды оказываются лучшими индикаторами состояния среды. Их исчезновение позволяет сделать вывод о наличии загрязнений или иных неблагоприятных воздействий на сообщество.

*Видовое разнообразие* также связано с устойчивостью сообщества: чем большее разнообразие, тем шире возможности адаптации сообщества к изменившимся условиям. В результате загрязнения исчезают многие виды, а немногие выжившие сталкиваются с меньшей конкуренцией и имеют благоприятные условия для размножения. Более сильное токсическое воздействие приводит к уменьшению числа видов.

Наряду с видовым составом и разнообразием большое значение для изучения сообщества имеет его *морфологическая структура* – состав и соотношение слагающих сообщество жизненных форм. Преобладающие жизненные формы определяют вертикальную ярусность и мозаичность сообщества (например, вертикальные ярусы леса, кочки

или куртины трав, пятна мхов и голого грунта). Ярусность, как и мозаичность, обусловлены многими факторами (включая влияние человека), поэтому они могут служить хорошими признаками экологических нарушений в сообществе. Растения разных ярусов живут в разных условиях. Это уменьшает конкуренцию и способствует увеличению видового разнообразия. Чем благоприятнее условия местообитания, тем сложнее ярусность. Животное население биоценоза, «привязанное» к растениям, также распределено по ярусам.

За небольшим исключением перечисленные формы биоиндикации носят качественный характер. Во многих случаях этого достаточно.

**? Вспомните.** 1. На каких принципах основаны современные методы оценки загрязнения окружающей среды? 2. Что такое биоиндикаторы? 3. Что называют биоиндикацией? 4. Какие основные требования следует учитывать при биоиндикации? 5. В чем преимущество биоиндикации перед другими методами экологических исследований? 6. Какие экологические факторы среды вам известны? 7. В чем проявляются морфологические изменения высших растений при неблагоприятных воздействиях внешней среды?

## § 2. ВОДА. БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

**Вода и ее роль в жизни организмов.** Вода – одно из самых распространенных веществ на нашей планете. Вода присутствует во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и в почве, и во всех живых существах. Известно, что без воды нет жизни. Живых организмов, не содержащих воду, на нашей планете не найдено. Поскольку жизнь зародилась в водной среде, то эта среда оказалась замкнутой в клетках. Благодаря явлениям осмоса и тургора (напряжения) вода обеспечивает упругое состояние клеток и тканей организмов.

Вода – основа всех жизненных процессов. Питание, дыхание, выделение, т.е. весь обмен веществ, протекают только с участием воды. Вода – главный компонент в транспортных системах растений и животных. Благодаря высокой теплоемкости воды и большим затратам энергии при ее испарении она является важным фактором терморегуляции организмов. Вода является единственным источником кислорода, который образуется в процессе фотосинтеза.

Вода важна для живых организмов вдвойне потому, что она не только необходимый компонент клеток, но для многих еще и среда обитания. Жизнь в воде значительно богаче и разнообразней, чем на суше. Именно в воде животные и растения прошли долгий путь своего исторического развития. Бурное развитие жизни в водоеме продолжается и теперь.

**Вода как среда обитания и приспособления к ней.** Все наземные организмы приспособлены к тому, чтобы добывать и сберегать воду. Условия водного режима сказываются на внешнем облике организмов, на их внутреннем строении, поведении и на всех процессах жизнедеятельности. В соответствии с этим различают морфологические, физиологические и экологические (поведенческие, биоритмические) приспособления.

К морфологическим приспособлениям от высыхания следует отнести, например, особенности структуры покровов организма; наличие различных волосков и щетинок; воскового и лакового покрытия; расположение устьиц и их размеры, количество на единицу поверхности, особенности закрывания.

К физиологическим приспособлениям можно отнести запасание большого количества воды в тканях растений, животных и разнообразные способы ее удержания.

Чрезвычайно многообразны приспособления поведенческого характера. У животных это: выбор мест, защищенных от высыхания; миграции в более влажные слои почвы или зарывание в подстилку; отлет с наступлением сухости к лесонасаждениям и т.п. Например, дождевых червей легко обнаружить в поверхностных слоях почвы лишь рано утром и вечером, в полдень же они оказываются на глубине не менее 20 см.

Организмы, не способные сокращать испарение, обладают обычно ночной активностью, пребывая днем в норах или зарываясь в песок.

Как приспособление к выживанию в период засухи выступает летняя спячка и диапауза у животных и состояние вынужденного покоя у растений. Эти явления обычны в жизни обитателей сухих степей и пустынь.

Количество воды, требуемое организмами, часто является ограничивающим фактором в жизнедеятельности вида и обуславливает его расселение и численность.

**Загрязнение вод.** Под загрязнением природных вод понимают изменение их состава или свойств, в результате чего они становятся непригодными для удовлетворения нужд населения, сельского хозяйства и промышленности.

В естественном состоянии вода никогда не свободна от примесей. В ней растворены различные газы и соли, находятся взвешенные частички. В 1 л пресной воды может содержаться до 1 г солей. Природное загрязнение обусловлено поступлением естественных растворимых и нерастворимых загрязняющих веществ (растительных остатков, продуктов размыва берегов, мусора и др.) в водные объекты во время паводков, дождей, оттепелей.

В результате интенсивной хозяйственной деятельности происходит антропогенное загрязнение вод разнообразными жидкими и твердыми веществами. Выделяют биологическое (микроорганизмами и способными к брожению органическими веществами), химическое (веществами токсическими или изменяющими состав водной среды) и физическое (тепловое, радиоактивное и др.) загрязнение вод.

Основная масса загрязнителей попадает в водоемы в составе сточных вод – промышленных, коммунально-бытовых предприятий, животноводческих комплексов и т.п. В водоемы Беларуси ежегодно сбрасывается несколько кубических километров стоков. Наибольший объем загрязнений дают нефтехимическая и пищевая промышленность, электроэнергетика (рис. 1.3).

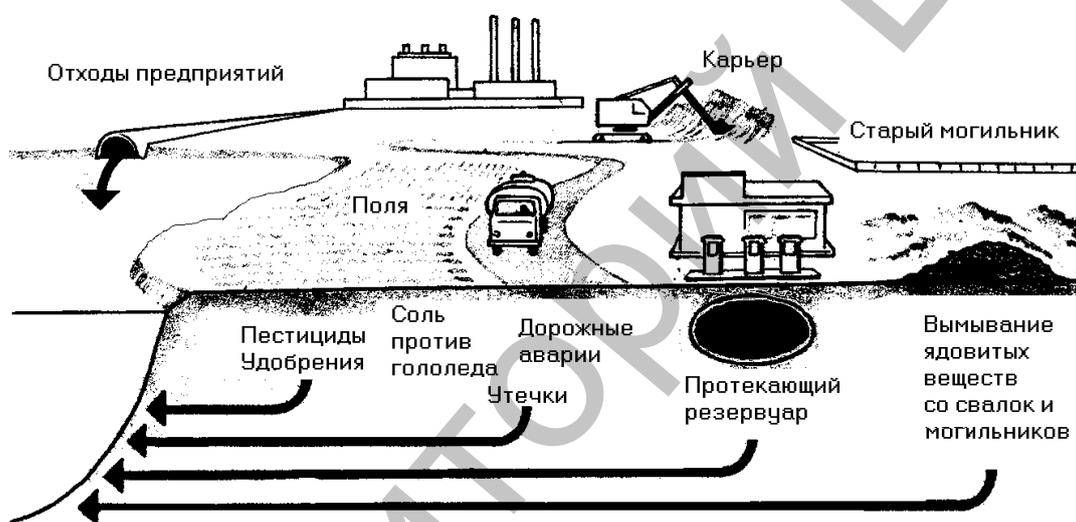


Рис. 1.3. Загрязнение водоемов.

Одним из основных загрязнителей воды является нефть и нефтепродукты. Попадание нефти в воду связано с ее добычей, транспортировкой, переработкой и использованием в качестве топлива и промышленного сырья.

По своему отрицательному воздействию на водную среду и живые организмы особое место занимают синтетические моющие вещества, которые широко используются в промышленности, на транспорте, в коммунально-бытовом хозяйстве. Повышенную концентрацию этих веществ можно установить по слою пены, хорошо заметному на перекатах, порогах, шлюзах.

Особенно опасны при попадании в воду отходы промышленности, содержащие соли тяжелых металлов (ртути, свинца, молибдена, мышьяка, кадмия и др.) и радиоактивные изотопы (стронция, цезия, кобальта и др.), попадающие в воды с отходами атомной промышленности и энергетики. Они вызывают чрезвычайно опасные заболевания и способны накапливаться и в среде, и в организме.

Серьезные нарушения функций организма могут отмечаться при попадании в воду химикатов с полей – не только токсичных (пестицидов), но и из состава обычных удобрений (особенно нитратов). Повышение концентрации питательных веществ в почве приводит к нарушению биологического равновесия в водоеме. Вначале в таком водоеме резко увеличивается количество микроскопических водорослей. С увеличением кормовой базы возрастает количество ракообразных, рыб и других водных организмов. На окисление органических остатков огромного количества отмерших организмов расходуются почти все запасы кислорода, содержащегося в воде. Обстановка в водоеме меняется настолько, что он становится непригодным для существования любых форм организмов. Водоем постепенно «умирает».

Часть загрязнителей поступает в воды в составе «кислотных дождей» (атмосферная влага с повышенным содержанием  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и в процессе оседания загрязняющих атмосферу аэрозолей и пыли.

Недопустимо загрязнение питьевой воды возбудителями инфекционных заболеваний (брюшной тиф, холера, дизентерия, гельминтозы и др.), которые могут поступать в водоем с нечистотами, стоками с ферм, неочищенными канализационными водами. Это особенно важно, если иметь в виду, что возбудители болезней могут сохранять в воде жизнеспособность длительное время.

Другим видом загрязнений вод является тепловое загрязнение. Электростанции, промышленные предприятия часто сбрасывают подогретую воду в водоем. С повышением температуры в воде уменьшается количество растворенного кислорода и нарушается биологическое равновесие. В загрязненной воде с повышением температуры начинают бурно размножаться болезнетворные микроорганизмы. Попадая в питьевую воду, они могут вызвать вспышки различных заболеваний.

Реальную опасность для человека может представлять механическое загрязнение водоема стеклом, металлическими предметами, утопленными стволами деревьев.

В сумме все виды загрязнения вод приносят существенный ущерб хозяйству и здоровью человека. Они являются причиной ежегодных заболеваний примерно 500 млн. жителей Земли и смерти примерно 5 млн. детей в год. Загрязнением вод нередко снимается возможность их бальнеологического (лечебного) использования.

**Биоиндикация качества воды.** Проблемой оценки качества поверхностных вод рек, озер, водохранилищ занимаются ученые всех стран мира. Существует много способов определения качества воды. Определяют радиоактивное загрязнение, загрязнение химическими веществами, загрязнение биогенными веществами (азотом, фосфором). Гидрохимические методы оценки качества воды позволяют оп-

ределить содержание в воде тех или иных химических веществ. Разработаны предельно допустимые нормы содержания в водоемах целого ряда химических веществ. Однако, учитывая великое множество химических соединений, поступающих в водоем с промышленными сточными водами, нередко возникают большие трудности с определением всего спектра загрязнений. В таком случае особую ценность приобретает гидробиологический анализ, который дает возможность судить о последствиях загрязнения для живого населения воды, о степени и характере нарушенности водных экосистем. Дело в том, что множество жизненных форм водных организмов распределено в водоемах не случайно, а в соответствии с определенными для каждого из них условиями существования. На основе многолетних исследований ученых выделены определенные виды растений и животных, способные жить в воде различной степени загрязнения. Такие виды называют индикаторными. Таким образом, взяв пробу воды и определив состав водных организмов в этой пробе, можно судить о степени ее загрязнения.

**? Вспомните.** 1. Какое значение имеет вода в жизни организмов? 2. Какие приспособления имеются у живых организмов для сбережения воды? 3. Какие отрасли промышленности являются основными загрязнителями воды? 4. Какие вещества наиболее часто загрязняют воду? 5. В чем опасность загрязнения питьевой воды?

### **§ 3–4. ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ (практическая работа)**

**Рекогносцировочное обследование водоема.** Для наблюдений может быть выбран любой водный объект, то есть река, ручей, пруд, озеро, водохранилище, который представляет интерес и доступен для работ на нем.

Начальный этап работ на водном объекте – рекогносцировочное обследование, позволяющее получить предварительную картину экологического состояния водоема.

Следующий этап – оценка экологического состояния водоема. Для этого необходимо изучить видовой состав каждого из гидробиологических показателей. Это очень сложная задача, которая под силу только высококвалифицированному специалисту. Однако в настоящее время разработаны упрощенные методы гидробиологического анализа, позволяющие неспециалистам, в том числе юным исследователям, проводить биологическую индикацию – определение экологического состояния водного объекта по живым организмам – индикаторам.

Такой упрощенный метод биоиндикации предлагается в данной методике. Он основан на организмах макрозообентоса т.е. крупных бентосных организмах, легкодоступных для визуального наблюдения и не очень сложных в определении. Кроме того, при работе по данному методу определение идет по крупным таксономическим единицам, что также значительно облегчает задачу исследователей.

Для того, чтобы принять участие в работе, вам не потребуются ни сложные приборы, ни специальные знания. Результаты ваших исследований приобретут особую ценность при сравнении их с материалами из других районов, поэтому обследование нужно проводить даже если ситуация в вашем районе кажется очевидной.

Дальнейшая работа может выполняться по одному из приведенных ниже вариантов. Для контроля можно использовать оба варианта.

### Вариант 1. МАКРОЗООБЕНТОС КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМА

Бентос – сообщество организмов, обитающих в грунте и придонном слое воды. Организмы бентоса различаются по размерам, таксономической принадлежности, способам существования и т.д. Бентосные организмы не способны длительное время плавать в воде. В систематическом отношении бентос можно разделить на растительный, или фитобентос, и животный, или зообентос. В отличие от организмов планктона, парящих в толще воды, бентосные организмы не нуждаются в облегчении веса тела, поэтому многие, особенно обитатели прибрежья, отличаются крепостью строения. В состав бентоса входят как микроскопические виды, так и видимые невооруженным глазом.

В данной методике будут рассматриваться организмы, видимые невооруженным глазом (макрозообентос). Наиболее простым и удобным приспособлением для отбора проб зообентоса является водный сачок (рис. 1.4).

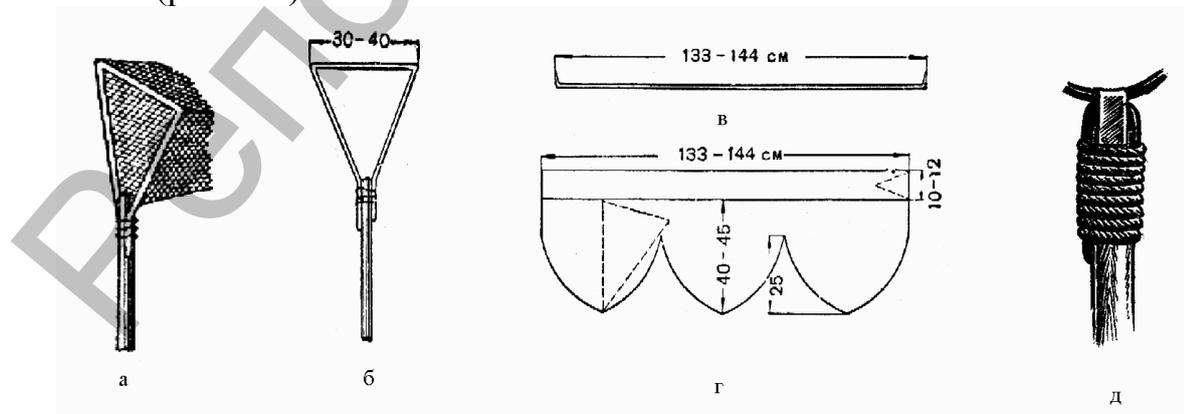


Рис. 1.4. Изготовление водного сачка: а – готовый сачок, б – проволочный каркас на палке, в – приготовление проволоки, г – выкройка мешковины, д – крепление каркаса к палке.

Пробы бентоса берут с берега. Для этого сачком проводят по дну водоема, слегка прижимая и подергивая его к себе. Если отбор проб производят на реке, то сачок направляют против течения. Отобранные пробы сразу же подвергают разборке в сачке или пластмассовой ванночке (тарелке). Собранные организмы следует определить по приведенному рис. 1.5 и сделать соответствующие записи в полевом дневнике. Обработанный материал нужно вернуть в водоем.

**Группа 1.** Эти организмы погибают в грязной воде. Преобладание их — признак очень чистой воды.



**Группа 2.** Эти организмы могут существовать в воде различной степени загрязненности.



**Группа 3.** Эти организмы выживают даже в очень грязной воде. Преобладание их — признак загрязненной воды.

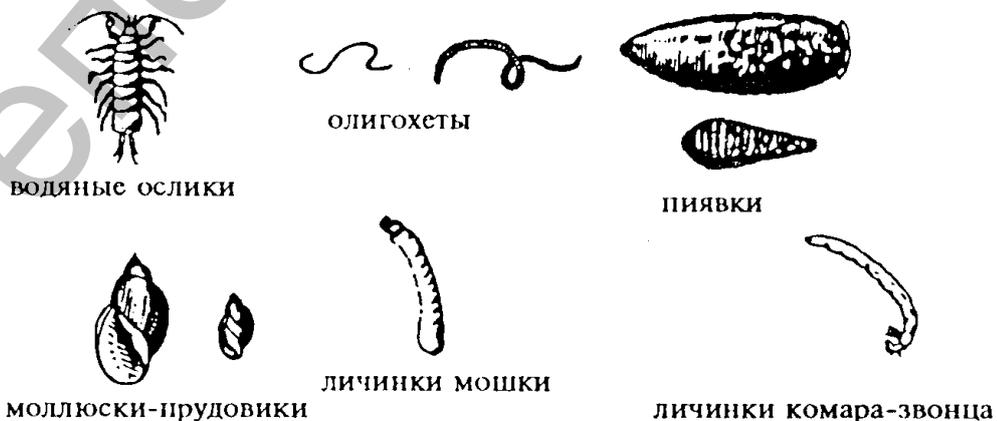


Рис. 1.5. Таксономические группы беспозвоночных, помогающие определить степень загрязнения воды.

### **Обработка результатов и их обсуждение**

1. Проанализируйте данные полевого дневника по рекогносцировочному обследованию водоемов.

Внешний вид водоема может много сказать внимательному исследователю. Вода, ее вид, цвет, запах очень важны для характеристики водоема. Темно-коричневая вода часто свидетельствует о близости торфяников. Сильный «рыбный» запах может быть вызван развитием в воде большого количества некоторых видов водорослей. Наличие пленки на поверхности воды может указывать на нефтяное загрязнение.

Грунт особенно важен для организмов бентоса, а также для высшей водной растительности. Сильно заиленный грунт свидетельствует о большом количестве органического вещества, которое водоем не в состоянии переработать.

Обрастания также выглядят по-разному, в зависимости от состояния водоема. Чистый зеленый цвет (как у высших растений) или бурый, как у осенних листьев, означает, что в обрастаниях преобладают водоросли – зеленые или диатомовые соответственно. Если же зеленый цвет имеет оттенок синего – преобладают цианобактерии. Белый, серо-белый, хлопьевидный или в виде грязноватых косм обрастаний свидетельствует об их бактериальном составе и очень неблагоприятном состоянии водного объекта.

2. Подсчитайте число обнаруженных таксонов. По количеству индикаторных таксонов в пробах можно определить, относится ли вода обследованного участка к загрязненной, малозагрязненной или чистой.

3. По рис. 1.5 определите группу, к которой принадлежат обнаруженные таксоны.

В первую группу входят таксоны, предпочитающие чистую воду, и наиболее чувствительные к загрязнению. К третьей группе относятся наиболее устойчивые к загрязнению воды таксоны.

4. Определите значимость таксонов. Таксонам групп 1, 2, 3 присваивается значимость 3.2.1 соответственно.

5. По числу индикаторных таксонов в группе определите индекс для каждой из групп.

Индекс 1 = число индикаторных таксонов в группе 1, умноженное на 3.

Индекс 2 = число индикаторных таксонов в группе 2, умноженное на 2.

Индекс 3 = число индикаторных таксонов в группе 3, умноженное на 1.

6. Вычислите суммарный индекс, который определяется как сумма всех трех индексов (табл. 1.1).

7. Полученные данные занесите в таблицу 1.2. Такая таблица заполняется для каждого обследованного участка. Ниже приведен пример заполнения таблицы.

8. Используя табл. 1.3, определите уровни качества воды в каждой из обследованных точек.

Таблица 1.1

Тип или класс животных	1 группа. Значимость – 3	2 группа. Значимость – 2	3 группа. Значимость – 1
Кольчатые черви			Пиявки, трубочники и другие олигохеты
Моллюски	Двустворчатые моллюски	Катушки, лужанки	Прудовики
Ракообразные		Речные раки, бокоплавы	Водяные ослики
Насекомые	Личинки: поденок, веснянок, ручейников, вислокрылок	Личинки: стрекоз, комара-долгоножки	Личинки: мошки, комара-звонца (мотыль)

Таблица 1.2

**Рабочая таблица определения качества воды пруда №1 в квадрате В-3**

Группа	Обнаруженные таксоны	Число таксонов	Значимость таксонов	Индекс
1	Личинки ручейников	1	3	1x3=3
2	Личинки стрекоз, катушки, бокоплавы	3	2	3x2=6
3	Пиявки, прудовики, олигохеты	3	1	3x1=3

Суммарный индекс (сумма индексов 1, 2, 3) = 12

Таблица 1.3

**Таблица четырехуровневой оценки качества воды**

Уровни качества воды	Суммарный индекс
1. Очень чистая	более 22
2. Чистая	от 17 до 22
3. Малозагрязненная	от 11 до 16
4. Загрязненная	менее 11

9. Данные рабочих таблиц сведите в итоговую таблицу 1.4.

Таблица 1.4

**Итоговая таблица оценки качества воды**

Тип, название и место расположения водоема	Суммарный индекс	Уровень качества воды

10. Составьте отчет о проделанной работе, в который включите:  
а) описание водоема в соответствии с данными рекогносцировочного обследования;

б) карту обследованной территории, на которой укажите пункты наблюдения; неблагополучные участки (промышленные предприятия-загрязнители, склады удобрений, химикатов, свалки мусора, места отдыха людей);

в) таблицы 1.2, 1.4;

г) выводы о состоянии водоемов на обследованной территории и влиянии антропогенного воздействия на них;

д) ваши предложения по мерам сохранения или улучшения состояния водоемов (очистка берегов, дна, оборудование мест отдыха и др.).

## **Вариант 2. РЯСКА КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ**

Для сбора материала вам потребуются ведро объемом около 5 литров, шумовка или столовая ложка, новые полиэтиленовые пакеты, количество которых определяется числом проб.

Для анализа материала нужно приготовить плоскую неглубокую посуду (чашки Петри или белое блюдо), лупу с увеличением в 2–4 раза, лучше штативную, препаровальные иглы (можно использовать швейные иглы, насаженные на карандаш или деревянную ручку), тонкий пинцет.

В районе предполагаемого обследования найдите бухточку или просто место со спокойным замедленным течением. Все рясковые плавают на поверхности или слегка погружены в воду. Отдельные растения представляют собой зеленую округлую пластинку-щиток – размером 1–10 мм с дочерними щитками – «детками», прикрепленными по бокам материнского щитка. Вырастая, «детки» отделяются и превращаются во взрослое самостоятельное растение, благодаря чему ряски быстро заполняют поверхность водоема. Быстрый рост и размножение как раз и приводит к тому, что в них накапливаются разнообразные загрязняющие вещества.

Ведром соберите ряски с поверхности примерно 0,5 м<sup>2</sup>, а все плавающие растения из ведра – шумовкой и вместе с небольшим количеством воды поместите в полиэтиленовый мешок, на котором записан номер точки сбора.

Пробу, содержащую примерно 150–200 растений, разделяют по видам, пользуясь определителем и рис. 1.6.

### **Определитель рясок**

1. Корней на материнском щитке или на крупных дочерних – несколько (больше одного); если корни не развиты: материнский щиток крупный – 5–10 мм – **многокоренник обыкновенный**

2. Корень один . . . . . 3

3. Щиток вытянутый, на верхушке заостренный – **ряска тройчатая**

4. Щиток округлый . . . . . 5  
 5. С нижней стороны щитка отчетливо выраженное вздутие –  
**ряска горбатая**  
 6. Вздутия на нижней стороне нет – **ряска малая.**

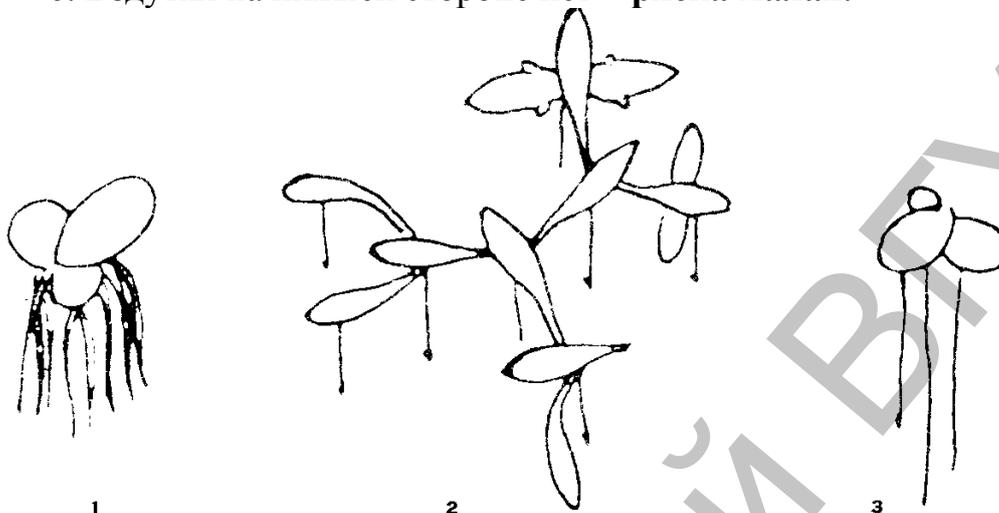


Рис. 1.6. Виды рясок: 1 – многокоренник; 2 – ряска тройчатая; 3 – ряска малая.

После разборки по видам нужно сосчитать и записать в полевой дневник: число растений каждого вида, общее число щитков (материнских и деток) и среди них – число щитков с повреждениями. К повреждениям относятся черные и бурые пятна (некроз) и пожелтение (хлороз). Количество и размеры пятен не учитываются.

**Обработка результатов и их обсуждение**

1. Проанализируйте данные полевого дневника по рекогносцировочному обследованию водоемов.
2. Для экспресс-оценки полученных результатов используйте самый массовый вид (обычно это ряска малая). Данные по самому распространенному виду занесите в таблицу 1.5.

Таблица 1.5

**Итоговая таблица**

Место наблюдения	Число особей массового вида	Общее число щитков	Число щитков с повреждениями	Отношение числа щитков к числу особей	% щитков с повреждениями	Качество воды
Пруд № 2 в квадрате А-5	200	400	80	2	20	3 – умеренно загрязненная

Графу «Качество воды» заполните, используя табл. 1.6, в которой цифрами обозначены: 1 – очень чистая, 2 – чистая, 3 – умеренно

загрязненная, 4 – загрязненная, 5 – грязная, «–» обозначает комбинации, встречаемость которых исключается. Первая колонка в таблице (\*) соответствует тем случаям, когда в целой пробе не удалось набрать 30 экземпляров даже наиболее массового вида.

Таблица 1.6

**Таблица экспресс-оценки качества воды**

% щитков с повреждениями	<i>Отношение числа щитков к числу особей</i>				
	0 – 1*	1,3	1,7	2	>2
0	1–2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	3
20	3	4	3	3	3
30	4	4	4	3	3
40	4	4	4	3	–
50	4	4	4	–	–
60 и более	5	5	–	–	–

Составьте отчет о проделанной работе, в который включите:

а) описание водоема в соответствии с данными рекогносцировочного обследования;

б) карту обследованной территории, на которой укажите пункты наблюдения; расположение ближайших хозяйственных объектов, представляющих потенциальную экологическую опасность для поверхностных вод (промышленные предприятия-загрязнители, склады удобрений, химикатов, свалки мусора, места отдыха людей);

в) таблицу 1.5;

г) выводы о состоянии водоемов на обследованной территории и влиянии антропоического воздействия на них;

д) ваши предложения по мерам сохранения или улучшения состояния водоемов (очистка берегов, дна, оборудование мест отдыха и др.).

## **§ 5. ВОЗДУХ. БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА**

**Воздух и его роль в жизни организмов.** Воздушная оболочка, окружающая со всех сторон земной шар, является обязательным условием существования животных, растений и человека. Все наземные организмы связаны с воздушной средой. Однако нормальное самочувствие всего живого зависит не просто от наличия воздуха, но и от его чистоты, правильного соотношения его компонентов.

Современный газовый состав атмосферы представляет собой в основном смесь двух компонентов – азота (78%) и кислорода (21%). В норме в нем присутствует также углекислый газ (0,03%) и незначительное количество инертных газов, аммиака, диоксида серы и других

газов. Важную роль в атмосфере играет водяной пар. Наряду с газами в атмосфере содержатся твердые частицы (продукты горения, вулканической деятельности, частицы почвы и др.).

С другой стороны, сама воздушная среда, современная атмосфера Земли, с высоким содержанием кислорода, азота и углекислого газа, является продуктом жизнедеятельности организмов, прежде всего, зеленых растений. Иначе говоря, живое вещество в процессе эволюции само создало для себя воздушную среду, без которой абсолютное большинство современных форм организмов существовать уже не может.

**Воздух как среда обитания и приспособления к ней.** Кислород воздуха необходим для дыхания всех аэробных организмов, а углекислый газ – растениям для фотосинтеза. Поэтому газовая среда, содержащая необходимые компоненты, является прямодействующим экологическим фактором первостепенного значения.

Косвенное влияние воздуха осуществляется через ветры, которые, кроме того, что меняют характер таких важных факторов, как температура и влажность, оказывают механическое и физиологическое воздействие на организмы. При сильных ветрах происходит поломка, выворачивание с корнем особенно крупных деревьев с большой парусной поверхностью. Ветер изменяет режим температуры и влажности организмов, что может вызвать задержку в развитии растений и животных и даже их гибель. Существенную роль играет ветер в жизни ветроопыляемых растений.

Обитателями воздушной среды мы считаем, прежде всего, животных, приспособленных к полету, в основном птиц и насекомых. Кроме животных, в воздухе в определенные периоды жизни летают семена многих растений, распространяемые воздушными течениями, а также бактерии, споры грибов, простейшие и их цисты. Все эти активно и пассивно летающие организмы обычно не поднимаются выше 50–100 метров над поверхностью Земли и лишь иногда могут взлетать на большую высоту. Однако подлинно воздушных организмов, жизнь которых была бы связана в течение длительного времени исключительно с газообразной средой, на Земле нет.

**Загрязнение воздуха.** Под загрязнением воздуха понимают накопление в нем различных примесей. Существует два основных источника загрязнения атмосферы: природный и антропогенный.

Природные источники загрязнения воздуха связаны с выпадением космической пыли, извержениями вулканов, выветриванием горных пород, эрозией почв, лесными пожарами, цветением растений и др. Эти факторы не угрожают отрицательными последствиями природным сообществам, за исключением некоторых катастрофических природных явлений (крупные лесные пожары, извержения вулканов).

Среди антропогенных источников загрязнения воздуха выделяют стационарные (промышленные предприятия, тепловые и атомные электростанции и др.), передвижные (транспорт) и бытовые. В последние десятилетия антропогенные факторы загрязнения атмосферы стали превышать по масштабам естественные, приобретая глобальный характер.

Сжигание топлива сопровождается особенно значительными выбросами в атмосферу оксидов серы и азота, которые, соединяясь с водяными парами, образуют кислотные дожди. Они наносят огромный вред как дикорастущим, так и культурным растениям.

Предприятия нефтехимии и различных отраслей химической промышленности выбрасывают в воздух такие вредные для живых организмов вещества, как аммиак, меркаптан, сероводород, сероуглерод, мышьяковистые, фтористые и другие соединения. Загрязнителями выступают также применяемые в сельском и лесном хозяйствах хлорорганические пестициды. В общей массе основных загрязнений газы составляют 90%.

Помимо газообразных загрязняющих веществ, в воздух поступает большое количество твердых частиц. Это пыль, копоть и сажа. Большую опасность таит загрязнение воздуха тяжелыми металлами. Особенно остро стоит проблема загрязнения воздуха свинцом.

Основные источники загрязнения воздуха в Беларуси – автотранспорт, химическая и нефтехимическая промышленность, теплоэнергетика (рис. 1.7).

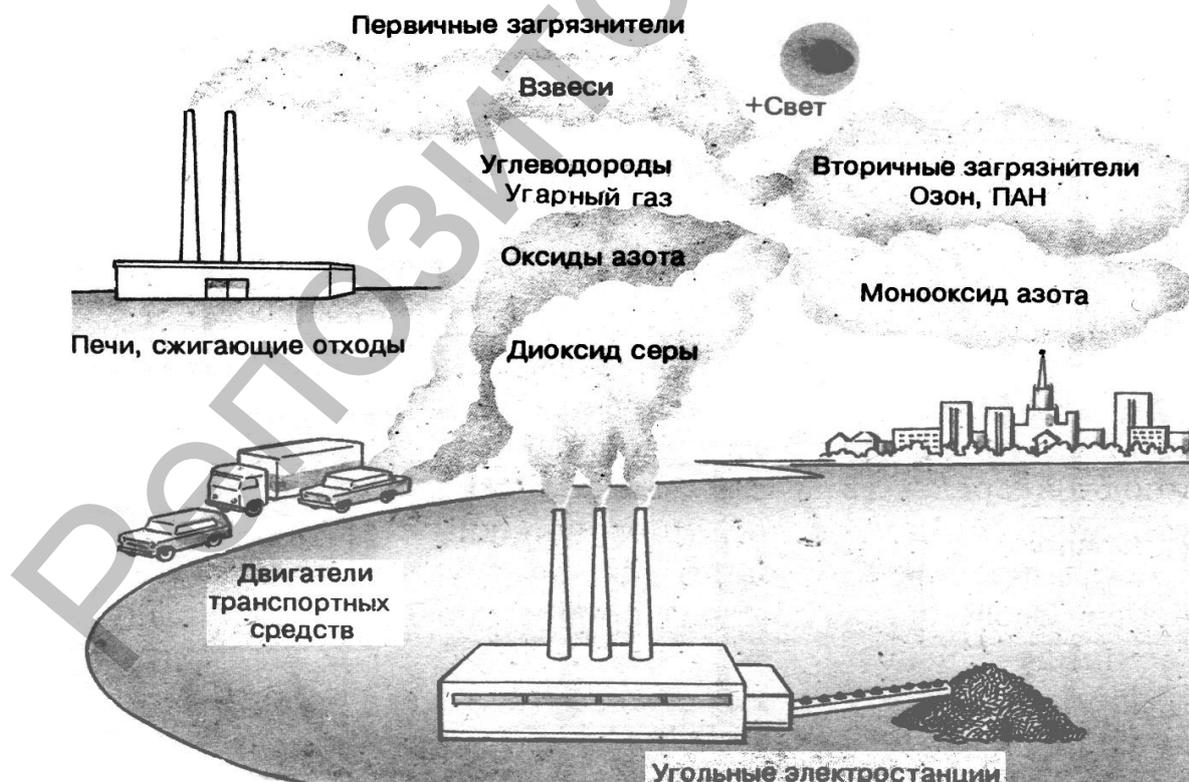


Рис. 1.7. Загрязнение атмосферы.

Самые сильные загрязнители воздуха – автомобили. В мире насчитывается около 1 млрд автомобилей. Можно представить себе, какой ущерб атмосфере наносит это огромное количество машин, если каждая из них в среднем при годовом пробеге в 15 тыс. км потребляет более 4 тыс. кг кислорода и выбрасывает около 3 тыс. кг углекислого газа, а также сотни килограммов других ядовитых веществ.

Опасными глобальными загрязнителями атмосферы выступают ртутные соединения и радиоактивные вещества.

Следует отметить, что даже постоянно присутствующий компонент воздуха – углекислый газ – при превышении содержания на 3–4% уже далеко не безвреден, вызывает возбужденное состояние и головную боль, а при 10% содержании может вызвать смерть человека.

Проблема загрязнения воздуха является глобальной, но наибольшую остроту она приобретает в местных условиях. В городах и промышленных районах примеси концентрируются преимущественно в слое воздуха высотой 1–2 км, в небольших городах – несколько сотен метров.

Климатические условия Беларуси в целом благоприятствуют рассеиванию загрязняющих веществ. Наиболее интенсивные загрязнения наблюдаются в условиях антициклонов. Зимой создаются благоприятные условия для концентрации загрязняющих веществ в центральной части городов.

**Биоиндикация качества воздуха.** Для оценки содержания токсических примесей в воздухе наиболее целесообразно использовать растения. Они осуществляют в десятки раз более интенсивный газообмен по сравнению с животными и человеком, обладают более высокой чувствительностью и стабильностью ответной реакции на действие внешних факторов.

Давно замечено, что высокой чувствительностью к атмосферным загрязнителям обладают растения, поселяющиеся на стволах деревьев (эпифиты). К ним относятся многие виды лишайников, водорослей, мхов. Они обычно погибают при ничтожном содержании в воздухе газообразных и пылевидных примесей, которые не оказывают заметного влияния на высшие растения.

**Лихеноиндикация.** Лишайники – это своеобразная группа низших споровых растений, обычно серого, светлого или темно-бурого цвета. Возраст их достигает десятков, сотен и даже тысяч лет.

В биологическом отношении лишайники интересны тем, что представляют соединение (симбиоз) двух организмов – гриба и водоросли. Тело лишайника, его слоевище (таллом), образовано нитями грибницы, между которыми располагаются водоросли в виде отдельных клеток, их колоний и нитей.

Гриб получает органические питательные вещества из живых и мертвых клеток водоросли. В свою очередь водоросль получает от

гриба минеральные соли и воду. Так, паразитируя друг на друге, гриб и водоросль образуют единый организм и существовать порознь, за редким исключением, не могут.

Комплексная природа лишайников позволяет им получать питание не только из почвы, но и из воздуха, атмосферных осадков, влаги росы и туманов, частиц пыли, оседающей на слоевищах. Кроме того, гриб защищает водоросль от высыхания. Лишайники могут высохнуть до того, что крошатся и, тем не менее, при увлажнении оказываются живыми. Все это способствует тому, что лишайники обладают уникальной способностью существовать в крайне неблагоприятных условиях, часто совершенно непригодных для других организмов – на голых скалах и камнях, крышах домов, коре деревьев и даже на стекле.

Кора деревьев, а также другие субстраты, на которых встречаются лишайники, служат для них только местом прикрепления: для деревьев лишайники – эпифиты, а не паразиты.

Размножаются лишайники главным образом кусочками слоевища, а также особыми группами клеток, которые появляются внутри их тела.

По строению слоевища лишайники делят на три типа: накипные (корковые), листоватые и кустистые (рис. 1.8).

Между ними есть промежуточные формы, у которых слоевище в центре накипное, а по краю листоватое, отстающее от субстрата.

Наиболее простые и самые распространенные – накипные лишайники. Слоевище их имеет вид порошкообразного налета или корочки, плотно срастающихся с субстратом и не отделяющихся от него без значительных повреждений. Слоевище некоторых лишайников так вырастает в субстрат, что его присутствие обнаруживается лишь по изменению окраски субстрата.

Более высокоорганизованные лишайники имеют листоватое слоевище в виде чешуек, розеток или довольно крупных, в большинстве случаев изрезанных на лопасти, пластинок. В отличие от накипных, листоватые лишайники сравнительно легко отделить от субстрата, на котором они живут.

Слоевище кустистых лишайников напоминает прямостоящий кустик или свисающий пучок тонких веточек, срастающихся с субстратом только основанием.

Способность поглощать из воздуха и накапливать минеральные вещества обернулась бедой для многих видов лишайников, живущих в индустриальных районах. Пылегазовое загрязнение атмосферы оказывает заметное влияние на цвет, форму и структуру слоевищ лишайников. Вдали от источников загрязнения многие лишайники, особенно листоватые и кустистые, окрашены ярко.

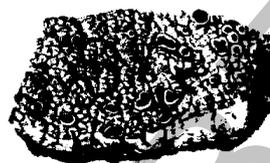
По мере приближения к источнику загрязнения цвет лишайников тускнеет, в нем появляются серые, коричневые или фиолетовые

оттенки. Вблизи «лишайниковой пустыни» у листоватых лишайников по краям лопастей появляются каемки беловатого налета (некротические пятна).

Вода в слоевище, растворяя накопленные на поверхности грибки вредные вещества, становится ядовитой для водоросли. Ее хлорофилл разрушается, и лишайник гибнет.

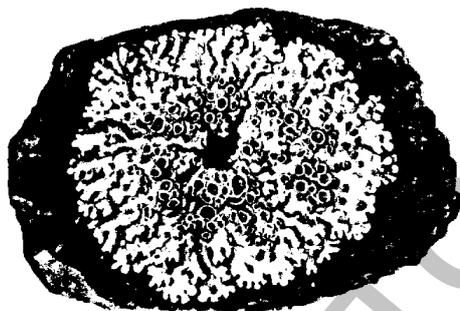


1



2

### Накипные



3

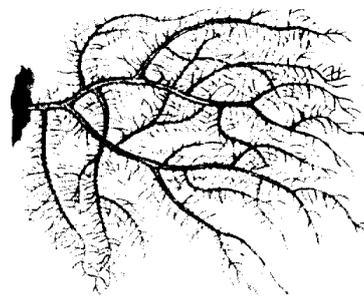


4

### Листоватые



5



6

### Кустистые

Рис 1.8. Типы слоевища лишайников: 1 – леканора разнообразная; 2 – геометомма ветровая; 3 – фиссия аиполия; 4 – пармелия козлиная; 5 – эверния шелушащаяся; 6 – уснея жесткая.

Наиболее уязвимы при загрязнении воздуха кустистые лишайники, за ними следуют листоватые, самыми выносливыми оказались накипные.

Лишайники весьма чувствительны к загрязнению воздуха и поэтому быстро погибают в крупных городах, а также вблизи заводов и фабрик. По этой причине они могут служить индикаторами загрязненности воздуха вредными веществами.

Видовой состав лишайников в различных частях городов (в центре, в индустриальных районах, в парках, в периферийных частях) оказался настолько различным, что исследователи в пределах городов выделяют так называемые зоны лишайников: относительно чистую, умеренного и критического загрязнения, «лишайниковую пустыню».

Знание экологии лишайников, их отношения к загрязнению среды позволяет использовать их в качестве индикаторов. Изучение лишайников крупных городов мира (Парижа, Мюнхена, Цюриха, Хельсинки, Лондона, Нью-Йорка, Риги и др.) выявило ряд общих закономерностей: чем больше индустриализирован город, чем больше загрязнен в нем воздух, тем меньше видов лишайников встречается в его границах, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев и других субстратах, тем ниже жизнеспособность видов лишайников.

К настоящему времени распространение лишайников нанесено на карты примерно 400 городов мира, отдельных провинций и даже целых государств, таких, как Великобритания и Нидерланды. В Англии для этой работы привлекли учителей и учащихся.

В странах, где организовано наблюдение за состоянием окружающей среды, биоиндикация с помощью лишайников (лихеноиндикация) стала одним из основных средств контроля и оценки состояния атмосферы.

Лихеноиндикация не дает точных количественных сведений об уровне загрязнения воздуха. Кроме того, по изменению видового состава лишайников нельзя определить, какой именно загрязнитель служит основной причиной загрязнения. Мало известно и об особенностях воздействия нескольких загрязнителей одновременно. Следует учитывать и то, что ряд видов лишайников гибнет уже при малых концентрациях загрязнителей, часто не достигающих установленных санитарных норм.

Однако нельзя забывать, что с биологической точки зрения и с позиции охраны природы фактические концентрации загрязнителей в среде малоинформативны. Куда важнее знать биологический эффект действия вредных веществ, наглядно проявляющийся в реакции лишайников. Исчезновение представителей чувствительных к загрязнению видов должно быть сигналами опасности для других организмов, и в том числе для человека.

Индикация с помощью лишайников (лихеноиндикация) позволяет эффективно и без больших затрат оценить качество среды обитания и создать систему «экологической тревоги» на разных уровнях. Исчезновение лишайников – это сигнал тревоги, призыв к действию, указание на то, что качество воздуха в населенном пункте требует принятия эффективных и масштабных мер для его улучшения.

Встречаемость лишайников определяется приблизительным учетом всех их видов, растущих на данной территории. В таких исследованиях не стремятся получить точные сведения о численности лишайников, а лишь ограничиваются оценкой их обилия в загрязненном районе или на условно чистой территории.

При желании видовую принадлежность лишайников можно установить с помощью определителей (смотри список литературы). В случае затруднений преподавателю следует обратиться на кафедры ботаники высших учебных заведений, где вам окажут необходимую помощь в определении образцов.

**? Вспомните.** 1. Какую роль в жизни животных и растений играет ветер? 2. Какие знаете источники загрязнения атмосферы? 3. Какие типы загрязнений атмосферы являются антропогенными? 4. Какие вещества являются основными загрязнителями атмосферы? 5. Что такое лихеноиндикация? 6. На какие типы делятся лишайники по строению слоевища?

## **§ 6–7. ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА (практическая работа)**

### **ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ** *Методика исследования*

1. Составьте план своего микрорайона, отметьте на нем строения, автомобильные трассы, зеленые насаждения, промышленные предприятия.

Для удобства исследуемую территорию можно разбить на квадраты определенного размера (например, 1000 × 1000 м). Для этих целей можно использовать карту населенного пункта с разбивкой ее на квадраты.

2. В каждом квадрате наметьте несколько предполагаемых точек обследования. В качестве точек обследования выберите отдельно стоящие деревья тополя (или небольшие группы деревьев), расположенные на расстоянии 500–1000 м друг от друга. Деревья подбираются с диаметром ствола более 15 см (возраст более 30 лет), с примерно одинаковой структурой коры. С молодых деревьев кора ежегодно слущивается и лишайники не успевают их заселить. Тополь является

одной из наиболее распространенных пород, применяемых в озеленении городов. Именно тополь занимает первое место по обилию видов лишайников среди древесных пород, затем идут липа, береза, сосна.

3. Проведите обследование деревьев, установите число видов лишайников с различными типами слоевища на их стволах на высоте от 0,5 до 1,5 м. Отметьте цвет слоевища и наличие на его краях беловатого налета (отмирающие части). Учет лишайников проводите по наиболее заселенной ими части коры. Результаты наблюдений занесите в табл. 1.7.

Наличие всех трех типов лишайников (кустистых, листоватых и накипных) соответствует наиболее чистым зонам территории. Наличие листоватых и накипных лишайников свидетельствует об умеренном загрязнении. Если наблюдаются только накипные лишайники – критическое загрязнение. Установите наличие лишайников с желтым и серым цветом слоевища, с мертвыми и отмирающими слоевищами (по белым некротическим пятнам). Отсутствие лишайников – показатель очень сильного загрязнения («лишайниковая пустыня»).

Таблица 1.7

### Результаты учета лишайников исследовательской группой школы № \_\_

(в таблице приведены условные данные как пример заполнения)

Дата обследования территории \_\_\_\_\_

Место обследования		Найдено видов лишайников	В том числе		
№ точки	Адрес точки		накипных	листоватых	Кустистых
1	ул. Садовая, 8	5	2 серых 1 желтый	1 серый 1 желтый	–

Руководитель группы (ФИО и подпись)

### Обработка результатов и их обсуждение

Проведите анализ полученных данных.

1. Определите, к какой зоне по уровню загрязнения относится каждая из обследованных точек (табл. 1.8).

Таблица 1.8

### Лихеноиндикация степени загрязнения воздуха

Зона	Состояние лишайников	Степень загрязнения
1	Лишайников нет. Изредка встречаются зеленые водоросли	«Лишайниковая пустыня». SO <sub>2</sub> более 0,3 мг/м <sup>3</sup>
2	Имеются коркообразные (накипные) лишайники и 1 вид листоватых.	Критическая зона. SO <sub>2</sub> 0,3–0,11 мг/м <sup>3</sup>
3	Число листоватых лишайников от 2 до 5 видов.	Умеренная зона. SO <sub>2</sub> 0,05–0,1 мг/м <sup>3</sup>
4	Кроме листоватых лишайников появляются кустистые.	Относительно чистая зона. SO <sub>2</sub> менее 0,05 мг/м <sup>3</sup>

Лишайники являются надежными индикаторами загрязнения воздушной среды: степень покрытия слоевищами поверхности ствола деревьев и видовое разнообразие лишайников резко возрастают с увеличением расстояния от источника атмосферного загрязнения.

2. Определите примерное содержание окислов серы и оцените степень загрязнения воздуха ими в каждой из обследованных точек (табл. 1.8).

Лишайники высокочувствительны к загрязнению среды обитания, особенно к газообразным соединениям серы.

Выносливость лишайников, относящихся к различным систематическим группам, при действии на них воздушных загрязнений неодинакова. Каждому уровню загрязнения воздушной среды соответствует свой набор видов лишайников. Чем выше концентрация вредных веществ в населенном пункте, тем беднее видовой состав лишайников.

Средняя годовая концентрация окислов серы в воздушном бассейне городов Беларуси за последние десятилетия удерживается на уровне  $0,05\text{--}0,18\text{ мг/м}^3$ , максимально разовая концентрация окислов серы достигает  $0,29\text{--}4,96\text{ мг/м}^3$ .

Предельно допустимыми санитарными нормативами концентрации окислов серы в атмосферном воздухе являются: максимально разовые –  $0,5\text{ мг/м}^3$ , среднесуточные –  $0,05\text{ мг/м}^3$ .

3. Нанесите на карту (схему) точки с одинаковым уровнем загрязнения и соедините изогнутыми линиями. Полученные замкнутые области будут соответствовать определенным зонам загрязнения. Каждую зону заштрихуйте или раскрасьте определенным цветом.

4. Установите, в каком направлении от крупных промышленных предприятий и автомагистралей находятся наиболее загрязненные зоны. Существует ли взаимосвязь между направлением господствующих ветров на данной территории и расположением зон загрязнения.

5. Сделайте общую оценку уровня загрязненности воздуха на обследованной вами территории.

6. Предложите меры по улучшению состояния воздушной среды на обследованной территории.

## **§ 8. ПОЧВА. БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ**

**Почва и ее значение.** Почвой называют поверхностный рыхлый слой земли, обладающий плодородием. Важнейшим свойством почвы является ее плодородие, т.е. способность обеспечивать растения необходимыми питательными элементами, водой и воздухом.

Почва образуется в результате разрушения подстилающей материнской породы и добавления к этому минеральному компоненту ор-

ганического вещества, главным образом остатков отмерших растений. Таким образом, в почве сложным образом взаимодействуют следующие основные компоненты:

- минеральные частицы (песок, глина), вода, воздух;
- детрит – отмершее органическое вещество, остатки жизнедеятельности растений и животных;
- множество живых организмов, преимущественно разлагающих детрит до гумуса (рис. 1.9).

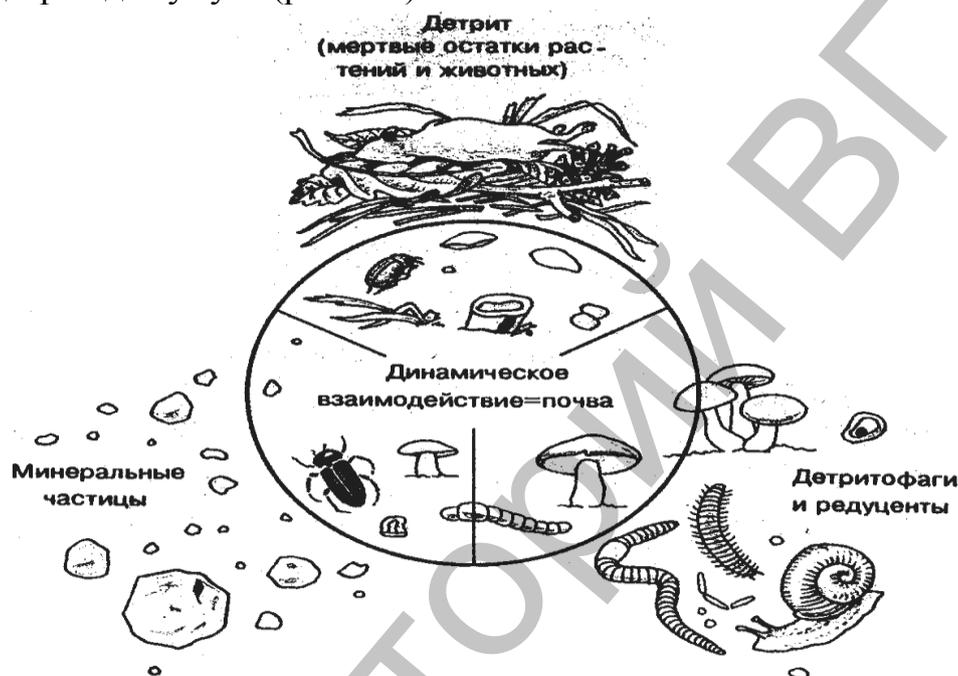


Рис. 1.9. Компоненты почвы.

Значение почвы определяется, прежде всего, тем, что она представляет собой опорный субстрат для большинства наземных и водных растений. Из почвы эти растения получают необходимые для жизни минеральные вещества. Почва является средой обитания и поставщиком пищи для многих животных и микроорганизмов. Почва активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав Земли.

Почва имеет большое значение в утилизации, обезвреживании жидких нечистот и твердых отходов. В этом процессе участвует огромное количество обитателей почвы. Различные бактерии, грибы, черви, моллюски, огромное количество жуков и их личинок непрерывно перерабатывают органические остатки в основные элементы питания растений и обогащают почву ферментами, витаминами и другими веществами. Количество живых организмов в почве настолько велико, что их масса может достигать 3,5 т на гектар. В результате их жизнедеятельности в почве происходит распад сложных органических

веществ на безвредные для человека и полезные для растений минеральные соли, углекислоту, воду.

Наряду с этим в результате деятельности живых организмов в почве образуется особое органическое вещество – гумус (перегной), имеющее большое значение в повышении плодородия почвы. Таким образом, явление самоочищения почвы есть элемент великого круговорота на планете.

Почва может играть немалую роль в распространении многих инфекционных заболеваний. В почве обитает значительное количество микроорганизмов, являющихся возбудителями инфекционных болезней. Особенно велика роль почвы в распространении гельминтозов. Заражение человека может происходить при различных обстоятельствах: при обработке почвы, сборе урожая, строительных работах, играх детей в песочницах и т.п.

Таким образом, почва, являясь одним из основных элементов внешней среды, оказывает существенное влияние на условия обитания человека и его здоровье.

**Загрязнение почвы.** Возможность самоочищения почвы зависит от ее состава, климатических условий, характера и масштабов загрязнения.

Под загрязнением почвы понимают насыщение почвенного покрова разнообразными микроорганизмами, механическими, химическими и биологическими веществами в размерах, превышающих способность почв к их включению в биологический круговорот. Загрязнение ухудшает качество земель, местами может сделать невозможным использование почв в сельскохозяйственном производстве.

Почва подвергается усиленному загрязнению в связи с жизнедеятельностью человека, развитием промышленности, интенсификацией сельского хозяйства. К наиболее опасным загрязнителям почв относят ртуть и ее соединения. Ртуть попадает в окружающую среду с ядохимикатами, отходами промышленных предприятий, выброшенными лампами дневного света.

Еще более массовый и опасный характер носит загрязнение почв свинцом. Соединения свинца используют в качестве добавок к бензину, поэтому автотранспорт является серьезным источником свинцового загрязнения. Особенно много свинца в почвах, вдоль крупных автострад.

Наибольшее количество антропогенных загрязнений приходится на предприятия химической промышленности. В почвенном покрове вокруг Гомеля, Гродно, Могилева, Мозыря, Новополоцка отмечено повышенное содержание сернистого ангидрида, оксидов углерода, азота, тяжелых металлов. В районе Солигорска наблюдается засоление почвы.

При нарушении технологии и доз внесения в качестве загрязнителей почв могут выступать минеральные удобрения и пестициды. Особую опасность представляют стойкие органические соединения, применяемые в качестве ядохимикатов. Они накапливаются в почве, в воде, донных отложениях водоемов. Но самое главное – они включаются в пищевые цепи, переходят из почвы и воды в растения, затем в животных, а в конечном итоге попадают с пищей в организм человека.

Как и водная среда, почва может быть загрязнена болезнетворными началами (бактерии, яйца гельминтов и др.), которые попадают в нее с навозом, фекалиями, городским мусором и другими нечистотами. Возбудители таких инфекций, как сибирская язва, столбняк, ботулизм, газовая гангрена, могут сохраняться в почве десятилетиями. Временное пристанище в ней могут находить также возбудители кишечных инфекций, бруцеллеза, чумы, туляремии и др.

К отрицательным результатам приводит также механическое загрязнение почвы мусором, шлаками, различными коммунально-бытовыми отходами.

**Типы почв Беларуси.** Почвенный покров территории республики неоднороден. Многообразие почв обусловлено различным сочетанием почвообразующих факторов. Взаимодействие почвообразующих пород, рельефа, климата, вод, растительного и животного мира, хозяйственной деятельности человека обусловили развитие на территории Беларуси дернового, подзолистого и болотного процессов почвообразования, как в чистом виде, так и в различных сочетаниях. Каждому типу почв соответствуют определенные типы растительных сообществ.

Наиболее широко распространены в республике *дерново-подзолистые почвы*. Названием «дерново-подзолистая» подчеркивается совмещение в одной почве двух одновременно совершающихся процессов почвообразования – дернового и подзолистого. Дерново-подзолистые почвы формируются под пологом лиственных и хвойно-лиственных лесов, в местах, где создаются благоприятные условия для роста и развития травяного покрова.

Дерновый процесс протекает под травянистой растительностью и способствует обогащению почвы перегноем. Сущность подзолистого процесса (протекает под хвойным пологом) заключается в перемещении органических и минеральных веществ из верхнего в нижний слой, что обедняет почвы питательными веществами и отрицательно сказывается на накоплении перегноя.

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию, которая отрицательно сказывается на произрастании ряда сельскохозяйственных культур.

В местах с застойными водами развивается болотный процесс почвообразования. Для этого процесса характерны три черты: торфо-

образование, обеднение элементами минерального питания и оглеение. Влага не позволяет воздуху свободно проникать в почву и затрудняет деятельность аэробных бактерий. Вместо них начинают действовать анаэробные. Разложение органических веществ идет не так интенсивно, как на сухих участках. Результатом болотного процесса является образование почвы с двумя горизонтами: торфяным и глеевым. Иначе такие почвы называют *торфяно-болотными*. Интенсивность этого процесса зависит от степени переувлажнения. Торф накапливается лишь в том случае, когда уровень грунтовых вод стоит у самой поверхности.

В зависимости от условий проявления болотного процесса формируются низинные, верховые и переходные болота, которые отличаются друг от друга составом растительности.

*Низинные болота* образуются в понижениях рельефа, в местах выхода на поверхность богатых минеральными веществами грунтовых вод или путем зарастания озер и стариц рек. По составу растительности выделяют зеленомоховые, ольшаниковые, осоковые и другие виды низинных болот.

Низинные болота распространены по всей территории Беларуси, но наиболее крупные массивы их представлены в Полесье.

Торфяно-болотные почвы в *болотах верхового типа* формируются на водораздельных территориях при бедном грунтовом питании или даже при полном его отсутствии. Происходит это потому, что верхняя часть торфа постепенно отрывается от грунтовых вод, после чего питание растений осуществляется атмосферными водами. Встречаются такие почвы на выровненных местах водоразделов и высоких террас, в местах, где грунтовые воды залегают глубоко и практически недоступны для растений. Это сказывается на составе растительности. Здесь поселяются: сфагновый мох, карликовая сосна, клюква, роснянка, нитевидная осока, багульник, андромеда (подбел), кассандра (болотный мирт). Торф этих почв имеет сильноокислую реакцию, высокую влагоемкость и низкое плодородие. В Беларуси наибольшее распространение верховые болота имеют в Витебской и Минской областях.

*Переходные болота* формируются при смешанном питании грунтовыми водами и атмосферными осадками. Они занимают промежуточное положение между низинными и верховыми болотами и часто встречаются в сочетании с теми и другими.

Кроме типичных торфяно-болотных почв, значительное распространение имеют *дерново-подзолистые заболоченные*. Небольшими массивами они встречаются в пониженных местах рельефа и заняты малопродуктивными сенокосами и выпасами.

**Биоиндикация качества почвы.** В формировании почвы принимают участие практически все природные факторы. При этом глав-

ную и непосредственную роль в этом процессе играют растительные организмы. В свою очередь почва оказывает существенное влияние на характер растительности.

В настоящее время методы растительной индикации активно используют при изучении сельскохозяйственных угодий, водного баланса растительного покрова, при биогеохимических поисках рудных месторождений и т.п. Особенно эффективным оказалось использование растений-индикаторов при изучении состава и свойств почвы.

Кислотность – одно из важнейших свойств почвы. Повышенная кислотность оказывает отрицательное влияние на рост и развитие большинства культурных растений. О реакции почвы можно судить не только по данным лабораторных анализов, но и по индикаторным растениям.

Существует довольно строгая приуроченность определенных видов растений к почвам разной степени увлажнения.

#### **Растения-индикаторы на пахотных землях**

*Индикаторы средней и сильно кислой реакции:* щавель кислый, щавель воробьиный, хвощ полевой, лютик ползучий, подорожник большой, мокрица (звездчатка средняя), фиалка трехцветная, щирица запрокинутая.

*Индикаторы начинающегося подкисления:* редька дикая, метлица полевая, ромашка непахучая, вероника полевая, горошек волосатый, кривоцвет полевой, мелколепестник канадский, пырей ползучий.

*Индикаторы сырости нижних слоев почвы:* хвощ полевой, мать-и-мачеха, горец земноводный.

*Индикаторы застойной влаги в пахотном слое:* мята полевая, хвощ лесной, полевица белая, мятлик обыкновенный, лапчатка гусиная, чистец болотный, осока лисья.

*Индикаторы умеренной влажности пахотного горизонта:* герань луговая, кульбаба осенняя, горец перечный.

*Индикаторы технической готовности почвы:* лебеда раскидистая, осот огородный, осот шероховатый, яснотка пурпуровая, крепостник обыкновенный, герань мелкая.

*Индикаторы сухости почвы:* полынь равнинная, кошачья лапка, ястребинка волосистая, цмин песчаный (бессмертник).

*Индикаторы хорошей обеспеченности азотом:* крапива двудомная, крапива жгучая, молочай огородный, марь многосеменная, щирица запрокинутая, ежовник безлистный, куриное просо, галинсога мелкоцветная.

**Овощные растения – биоиндикаторы недостатка питательных элементов в почве.** Большое практическое значение имеет использование растительной индикации для определения обеспеченности почвы элементами питания.

Для многих культур известны характерные признаки недостатка в почве следующих элементов питания: азота, фосфора, кальция, калия, магния, серы, железа, марганца, цинка, меди, бора, молибдена. В этом списке есть элементы, необходимые растениям в относительно больших количествах. Их называют *макроэлементами*. К ним относятся азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо. Остальные элементы списка требуются растениям в малых количествах, поэтому они называются *микроэлементами*.

Но прежде чем приступить к визуальной диагностике, надо выяснить, не появилось ли заболевание от вредителей или от неумелого использования химикатов при борьбе с вредителями, или гербицидов. Выясняем также, не являются ли причиной засыхания листьев засуха или другие неблагоприятные условия. Когда мы убедились, что нет этих причин, тогда ищем причины в питании.

Рассмотрим внешние признаки недостатка некоторых питательных элементов в растениях.

**Недостаток азота.** Нижние листья становятся бледно-зелеными, потом, начиная с верхушки, желтеют, буреют, отмирают и опадают. Иногда они приобретают оранжевую окраску (капуста, брюква и др.), у кукурузы желтеет центральная жилка листа. Стебель тонкий и жесткий, кущение у злаков и ветвление у других растений слабое. Листья по отношению к стеблю расположены под острым углом. Число плодов и семян резко уменьшено. Созревание ускоряется.

**Недостаток фосфора.** Растения обычно бывают темно-зелеными (при обеспеченности азотом), в нижних частях многие становятся фиолетово-красными. Листья более мелкие, чем у нормальных растений, по краям нижних листьев появляются желто-бурые, а затем коричневые пятна, сначала на верхушке листа, а потом и его нижней части, постепенно лист засыхает. В клубнях картофеля могут быть ржаво-бурые пятна. Початки у кукурузы мелкие, искривленные, с засохшей верхушкой. Число цветков и плодов у растений уменьшено. Цветение и созревание замедляется. У плодовых деревьев верхние листья темно-зеленые, а нижние – бронзовые со светлыми участками между темными жилками. При сильном голодании листья бывают узкими, а их черешки и ветки – красно-фиолетовыми.

**Недостаток калия.** Приостанавливается рост растения, расстояния между листьями на стеблях сокращаются. На листьях появляется «краевой ожог», багрово-бурая кайма, которая потом становится грязно-коричневой и распространяется в глубь листа между жилками. Часто лист становится морщинистым. Позже он засыхает. Если у кукурузы при недостатке азота пожелтение листа распространилось вдоль центральной жилки, а края листа еще некоторое время оставались зелеными, то при недостатке калия лист, наоборот, начинает

желтеть с краев при зеленой еще центральной жилке и делается как бы волнистым. При сильном голодании стебли ослабевают и полегают, а развитие цветков задерживается, и они долго остаются в виде мелких бутонов. У помидоров и некоторых других овощных растений на нижних листьях появляется пепельно-серый оттенок, который потом переходит в бронзово-коричневый, плоды созревают неравномерно, а внутри появляются участки с темными тканями.

**Недостаток магния.** Магний входит в состав зеленого вещества клетки – хлорофилла. Отток магния в молодые органы из старых листьев идет по жилкам, поэтому жилки еще зеленые, а ткань между ними становится зелено-желтой, потом – желтой, белесой и затем – коричневой, отмершей. У пшеницы, овса, кукурузы и других злаков жилки в листьях идут параллельно краям, поэтому признаком магниевого голодания злаков служит полосатость листьев. У некоторых растений (рожь, гречиха, капуста, смородина) в промежутках между зелеными жилками ткани могут стать фиолетовыми, красными или оранжевыми.

**Недостаток кальция.** Кальций нужен для укрепления стенок клеток. При его недостатке, прежде всего, страдают молодые части корней и верхушки стеблей, при остром голодании они отмирают. Нижние листья остаются зелеными, а верхние становятся белесыми. На кислых почвах все это выявляется острее. Даже у картофеля, чувствительного к сильному известкованию, при недостатке кальция верхушка стебля повреждается, верхние листья с трудом разворачиваются, на их краях может быть светло-зеленая полоска, позже отмирающая, а в клубнях, начиная с места прикрепления, появляются участки жесткой темной ткани. Иногда может образоваться болезнь парша, когда на клубнях образуются участки грубой шершавой кожицы, вызванной микробами.

**Недостаток бора.** Этот микроэлемент, так же как и кальций, оттекает из старых органов, поэтому от его недостатка больше страдают самые молодые и самые активные части растения – почки, верхушки стеблей, кончики корней. Чем сильнее его недостаток, тем меньше на растении бутонов и цветков и тем они бесплоднее. В плодах образуются затвердения и опробковевшая ткань. У цветной капусты соцветия темнеют и чернеют, а в стебле появляется дупло с почерневшими краями. У картофеля клубни мелкие, часто с трещинами. У корнеплодов в центре, где образуются новые листья, в результате отмирания точки роста и загнивания этих тканей появляется болезнь, которую называют «гниль сердечка».

**Недостаток марганца.** При этом хотя рост и задерживается, но точка роста не отмирает, как при недостатке бора. Заболевание начинается с верхних листьев: они бледнеют, появляются бело-зеленые,

серые или красные участки. Такое заболевание носит название «серая пятнистость», или «белый вилт». У столовой свеклы листва приобретает темно-красный цвет. Обесцвеченные участки молодых листьев буреют и отмирают.

На кислых почвах марганец из почвенных минералов растворяется больше и его концентрация в почвенном растворе повышается до вредной. В таких случаях листья сморщиваются, искривляются, между жилками появляется крапчатость – пятна отмирающей ткани. Лечение – известкование почвы.

**Недостаток железа.** Этот микроэлемент очень важен для нормального образования зеленого вещества клетки – хлорофилла. Поэтому при его недостатке жилки молодых листьев еще зеленые, а между ними ткани листа становятся сначала желтыми, а затем белесыми. Такое заболевание называют хлорозом. Старые листья при этом, в отличие от недостатка азота, остаются зелеными. Яблоня и многие плодовые, а из полевых – кукуруза, овес, картофель и многие овощи чувствительны к недостатку железа. При известковании его подвижность в почве уменьшается, поэтому потребность растений в нем увеличивается.

**Недостаток меди.** Он вызывает неяркий хлороз верхних листьев и их увядание. Яблоня и другие плодовые в середине лета теряют листья на верхушках побегов – побеги отмирают. Это заболевание называют суховершинностью. У пшеницы, овса и ячменя, особенно если они посеяны на недавно освоенных торфяных почвах, кончики листьев белеют, скручиваются и отмирают. Всё растение бледно-зеленое, плохо растет, колосья или метелки плохо развиваются: белесые и пустые, без зерен или шуплые с небольшим количеством зерен. Это заболевание известно под названием «белая немочь» или «болезнь обработки».

**Недостаток цинка.** Потребность в этом микроэлементе усиливается при известковании и большом количестве фосфорных удобрений. На молодых побегах яблони образуются розетки мелких листьев – «розеточная болезнь». Верхушки побегов оголяются из-за раннего опадения листьев. На посевах кукурузы уже через 10–12 дней после прорастания появляются светлые, бело-зеленые ростки. Такое заболевание носит название «белые ростки».

**Недостаток молибдена.** Этот микроэлемент участвует в азотном питании растений и в усвоении азота воздуха клубеньковыми бактериями бобовых культур. Поэтому при его недостатке признаки несколько сходны с признаками недостатка азота, разница лишь в том, что при молибденовом голодании страдают, прежде всего, молодые органы. Рост и плодоношение ослаблены, а при остром голодании отмирают точки роста.

В практике сельского хозяйства часты случаи, когда одновременно не хватает растению не одного, а нескольких элементов. Тогда признаки недостатка одного как бы комбинируются с признаками недостатка другого. Например, при одновременном недостатке фосфора и калия растение имеет обычную окраску и форму куста, но плохо растет, а при сильном их недостатке может появиться фиолетовая окраска низа стеблей и черешков листьев.

При одновременном недостатке азота и фосфора нижние листья будут светло-зеленые, жесткие, ветви и листья стоят к стеблю под острым углом, как бы прижаты к нему, стебли грубые, растение низкорослое и плохо плодоносит.

При одновременном недостатке азота и калия нижние листья светло-зеленые, морщинистые, места между жилками становятся выпуклыми, края листьев побуревшие, закрученные, растение недоразвито, часто совсем не плодоносит. При нехватке всех трех главных элементов – азота, фосфора и калия – основные внешние признаки недостатка каждого из них как бы маскируются, но растение бывает мелкое, с резко уменьшенным числом цветков, семян, плодов, клубней и т.д.

Признаки визуальной диагностики проявляются более четко тогда, когда нарушение питания зашло далеко и исправить его часто уже невозможно. Поэтому надо вести наблюдения за посевом как можно чаще. При появлении первых признаков недостатка питания необходимо срочно найти способ улучшить питание растений.

Если даже мы опоздаем с исправлением посева этого года, то результаты наших наблюдений помогут нам улучшить питание растений в будущем году. Поэтому нужно сделать так: на плане поля отметить контуры пятен, где было то или иное заболевание, связанное с недостатком какого-либо элемента питания. В будущем, когда вы будете вносить удобрение, вы сможете учесть эти пятна, чтобы все поле было одинаково высокоплодородное.

На внешнем виде растений сказывается и избыточное содержание того или иного элемента в почве. Особенно часто это наблюдается у растений, произрастающих в зоне действия выбросов предприятий черной и цветной металлургии, а также обитающих рядом с автодорогами. В таблице 1.9 приведены симптомы отравления растений некоторыми элементами при их избыточном содержании в почве.

**Признаки отравления растений некоторыми элементами**

Признаки отравления	Элемент, находящийся в избытке
Наблюдаются хлороз листьев и отмирание верхушечных почек. Молодые листья становятся совершенно желтыми. У некоторых растений вдоль основных жилок листа, остающихся зелеными, появляются участки, заполненные водой (эти участки становятся прозрачными), развивается хлороз и между жилками. Позднее в окраске появляются коричневые тона, а когда весь лист становится коричневым, он опадает.	<b>ЦИНК</b>
Растения принимают более грубый облик, их стебли твердеют, листья уменьшаются и приобретают синевато-зеленую окраску. Позднее листья могут закручиваться внутрь и покрываться наростами, их края становятся коричневыми, а затем – бледно-желтыми.	<b>СЕРА</b>
Хлороз развивается между жилками молодых листьев, затронутые им участки становятся желтыми или беловатыми с темно-коричневыми или почти белыми пятнами из омертвевших тканей. Сами листья искривляются и сморщиваются.	<b>МАРГАНЕЦ</b>
Хлороз нижних листьев, сопровождающийся появлением коричневых пятен, а затем и опадением листьев.	<b>МЕДЬ</b>
Хлороз развивается между жилками (сами жилки остаются зелеными), позднее весь лист становится желтым или беловатым.	<b>ЖЕЛЕЗО</b>

Часто избыток одного элемента вызывает у растения развитие симптомов, сходных с симптомами недостаточности другого элемента. В этом случае истинную причину можно обнаружить только с помощью специального химического анализа.

Следует отметить, что не всегда избыток элемента в почве отражается на внешнем виде организма. Так, грибы обладают способностью к накоплению в себе соединений металлов в концентрациях, опасных для здоровья людей. Например, свинца в них может быть в 30–50 раз больше, чем в почве, хотя на внешнем виде грибов это никак не сказывается. Поэтому ни в коем случае не следует собирать грибы около автодорог, а также в зонах действия выбросов металлургических заводов.

Наглядную картину биотестирования недостатка или избытка отдельных элементов можно создать при выращивании растений в искусственных условиях (в воде, на песке, на гравии и т.п.) с использованием специальных питательных растворов. Этот метод, называемый гидропоникой, используется с древнейших времен. Примером могут служить висячие сады ассирийской царицы Семирамиды, считавшие-

ся одним из чудес света. В начале XX в. в России опыты с водными культурами в широких масштабах проводил К.А. Тимирязев.

? **Вспомните.** 1. Что называют почвой? 2. Какие основные компоненты входят в состав почвы? 3. Каково значение почвы в жизнедеятельности живых организмов? 4. Что понимают под загрязнением почвы? 5. Какие возбудители заболеваний человека могут обитать в почве? 6. Какие типы почв наиболее распространены в Беларуси? 7. Какие растения являются индикаторами кислотности почвы? 8. Какие изменения в растениях вызывает недостаток в почве различных химических элементов?

## **§ 9–10. ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ (практическая работа)**

### **Вариант 1. КРЕСС-САЛАТ КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ**

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян).

Кресс-салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри, кювета, поддон и т.п.). Стрессовая реакция популяции кресс-салата близка к прямо пропорциональной по отношению к степени воздействия: чем более загрязнена среда, тем всхожесть меньше, а число особей с морфологическими нарушениями больше. Привлекательны также и весьма короткие сроки эксперимента. Семена кресс-салата прорастают уже на третий-четвертый день, и на большинство вопросов эксперимента можно получить ответ в течение 10–15 суток.

Прежде чем ставить эксперимент по биоиндикации загрязнений с помощью кресс-салата, партия семян, предназначенных для опытов, проверяется на всхожесть.

Проращивают семена кресс-салата в чашках Петри, в которые насыпают промытый речной песок слоем в 1 см. Сверху его накрывают фильтровальной бумагой и на нее раскладывают определенное количество семян. Перед раскладкой семян песок и бумагу увлажняют

до полного насыщения водой. Сверху семена закрывают фильтровальной бумагой и неплотно накрывают стеклом. Проращивание ведут в лаборатории при температуре 20–25°C. Нормой считается прорастание 90–95% семян в течение 3–4 суток. Процент проросших семян, от числа посеянных, называется всхожестью.

После подготовки партии семян приступают к проведению эксперимента в следующей последовательности.

1. Чашку Петри заполняют до половины исследуемым субстратом (почвой, илом и т.п.). В другую чашку кладут такой же объем заведомо чистого субстрата, который будет служить в качестве контроля по отношению к исследуемому материалу.

2. Субстраты в обеих чашках увлажняют одним и тем же количеством отстоянной водопроводной воды до появления признаков насыщения.

3. В каждую чашку на поверхность субстрата укладывают по 50 семян кресс-салата. Расстояние между соседними семенами должно быть по возможности одинаковым.

4. Покрывают семена теми же субстратами, насыпая их почти до краев чашек и аккуратно разравнивая поверхность.

5. Увлажняют верхние слои субстратов до влажности нижних.

6. В течение 10–15 дней наблюдают за прорастанием семян, поддерживая влажность субстратов примерно на одном уровне. Результаты наблюдений записывают в таблицу (табл. 1.10).

Методика допускает несколько уровней сложности опыта. Так, на первом уровне сложности прорастание семян кресс-салата можно наблюдать в трех субстратах: в почве из теплицы; в почве, взятой около автомобильной трассы; в иле ручья, сильно загрязненного промышленными отходами. Контролем может служить почвенный субстрат для рассады, купленный в магазине. Результаты подсчета всходов (без вычисления процентов) заносятся в табл. 1.10. Ежедневно ведется дневник наблюдений за качеством побегов. Результаты опыта анализируются и обсуждаются вместе с преподавателем (такую работу можно выполнить даже с учениками начальных классов).

Таблица 1.10

### Скорость прорастания семян кресс-салата

Вариант опыта	Число проросших семян (в сутки)							
Контроль								
Донные отложения								
Загрязненная почва								

На втором уровне сложности учащиеся перед закладкой опыта проверяют семена кресс-салата на всхожесть самостоятельно. Данные наблюдений заносятся в таблицу и переводятся в проценты. В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения.

**1. Загрязнение отсутствует.** Всхожесть семян достигает 90–100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.

**2. Слабое загрязнение.** Всхожесть 60–90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

**3. Среднее загрязнение.** Всхожесть 20–60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

**4. Сильное загрязнение.** Всхожесть семян очень слабая (20%). Проростки мелкие и уродливые.

Учащиеся самостоятельно пишут отчет о результатах опыта и представляют его на научно-практических конференциях в школе.

На третьем уровне методика может быть усложнена и должна выполняться более тщательно. Прежде всего, это касается числа характеристик, регистрируемых во время опытов. Кроме подсчета проростков и описания их внешнего вида, можно измерять: среднюю длину побега (см), среднюю длину корня (см), среднюю массу побега (мг или г), среднюю массу корня (мг или г), общую массу растений (мг или г), общее число семян (шт.), общую массу семян (мг или г).

Полученные данные сравниваются с данными контрольного образца путем построения соответствующих диаграмм для каждого из наблюдаемых параметров.

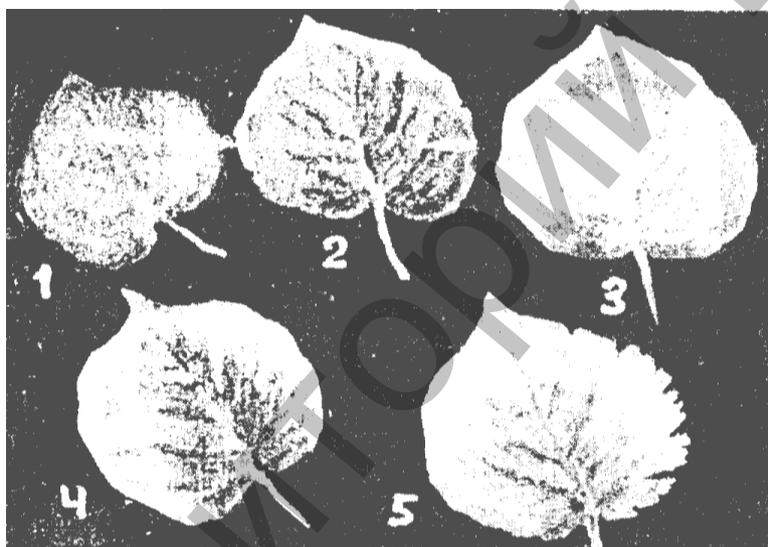
По этой схеме опыт лучше проводить в более просторных емкостях, чем чашки Петри, чтобы его можно было закончить появлением семян, определить их количество, среднюю массу и степень созревания (по определению их всхожести).

## **Вариант 2. ЛИПЫ – БИОИНДИКАТОРЫ СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ**

Во многих городах для борьбы с гололедом на тротуарах и проезжей части улиц применяют поваренную соль, под действием которой лед тает, делается пористым и скользким. Образующийся рассол разъедает кузова автомашин, металлическую арматуру, портит колеса транспорта и обувь пешеходов, вызывает замыкания и разрывы проводов на троллейбусных и трамвайных линиях и т.п. Для растений, не привыкших к высокому содержанию соли в почве, ее засоление приносит много бед. Прежде всего, нарушается их нормальное водо-

снабжение, так как корням очень трудно всасывать воду из рассола, особенно в периоды засухи. Хлористый натрий легко проникает в клетки растений. При этом в них нарушается азотный обмен и происходит накопление продуктов распада белков. Синтез белков в клетках и процессы роста сильно замедляются.

Среди древесной растительности города наиболее чувствительными к солевому загрязнению почвы оказались липы. Признаки их заболевания отчетливо проявляются во второй половине лета. Сначала на листьях появляются ярко-желтые, неравномерно расположенные краевые зоны, развивается так называемый хлороз листовых пластинок. Затем край листа отмирает, а желтая зона продвигается к средней жилке и основанию листа (рис. 1.10). Постепенно зона некроза расширяется, и листва преждевременно опадает.



*Рис. 1.10. Бонитировочная шкала краевых некрозов листьев липы, поврежденных противогололедными солями:*

- 1 – повреждения отсутствуют;*
- 2 – краевой хлороз;*
- 3 – сильный хлороз листовой пластинки, желтое окрашивание края листа;*
- 4 – обширный краевой некроз с желтой пограничной зоной;*
- 5 – большая часть листовой пластинки отмерла.*

У других пород деревьев эти явления проявляются в меньшей степени и наступают позже, чем у липы.

Надо сказать, что ухудшение состояния и гибель деревьев вдоль улиц вызваны не только солью. Снежная масса, выбрасываемая на обочины с помощью машин и вручную, обильно пропитана маслами и копотью автотранспорта. Эта смесь при таянии весной забивает поры в почве газонов, делая ее малопроницаемой для воды. Легко убедиться, что на такой почве плохо растут даже самые выносливые травянистые растения.

## II. СЛЕДЫ ЗВЕРЕЙ И ПТИЦ КАК УКАЗАТЕЛИ ИХ ПОВЕДЕНИЯ

Перед человечеством встает важная задача – сохранить животный мир и приумножить его богатства в условиях ускоряющегося технического прогресса. Выполнение этой задачи требует хорошего знания животного мира, тщательного его изучения. Но изучать животных трудно по той причине, что они подвижны, в большинстве случаев избегают присутствия человека и встречи с ним. Поэтому можно неделями бродить по лесам и полям и не видеть крупных диких животных, однако, как правило, остаются различного рода следы.

Под следами обычно понимают отпечатки ног животного на почве или на снегу – там, где оно прошло или пробежало. Но погрызенная лосем кора на стволе осины – это тоже след. По нему мы с полной уверенностью можем определить, что здесь какое-то время назад был лось. Расклеванная дятлом шишка или фекальный шарик зайца – тоже следы, позволяющие выяснить состав обитателей данной местности. Поцарапанный когтями ствол дерева, разрытая кабаном почва, останки рябчика, пойманного и съеденного ястребом-тетеревиатником, нора в земле – всё это различные следы жизнедеятельности обитателей данной местности, которые позволяют, не видя их самих, получить о них интересные сведения.

Различных следов много, и для удобства изучения их полезно распределить по группам. В основу такого распределения положим жизненные отправления животных и взаимоотношения их с внешней средой. Будем различать следующие группы следов жизнедеятельности:

1) следы передвижения животных (отпечатки ног на грунте или на снегу, набитые тропы, следы от крыльев взлетающей птицы);

2) следы кормовой деятельности животных (обкусы и заломы ветвей и верхушек растений, объединенные кора и грибы, всевозможные остатки пищи, запасы ее в кладовых, разрытые норы грызунов, распорванные муравейники, разоренные гнезда птиц, пчел, ос);

3) следы жизненных отправлений животных (экскременты, мочевые точки, следы турниров, сброшенные рога, следы линьки, порхалища, кладки яиц);

4) убежища животных (норы, логова или лежки, дупла, гнезда, выбросы земли при копании нор, следы собранной подстилки, подснежные ходы).

Следы, относящиеся к той или другой группе, почти не встречаются в чистом виде, без следов, принадлежащих другим группам. Это обстоятельство следопыт должен помнить и использовать в своих

наблюдениях. Сведения о животном, полученные по одним следам, должны проверяться и дополняться сведениями, основанными на изучении сопутствующих следов, принадлежащих другой группе.

По разнообразнейшим следам на земле, снегу и окружающих предметах можно определить, какие животные водятся в данной местности, как они добывают себе корм, как охотятся и защищаются от врагов, как заботятся о потомстве и многое другое.

Изучение животных по следам их жизнедеятельности составляет предмет искусства следопытства, которым могут заниматься не только профессионалы-зоологи, охотоведы и другие служители науки, но и любители, по той или другой причине оказавшиеся в природе.

В охотничьих хозяйствах по следам проводят инвентаризацию фауны, судят об успехе акклиматизации видов, определяют численность зверей и птиц на территории хозяйства, оценивают продуктивность охотничьих угодий. Многие приемы промысловой и любительской охоты основаны на использовании следов животных. На изучении следов основано тропление – один из методов зоологических исследований, который дает возможность познать различные аспекты поведения животных, скрытые от прямого наблюдения.

Изучение следов – лучшая тренировка наблюдательности, смекалки, зрительной памяти человека. Тот, кто постиг грамоту следов, становится внимательным и зорким в жизни. Следопытство удовлетворяет любознательность, доставляет удовольствие, у людей, занимающихся следопытством, воспитывается уважительное отношение к «братьям нашим меньшим», чувство покровительства над ними, заботы и ответственности за их судьбу.

Секреты природы открываются только при внимательном наблюдении. Прежде чем отправиться на экскурсию по изучению следов, следует хорошо продумать свое снаряжение, которое должно обязательно включать записную книжку, линейку и карандаш. Тогда впечатления, с которыми вы вернетесь, будут еще богаче. А помогут разобраться в следах текст и рисунки этого издания.

## **§ 11. СЛЕДЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ**

В природе наблюдатель рассматривает следы передвижения животных, как отдельные отпечатки конечности или как группы этих отпечатков, соответствующие определенному циклу движений, повторяющемуся в процессе ходьбы или бега – следовые дорожки.

*Отдельные следы* – это отпечатки ног, оставленные животным на любом податливом материале (грязь, снег).

Наблюдатель, прежде всего, обращает внимание на размеры и форму отпечатка. Отпечатки условно называют крупными, если их

длина более 5 см (волк, собака, заяц), средними – с длиной на менее 2 см (кошка, белка, еж), мелкими – с длиной менее 2 см (мышевидные). По форме отпечатки могут быть круглыми, овальными и продолговатыми или крестообразными.

При определении видовой принадлежности отпечатков ног, кроме размеров и формы, следует учитывать следующие признаки: является животное стопоходящим или пальцеходящим, форму подушечек пальцев и ступней, сколько отпечатывается пальцев передних и задних ног, отпечатываются ли второй и пятый пальцы у копытных, отпечатываются ли когти, какой они длины и формы, наличие плавательных перепонки между пальцами.

Измерения отпечатка совершаются по его наибольшей длине и ширине, включая концы крайних пальцев с их когтями (рис. 2.1).

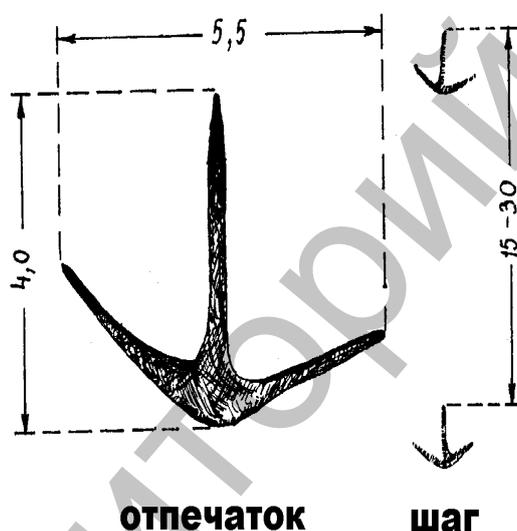


Рис. 2.1. Промеры следов животных.

Следы млекопитающих делятся на три группы. К первой относятся следы стопоходящих животных, таких, как медведь, барсук и бобры, которые при ходьбе опираются на всю ступню так, что их пятки касаются земли. Ко второй – следы пальцеходящих – собак и кошек. Они стоят на пальцах, не касаясь земли пятками. К третьей относятся следы копытных – оленей, коз, кабанов, лошадей, которые фактически стоят на кончиках пальцев – копытах.

Помимо отпечатков лап, остаются еще, так называемые, поволока и выволока. Поволока – черта или полоса на мягком грунте или на снегу, прочеркиваемая ногой животного перед тем, как она закончит шаг и достигнет упора. Выволока – черта, продельваемая ногой на мягком грунте или на снегу в начале шага, когда животное перемещает ногу вверх и вперед. Выволока обычно короче и круче, чем поволока. Это позволяет определить, в какую сторону шел зверь, если след не свежий и уже покрыт слоем снега (рис. 2.2).



*Рис. 2.2. След кабана с поволокой (слева) и выволокой (справа).*

По отдельным отпечаткам некоторых крупных животных их сравнительно легко отличить друг от друга. Значительно труднее, а часто невозможно совершить это по отношению к мелким грызунам и им подобным. В силу этого в систематике мелких следов особое значение приобретают группы следов, отражающие комбинацию конечностей в динамике передвижения.

По степени развитости ступней передних и задних конечностей все отпечатки в группе могут быть приблизительно равны или же отпечатки передних или задних ног заметно отличаются по величине. Измерения в группе совершаются, как правило, по контурам фигуры, проведенным вокруг отпечатков. Наличие в группе отпечатков хвоста, поволоки и выволоки также должно быть учтено.

Если отпечатки ног или группы следов имеют большое значение для определения видовой принадлежности оставивших их животных, то для изучения поведения самих животных важнее следовая дорожка, т.е. последовательная цепь отпечатков лап, оставляемая ими при передвижении, взаиморасположение отпечатков передних и задних лап на грунте или на снегу.

По следовой дорожке можно определить, где животное кормилось или убежало от опасности, совершало целенаправленный переход из одного места в другое, строило убежище, отдыхало и т.п. Для сбора этих сведений необходимо пройти по следовой дорожке (тропить) настолько далеко, насколько позволяют время, обстоятельства, физические возможности следопыта. Наиболее интересные изменения следовой дорожки нужно зарисовывать и описывать, пытаясь понять значение этих изменений.

При ходьбе животные передвигают передние и задние, левые и правые ноги в определенной последовательности и с определенной скоростью. Порядок и скорость перемещения ног неодинаковы и определяют походку, или аллюр, животного. По характеру бега животные могут передвигаться шагами, рысью, прыжками и галопом. Следовые дорожки могут меняться в зависимости от аллюра.

Под рысью будем подразумевать бег, при котором животное ставит на землю одновременно одну переднюю и одну заднюю ногу.

В противоположном случае животные начинают двигаться прыжками. У большинства четвероногих при прыжках задние лапы опережают передние. Подобные прыжки называют галопом. В связи с этим можно указать наиболее типичный характер бега некоторых животных:

- 1) бег рысью: хищники (кроме семейства куньих), полевки, еж;
  - 2) бег прыжками (галопом): хищники семейства куньих;
  - 3) бег с равномерно и часто сменяющимися рысью и галопом: мыши.
- Как на рыси, так и в галопе животные показывают большое разнообразие в расположении отпечатков (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Основные аллюры промысловых зверей; отпечатки задних конечностей заштрихованы:

1 – мелкий шаг; 2 – крупный шаг; 3 – рысь; 4 – галоп (эти аллюры характерны для копытных и хищных семейства псовых и кошачьих); 5 – иноходь медведя; 6 и 7 – галоп двухчетка и трехчетка (обычный аллюр большинства куньих); 8 – галоп (основной аллюр зайца).

При изучении следовой дорожки учитываются следующие ее признаки:

1 – крытость следа («крытые следы» – задние конечности отпечатываются поверх отпечатков передних, «недокрытые следы» – отпечатки задних ног располагаются позади отпечатков передних, «перекрытые следы» – отпечатки задних ног располагаются впереди отпечатков передних);

2 – ширина следовой дорожки – расстояние между параллельными линиями следов правых и левых ног при спокойном шаге животного;

3 – длина шага или прыжка, которые определяют по расстоянию между следами задней или передней ноги одной стороны;

4 – угол шага или разворот – угол между средней линией отпечатка и направлением движения животного, отпечатки могут быть направлены наружу или вовнутрь следовой дорожки.

Измерение элементов следовой дорожки дает возможность судить о скорости движения животного и его походке. Изменения следовой дорожки означают изменение поведения животного.

В издании показаны средние образцы следов, причем так, как они выглядели бы на мокрой глине. В природе следы редко бывают такими отчетливыми. У многих видов распознавание следов затрудняется тем, что отпечатки задних конечностей накладываются на отпечатки передних.

? **Вспомните.** 1. Какие выделяются основные группы следов жизнедеятельности животных? 2. Какие признаки учитываются при определении видовой принадлежности отпечатков следов? 3. Что такое следовая дорожка? Что можно по ней определить? 4. Какие способы передвижения характерны для животных? 5. Какие признаки учитываются при изучении следовой дорожки? 6. О чем можно судить благодаря измерению элементов следовой дорожки?

## § 12. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ СЛЕДОПЫТОВ (практическая работа)

**«Почерк зверя».** Лучше всего начинать обучение следопытству зимой, по свежевывавшему снегу (пороше). У каждого зверя свои собственные, характерные следы, но они не всегда одинаковы. Попробуйте написать какую-нибудь фразу медленно, а потом очень быстро. Вы едва узнаете свою же руку. Так и «почерк» зверя, идущего шагом иной, чем у зверя, бегущего рысью или галопом.

Первый урок следопытства можно провести во дворе, возле дома. Возьмите с собой собаку. Измерьте линейкой, разделенной на сантиметры и миллиметры, отпечатки передней и задней лап собаки, проследите, как она ставит ноги, идя шагом. Подзадорив пса, заставьте его пробежаться рысью. Если кинуть палку, собака бросится за ней галопом. Зарисуйте, как изменялись при этом ее следы.

Следы собаки сходны со следами лисицы и волка. Дикае лесные родичи найдутся и у коровы, козы, свиньи, кошки, курицы. Кто знает следы домашних животных, тому легче разобраться в следах, замеченных в лесу.

**«Опушка» и «лесная чаща».** Выясните, как изменяется след в зависимости от плотности снежного покрова. Перебегая опушку, животное оставляет поверхностные, но четкие следы. Но как только это же животное свернет в чащу леса, здесь на рыхлом снегу его отпечат-

ки становятся более глубокими, но менее ясными. Они расплываются, сближаются, будто лапы животного стали шире.

Вашей «опушкой» вначале может быть двор, где снег лежит тонким и сравнительно плотным слоем, а «лесной чашей» – сад, где снегу намело по колено.

Пройдите с собакой по двору и по саду и отметьте отличия в следах.

**В каком направлении шла собака.** На глубоком, рыхлом снегу ноги собаки оставляют только ямки. Отпечатков пальцев и когтей не различишь. В таких случаях направление хода определяется по поволоке и выволоке. Выволока всегда обращена в сторону хода зверя, поволока – в противоположную.

**Возраст следа.** Если долго не было пороши, накапливается множество следов. На одной и той же снежной «странице» могут быть записаны и новости сегодняшней ночи и происшествия прошлой недели. Чтобы не запутаться, не наделать ошибок в чтении следов, надо уметь отличать старый след от нового, определять свежесть (возраст) следа.

Вечером на снегу сделайте несколько отпечатков собственной рукой, лапкой собаки или кошки, а на следующий день утром или через два дня, если не выпал снег, рядом сделайте такие же свежие отпечатки. Сравните их контуры, края, глубину, отметьте, в чем различие и попытайтесь объяснить, какие именно причины изменили характер отпечатка – температура, ветер или время.

Вот некоторые признаки, по которым можно определить возраст следа. У свежего следа дно тонкое, чуть подмерзшее, у старого – дно льдистое, твердое. Ветер искажает наветренный край старых следов, а в ямки следов сдувает снег. Следы, проложенные в оттепель, отчетливей других.

**«Грязевый альбом».** В летнюю пору лучше всего наблюдать следы по берегам рек, озер, возле ручья, куда звери и птицы приходят напиться.

Если берег зарос травой, следы, оставленные животными, трудно заметить. Сделайте в этом случае «грязевый альбом»: расчистите небольшую площадку и покройте ее грязью или илом. Для приманки можно положить рыбку, лягушку, семена, крошки хлеба.

Спустя день, осмотрев «подписи в альбоме» – отпечатавшиеся на грязи следы, следует загладить поверхность площадки мокрой веткой или покрыть слоем свежего ила. Так в «грязевом альбоме» откроется чистая страница для новых «подписей».

## § 13–14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛЕДОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ (практическая работа)

В практике следопытства в большинстве случаев определение принадлежности следа тому или другому животному производится с первого взгляда, по впечатлению. При необходимости затем производится его дальнейшее более или менее детальное изучение. Умение быстро определить след приобретает, конечно, с опытом, но его можно ускорить, если разделить следы ног животных на группы по их общим признакам, наиболее заметным, бросающимся в глаза. Признаки могут касаться наброда, следовой дорожки, отпечатков лап, величины их, формы – все равно, были бы они заметными и характерными. В один и тот же тип следов могут войти следы животных, относящихся к разным систематическим группам, не связанным близким филогенетическим родством, но имеющих сходные следы ног. Поэтому и названа эта классификация следов практической. Она призвана облегчить практику следопытства.

**Порядок работы с таблицей.** Сначала работают с той частью таблицы, которая напечатана обычным шрифтом. Если признаки, указанные в первом пункте таблицы, соответствуют наблюдаемому в данный момент следу, то следует перейти к следующему по порядку пункту – 2. Если же признаки не соответствуют, то обращаются к пункту в скобках – (4). Такие действия совершают до тех пор, пока возле одного из пунктов не будет указано название типа следов (жирный подчеркнутый шрифт).

После этого, в таком же порядке, определяют название вида следов (информация о видах следов там, где она есть, напечатана курсивом с отступом от края страницы).

Указание в систематической таблице ряда точных, а главное, сравнительных признаков следа с попутной иллюстрацией поможет найти достаточно надежные критерии для определения типа и вида следов. Кроме того, работа с определительными таблицами движет мысль по пути анализа и изучения следов в большей степени, чем простое рассматривание рисунков. Рисунки отмеченных в таблице следов помещены в Приложении 1.

Измерение элементов следовой дорожки дает возможность судить о скорости движения животного и его походке. Изменения следовой дорожки означают изменение поведения животного.

## Таблица для определения типов и видов следов некоторых зверей

1(4) Следы в виде отпечатков копыт.

2(3) Следы образованы нераздвоенным копытом в виде овального отпечатка. Часто виден след подковы –

### лошадиный тип следов.

3(2) Отпечатки симметрично раздвоены. Основу следа составляют два заостренных овала – отпечатки средних пальцев –

### олений тип следов.

1(4) Передние края копыт значительно (больше, чем на 1/3 ширины следа) расходятся в стороны. У основания копыт заметны небольшие отпечатки задних пальцев. Отпечатки задних ног почти полностью сливаются с отпечатками передних.

2(3) Отпечатки задних пальцев не расходятся шире основного следа. Передние края копыт узкие заостренные. Размеры следа 25–30 × 14–15 см. Длина шага 70–80 см – **следы лося.**

3(2) Отпечатки задних пальцев расходятся шире основного следа. Отпечатки копыт заострены по наружному краю. Размеры следа 12–15 × 7–8 см. Длина шага 30–40 см – **следы кабана.**

4(1) Передние края копыт расходятся в стороны незначительно (меньше 1/3 ширины следа). Отпечатки задних пальцев видны только на мягком грунте. Из-под отпечатков задних ног видно не менее 1/3 отпечатков передних.

5(10) Отпечатки яйцевидные.

6(9) Длина отпечатков более 6 см.

7(8) Размеры отпечатков 13 × 10 см – **следы коровы.**

8(7) Размеры отпечатков 8–10 × 12–14 см –

**следы оленя благородного.**

9(6) Длина отпечатков 6–8 см –

**следы косули.**

10(5) Отпечатки обычно неправильной формы, с контурами, приближающимися к прямоугольнику или трапеции.

11(12) Отпечатки носков пальцев округлые. Контур внутренней стороны копыт вогнут, а контур внешней стороны выпуклый. Размеры отпечатков 4–5 × 3 см – **следы козы домашней.**

12(11) Отпечатки носков пальцев закруглены. Контур внутренней стороны копыт не вогнут. Размеры отпечатка 5–6 × 4–5 см –

**следы овцы домашней.**

4(1) Следы в виде отпечатков лап.

5(10) Следы, в которых отпечатывается вся или почти вся стопа.

6(9) В отпечатке передней и задней лап по пять свободных пальцев с длинными когтями.

7(8) Следы крупных и средних размеров. Длина следа меньше двойной ширины его –

**медвежий тип следов.**

1(2) Следы крупные с мощными когтями. Отпечаток задней лапы 18–22 × 16,5 см. Длина шага 50–60 см – **следы медведя.**

2(1) Следы средних размеров с длинными когтями. Отпечаток задней лапы 6,5–8 × 4–5 см – **следы барсука.**

8(7) Следы мелкие. Длина следа в два раза превышает его ширину – **ежинный тип следов.**

1(2) Возле следовой дорожки виден отпечаток хвоста. Отпечаток задней лапы 1–1,5 × 0,5–0,8 см. Длина шага 4–4,5 см – **следы бурозубки.**

2(1) Отпечатка хвоста нет. Отпечатки задней лапы 4–4,5 × 2–2,5 см. Длина шага 10–12 см – **следы ежа.**

9(6) В отпечатке передней лапы четыре пальца, а в отпечатке задней – пять – **ондатровый тип следов.**

10(5) В следе отпечатана передняя часть стопы и пальцы.

11(12) В отпечатках передних и задних лап по пять пальцев. На следах видны отпечатки плавательной перепонки –

**выдровый тип следов.**

1(2) Пальцы соединены плавательной перепонкой в отпечатках передней и задней лап. Отпечаток задней лапы 4–6 × 4–5 см. Длина шага 50–60 см. Ширина дорожки следов около 10 см – **следы выдры.**

2(1) Плавательная перепонка соединяет пальцы лишь в отпечатках задней лапы. Отпечаток задней лапы 11–18 × 10 см. Длина шага невелика – **следы бобра.**

12(11) В отпечатках передней или задней лап может быть по четыре пальца.

13(16) Основной характер бега – рысь. Следы образуют однорядную цепочку в виде «веревочки» или зигзагообразной линии.

14(15) Следы чаще слегка вытянутые, овальные. На следах видны отпечатки когтей. Поволока и выволока обычны –

**собачий тип следов.**

1(6) Ширина хода (расстояние между следами правых и левых ног) незначительная. Следы расположены почти на одной линии. Отпечатки слегка вытянутые, овальные.

2(5) Вершины пальцев заострены. Пальцы расходятся в стороны незначительно. Средние пальцы выдвинуты вперед. Передний край боковых пальцев не заходит за задний край средних.

3(4) Характер бега – правильная рысь лентой на большом протяжении. Размеры отпечатков 8–10 × 6–8 см – **следы волка.**

4(3) Характер бега – мелкая виляющая рысь с участками галопа. Размеры отпечатков 5–6 × 3–4 см – **следы лисицы.**

5(2) Вершины пальцев закруглены и значительно расходятся в стороны. Передний край боковых пальцев заходит за задний край средних. Бег неправильный, зигзагообразная рысь часто перемежается галопом – **следы собаки.**

6(1) *Ширина хода значительная. Почти круглые отпечатки образуют ломаную линию. Диаметр отпечатка около 5 см –*

***следы енотовидной собаки.***

15(14) Следы почти круглые. Отпечатков когтей на следах не видно. Поволока и выволока отсутствуют – **кошачий тип следов.**

1(2) *Диаметр следа 2,5–3 см –* ***следы кошки домашней.***

2(1) *Диаметр следа 6–8 см –* ***следы рыси.***

16(13) Основной характер бега – галоп. Следы расположены группами по 2–4 отпечатка.

17(22) В группе следов всегда четыре отпечатка, впереди два несколько больших, сзади два несколько меньших следа.

18(19) Задние следы чаще расположены последовательно друг за другом. Группа следов напоминает букву Т. Ширина группы следов около 15 см – **заячий тип следов.**

1(2) *Следы преимущественно в лесу. Вершины передних следов закруглены –* ***следы зайца беляка.***

2(1) *Следы преимущественно в поле. Вершины передних следов заострены –* ***следы зайца русака.***

19(18) Задние следы расположены не последовательно один за другим, а рядом. Следы образуют трапецию. Ширина группы следов меньше 12 см.

20(21) Ширина группы следов 10–12 см. Отпечатка хвоста не видно. Длина прыжков 25–60 см **беличий тип следов.**

21(20) Ширина группы следов около 4 см. Виден отпечаток тонкого хвоста. Длина прыжков 10–20 см –

**тип следов мышевидных зверей.**

*Длина прыжков 10–15 см –* ***следы полевки рыжей лесной.***

*Длина прыжков более 20 см –* ***следы мыши лесной.***

22(17) В группе следов могут чередоваться двойные, тройные и четверенные отпечатки примерно одинакового размера –

**куний тип следов.**

1(2) *Длина следа 6–8 см. Длина прыжков около 70 см –*

***следы куницы лесной.***

2(1) *Длина следа менее 4 см.*

3(4) *След имеет много прямолинейных участков. Длина прыжков 40–60 см –* ***следы хорька черного.***

4(3) Следы запутанные.

5(6) Следы имеют много острых углов на поворотах. Длина прыжков 30–40 см – ***следы горностая.***

6(5) На поворотах острых углов нет. Длина прыжков 20–30 см –

***следы ласки.***

## **§ 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛЕДОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПТИЦ (практическая работа)**

Рисунки следов помещены в Приложение 2.

### **Таблица для определения типов и видов следов некоторых птиц**

1(6) Между пальцами хорошо заметны отпечатки плавательной перепонки.

2(3) В отпечатке хорошо видны только три пальца, все они направлены вперед и соединены плавательной перепонкой –

**чайковый тип следов.**

3(2) В отпечатке видны четыре пальца.

4(5) Все четыре пальца направлены вперед и соединены плавательной перепонкой –

**бакланий тип следов.**

5(4) *Вперед направлены три пальца, соединенных плавательной перепонкой –*

**утиный тип следов.**

1(4) Наружный палец короче среднего, направленного вперед.

2(3) *Следы необыкновенно крупные. Длина следа приблизительно 20 см, ширина – 17–19 см. Длина шага – 30–40 см –*

***следы лебедя-шипуна.***

3(2) *Следы менее крупные, чем предыдущие.*

*Длина следа 10–12 см, ширина – 8–9,5 см –* ***следы гуся серого.***

*Длина следа 7,5–8 см, ширина – 6,5–7 см –*

***следы кряквы обыкновенной.***

4(1) *Наружный палец длиннее среднего, развернутого внутрь следовой дорожки. Длина среднего пальца 5–6,2 см, длина наружного – 6–7 см –*

***следы нырковых уток.***

6(1) *Пальцы свободные, не соединенные плавательной перепонкой.*

7(10) *Вперед направлены только два пальца.*

8(9) *Расположение передних и задних пальцев напоминает симметричную букву Х –*

**дятловый тип следов.**

9(8) *Расположение передних и задних пальцев напоминает асимметричную букву Х или букву К –*

**совиный тип следов.**

10(7) *Вперед направлены три пальца.*

11(14) *Задний палец примерно одинаковой длины со средним.*

12(13) *Задний палец продолжает направление среднего. Угол между средним и боковыми пальцами около 40°. На заднем пальце ко-*

готь длиннее и острее, чем на остальных. Одиночные следы могут чередоваться с парными – **вороний тип следов.**

1(2) Отпечаток заднего пальца длиннее остальных. Возле следов ног часто бывает отпечаток хвоста в виде клиновидного веера. Длина следа 6,0–6,5 см – **следы сороки.**

2(1) Отпечаток заднего пальца не длиннее остальных.

3(4) Углы между средним и боковыми пальцами около  $40^\circ$ .

Длина следа около 11 см –

**следы ворона.**

Длина следа около 8,5 см –

**следы вороны.**

Длина следа около 5 см –

**следы галки.**

4(3) *Передние пальцы сильно сближены. Углы между средним и боковыми пальцами около  $20^\circ$ . Длина следа около 5 см, ширина – 2 см –* **следы сойки.**

13(12) Задний палец не продолжает направление среднего (сместен внутрь). Угол между передними пальцами более  $60^\circ$ . Одиночные следы в виде цепочки – **цаплевый тип следов.**

14(11) Задний палец короче среднего.

15(16) Передние пальцы оторочены плавательными лопастями – **лысуховый тип следов.**

16(15) Плавательных лопастей на передних пальцах нет.

17(18) Задний палец отпечатывается в отрыве от остальных в виде круглой или продолговатой ямки – **аистовый тип следов.**

18(17) Отпечаток заднего пальца не оторван от остальных.

19(20) *Задний палец продолжает направление среднего –*

**голубиный тип следов.**

20(19) *Задний палец не продолжает направление среднего (завернут внутрь).*

21(22) Пальцы тонкие, прямые. Задний палец иногда может отсутствовать – **куличинный тип следов.**

1(4) *Задний палец хорошо заметен, длиной 1–1,5 см. Длина отпечатка лапки около 5 см, ширина – 4,5 см. Возле следов ног обычны округлые отверстия, оставленные клювом.*

2(3) *Следы найдены в лиственных и смешанных лесах с влажной подстилкой –* **следы вальдшнепа.**

3(2) *Следы найдены на пойменных лугах, болотах, заболоченных опушках –* **следы бекаса.**

4(1) Следы трехпалые, задний палец не отпечатывается. Длина следа 3,5–4 см, ширина – до 4,5 см – **следы чибиса.**

22(21) Пальцы толстые у основания, узловатые –

**куриный тип следов.**

1(4) Угол между крайними передними пальцами тупой. Задний палец не превышает в длину половину среднего пальца.

2(3) Только в лесу. Длина отпечатка 11–12 см. Ширина – 7–11,5 см – **следы глухаря.**

3(2) На опушках лесных зарослей и торфяных болот. Длина отпечатка 5,5–6 см. Ширина – 6–7 см – **следы тетерева.**

4(1) Угол между крайними передними пальцами около 90°. Задний палец достигает примерно трети длины среднего.

5(6) Старые лесные заросли с нижним ярусом высоких трав. Длина отпечатка 5–6 см. Ширина – 4,5–5 см – **следы рябчика.**

6(5) В поле, на лугу, изредка на опушке леса. Длина и ширина отпечатка около 5 см – **следы куропатки серой.**

## § 16. СЛЕДЫ КОРМОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Животные различаются по составу употребляемой пищи, по тому, как они ее разыскивают, добывают и едят, какие оставляют несъедобные части добычи. Все это определяет различие в следах, связанных с их питанием. Эти следы могут быть использованы для установления присутствия животных в данном месте, для изучения их поведения и экологии. Следы, связанные с питанием, для надежности определения, какому животному они принадлежат, полезно сопоставлять с другими следами жизнедеятельности (отпечатки лап, помет, убежища и др.) (приложения 3, 4).

*Погрызы на ветвях и стволах деревьев и кустарников. Копытные, грызуны, зайцеобразные и некоторые птицы поедают ветки деревьев и кустарников, их почки и кору. Во многих случаях характер погрызов более или менее точно указывает, какое животное здесь кормилось.*

В течение всего года ветвями, корой и даже древесиной кустарников и деревьев питаются лоси. Они обламывают и отрывают ветви толщиной до 10 мм и более, обдирают кору с растущих деревьев и не менее охотно используют для этого деревья, поваленные ветром, лесорубами и бобрами. Предпочтение лоси отдают различным видам ив, затем осине, березе, рябине, крушине, черемухе, сосне, можжевельнику. В зимнее время лось обдирает с дерева кору на высоте 1–3,5 м, оставляя частые продольные царапины.

Вершины небольших деревьев, если лось может до них дотянуться, он обламывает, повреждая, таким образом, одни и те же деревья многократно и много лет подряд. От этого вершинки их начинают куститься. Рост замедляется или даже прекращается. Более молодые деревья, например сосны, лось ломает, надвигаясь на них грудью и пропуская между ног. Стволики мелкого ивняка, а также других кустарниковых и древесных пород он «обстригает» сверху, обрывает их

ветки. Как и все жвачные, лось не имеет резцов на верхней челюсти, поэтому он не откусывает ветки, а обламывает и отрывает. При этом конец такой отломанной ветки оказывается неровным, волокнистым, с более или менее длинными «заусеницами».

Концы веток деревьев и кустарников, обломанные лосем, похожи на концы веток, обломанные другими оленями. Для распознавания зверя, который нанес повреждение, должны быть использованы другие следы, а также сведения о том, какие животные обитают в данной местности.

В период питания веточными кормами кора – важный компонент в рационе лося. Объедая кору осины, рябины, черемухи и других листовых пород (иногда и ели), лоси оставляют на стволах деревьев длинные узкие борозды – следы нижних резцов, будто кто-то срезал кору узкой стамеской. С ветлы и ивы лось иногда сдирает целые ленты коры. Ухватив резцами кору на высоте морды, лось, отступая от ствола, отдирает длинную полосу. Примерно такие же следы оставляют при поедании коры и другие олени, кроме косуль, которые кору не гложут.

Весьма обычны на деревьях и кустарниках погрызы зайцев. Их легко отличить по следам зубов. Следы резцов зайца на коре отличаются от следов резцов лося, да и других оленей, меньшей шириной, четкостью границ. Зайцы не ломают и не обрывают ветки как это делают лоси и другие олени, а откусывают, оставляя ровный след, словно ветку обрезали ножом.

Беляк и русак, обладающие более мощными резцами, оставляют глубокие погрызы и вместе с корой захватывают верхний слой древесины. Веточки и молодые побеги осины, березы, рябины, ивняков и других кустарников толщиной в полкарандаша зайцы поедают полностью. Летом зимние погрызы зайцев оказываются нередко на высоте 1–2 м от земли. Достать корм высоко помогает им слой снега и кучта, под тяжестью которой деревья согнулись, став доступными для зайцев.

Если в лесу или на вырубке ветер свалит осину или сломает ее вершину, беляки собираются в этом месте на пиршество. Через некоторое время они обгрызают все сучки упавшего дерева и сам ствол в тех местах, где он покрыт негрубой светло-зеленой корой.

Заметные и легко распознаваемые следы жизнедеятельности оставляют бобры. По берегам рек, заселенных бобрами, можно видеть пни подгрызенных этими зверями деревьев. Пни имеют характерную конусовидную форму и следы долотообразных резцов. Следы резцов остаются и на щепках, усеивающих место работы бобра. Толщина поваленных бобрами деревьев колеблется от нескольких сантиметров до метра. Сваленные деревья бобры расчленивают на отрезки неодинаковой длины, отделяя от них сучья, которые также разгрызают на куски.

В годы, когда на деревьях шишек нет, белка голодает. Зверьки кочуют в поисках более кормных мест, но с наступлением морозов миграции прекращаются и белки оседают в тех угольях, где их застает зима. Они перебиваются, питаются малокалорийными кормами, например, почками различных деревьев, в частности ели. В такое время под елями можно увидеть много зеленых кончиков веток длиной 5–6 см. Если внимательно рассмотреть эти веточки, можно заметить, что они без верхушечных почек. Зверек скусывает кончик еловой ветки и, удерживая его в передних лапах, выедает почки.

Погрызы с узкими следами резцов принадлежат мышевидным грызунам. Водяная крыса, полевка, лесная мышь поедают кору осины, тополя, ивы, фруктовых деревьев. Иногда они «окольцовывают» дерево, отчего оно засыхает. Резцы этих грызунов оставляют на коре мелкие парные дорожки. Питаются мышевидные грызуны корой, чаще всего, обгрызают ее зимой ниже уровня снега, так что их погрызы обнаруживаются только весной. Объедая кору, они редко прихватывают древесину.

Связанные с питанием следы оставляют на стволах и ветвях деревьев и кустарников дятлы. Самый крупный из наших дятлов – черный дятел, или желна. Он питается жуками дровосеками, златками, короедами и их личинками, которых извлекает из-под коры и из трухлявой древесины. Нередко птица добывает насекомых из живой нетрухлявой древесины, поэтому долбит, казалось бы, здоровое дерево, причем из ран, нанесенных дереву, обильно течет смола. Однако в ранах можно видеть отверстия – ходы, проделанные насекомыми, из которых они были извлечены дятлом. Результаты такой работы в лесу хорошо заметны, особенно зимой – это кучи щепок, древесной трухи, кусков коры под деревом или возле старого пня.

Отверстия – «дятлины», продолбленные желной в стволе дерева, имеют характерную форму вытянутого прямоугольника или овала.

Большой пестрый дятел, добывая насекомых, долбит ствол и сучья деревьев, оставляя различной формы и глубины воронки.

Весной в лесу можно найти на стволах берез и елей, реже осин и сосен «дятловые кольца», представляющие собой поперечные ряды четырехугольных углублений в коре. Эти углубления проделываются дятлами, которые пьют вытекающий из повреждений сок, движение которого вызвано теплом весенних солнечных лучей.

Следы кормовой деятельности боровой птицы наблюдаются в основном зимой. Глухари в этот период кормятся хвоей сосны. Установлено, что сахара, жиров и других питательных веществ больше в хвое сосен, растущих на южных опушках или полянах, чем на деревьях внутри лесного массива. Именно на таких соснах и жируют глухари.

Глаз опытного следопыта еще издали приметит дерево, на которое постоянно взлетает глухарь – хвоя на его вершинке выщипана и заметно

реже, особенно на местах, удобных для присады. На снегу под таким деревом обычны обломанные побеги, хвоя, клочки лишайников, шелушки коры, ямки от упавшей кухты и помет глухарей. В районах, где нет сосны или ее мало, птицы едят хвою ели и можжевельника.

Рябчики зимой живут за счет побегов, почек и сережек различных древесно-кустарниковых пород. Они кормятся на березе, ольхе, рябине, ивах, оставляя под этими деревьями посорку. Чаще, чем глухари, эти птицы кормятся на земле. Молодые березки и низкорослые ивы, торчащая из-под снега, малина позволяют им питаться, не взлетая на деревья. Кормовые наброды рябчика в течение всей зимы можно встретить на черничнике, верхние веточки и верхушечные почки которого являются важным компонентом его рациона. В конце зимы, когда еловые шишки раскрываются и рассеивают по ветру семена с легкими летучками, следы рябчиков, разыскивающих эти семена, встречаются в плодоносящих ельниках.

Следы кормежки тетеревов, пока снег не глубокий, можно встретить на окраине поля, где птицы склевывают зерна с торчащих из-под снега метелок овса, а на обочинах и межах – семена различных сорняков. Позже, когда снег покроет все наземные корма, стайки этих птиц будут ощипывать почки и сережки на березе и ольхе, оставляя под ними далеко заметную посорку.

*Следы животных, связанные с питанием плодами и семенами. В лесу под крупными деревьями часто встречаются растрепанные или обшелушенные шишки ели или сосны. Это следы пребывания дятлов, клестов и белок. Научиться отличать шишку, погрызенную белкой, долбленную дятлом или растрепанную клестом, нетрудно.*

Белка, добывая семена из шишки, скусывает чешуйки до самого основания, и от шишки остается голый стержень с 4–6 чешуйками на вершинке. Если чешуйки рассеяны под елью на большой площади, то можно заключить, что зверек обгрызал шишку высоко на дереве. Если же чешуйки сосредоточены на земле близко друг к другу, то можно быть уверенным, что белка обрабатывала шишку именно в этом месте, сидя на пеньке, стволе упавшего дерева или прямо на снегу, если он плотный.

Любителями семян ели и сосны являются различные виды дятлов. Сорвав с дерева шишку, большой пестрый дятел летит с ней к своей «кузнице», которая представляет собой щель в стволе дерева или в суку. Иногда дятел сам выдалбливает такую щель. Под деревом, на котором расположена «кузница» дятла, обычно рассыпано много шишек ели и сосны. У шишки, обработанной дятлом, чешуйки почти все сохраняются, они оттопырены ударами клюва птицы, и некоторые из них расщеплены.

Шишки, из которых добывал семена клест, по виду можно поставить между беличьими и дятловыми. Часть чешуек оборвана, слов-

но размочалена, часть болтается, оборванная наполовину, а некоторые чешуйки вообще нетронуты. Кроме того, клест не отделяет шишку от ветки так чисто, как белка. Он отрывает ее с кусочком ветки и небольшим пучком хвои.

Сброшенная ветром на землю, оброненная белкой или клестом еловая шишка – хороший подарок мышам и полевкам. Эти зверьки обгрызают чешую не так близко от стержня, как это делает белка, поэтому стержень остается более толстым. Иногда зверек не затрудняет себя переворачиванием шишки, тогда чешуйки оказываются обгрызенными только с одной стороны.

Орехи лещины дятлы раскалывают или продалбливают в их скорлупе отверстие с угловатыми или зубчатыми краями. Белка прогрызает скорлупу ореха, а затем раскалывает его раздвигающимися резцами. Лесные мыши прогрызают в скорлупе ореха приблизительно круглое отверстие. Полевки также прогрызают отверстие, но чаще всего не вполне круглое.

***Иные следы кормления.** Места успешной охоты лисицы можно заметить по кучкам перьев. Основания маховых и хвостовых перьев бывают обгрызены, что характерно именно для этого хищника. Скорлупки разграбленного утиног или тетеревиного гнезда также выдадут лисицу. У выпитых или выеденных ею яиц на скорлупе в 1,5 см друг от друга остаются два отверстия от ее клыков. В местах мышкования лисицы хорошо заметны ямки, через которые хищники ловили грызунов. Там, где была схвачена и съедена полевка, нередко остаются капельки крови, а порой желудок жертвы и его содержимое.*

Звери, ведущие полуводный образ жизни, поедают корм на берегу, в определенных местах, оставляя заметные следы своего пребывания. Ондатра устраивает так называемые кормовые столики – сухие места на берегу, кочки среди воды или на заломах тростника, куда затаскивает стебли и корневища водных растений. На кормовых столиках изредка встречаются остатки и животной пищи – панцири моллюсков, остатки раков и лягушек, которых она поедает в водоемах с обедненной растительностью.

В «столовых» выдры, которые она устраивает на крупных, торчащих из воды камнях, стволах упавших в воду деревьев и, реже, прямо на берегу, бывают остатки рыб и лягушек.

Нередко хищные звери поедают свою добычу не там, где она была поймана, а перетаскивают ее в более тихое, укрытое место, куда-нибудь в густые заросли либо в свое убежище. При перетаскивании на снегу, а иногда и на лесной подстилке остается след волока. Если пройти по следу волока, он обязательно приведет к убежищу, куда хищник затащил свою жертву.

Некоторые животные, заготавливая корма впрок в период их обилия, оставляют заметные следы своей деятельности. Так, в конце лета в лесу часто встречаются грибы со следами резцов белки на шляпке. Белка не только поедает грибы в свежем виде (около 45 видов), но и сушит их на зиму. Чаще всего она использует для этого маслята и опята. Срывая гриб вместе с ножкой, грызун укрепляет его в развилке сучков для просушки. Интересно заметить, что зверьки развешивают грибы даже тогда, когда кочуют, словно заботясь о тех своих сородичах, которые будут зимовать в этих местах.

Бобры на зиму заготавливают корм в виде больших куч ивовых прутьев и ветвей других лиственных пород, сложенных на берегу у самого уреза воды и частично затопленных. Зимой, особенно в морозы, звери малоактивны и живут главным образом за счет этих запасов.

**Экскременты животных. Погадки птиц.** Изучение и сбор экскрементов отвечает на многие биологические вопросы. Кучки экскрементов у нор одних животных и отсутствие их у нор других рисует различия в образе жизни этих животных. Даже количество зерен экскрементов, находимых в одном месте, и их расположение характеризуют поведение животного. Экскременты значительно долговечнее непрочных отпечатков. Они указывают место кормежки долгое время после исчезновения иных следов.

В природе наблюдатель имеет дело с экскрементами различной давности, а так как вид и свойства их изменяются со временем, надо выждать для более подробного изучения, пока они не отвердеют совершенно, если были найдены свежими. Наряду с изменением поверхности после потери влаги изменяются и размеры экскрементов. Так, у грызунов каждое зерно через 12 часов укорачивается на треть от своей первоначальной длины. Диаметр зерна за это же время уменьшается примерно на 10%.

Структура экскрементов в целом характеризует степень измельчения пищи в результате различного строения жевательного аппарата и повадок хозяина. При сжатии и растирании сухих экскрементов они деформируются иногда только при большом усилии. В других случаях они, будучи сухими, сжимаются. При менее пластичной связи между своими составными частями и при наличии шерсти экскременты разваливаются на рыхлые комки. Все эти признаки весьма существенны.

Различия в окраске экскрементов менее всего постоянны, так как под влиянием воздуха, света и других факторов этот признак вскоре получает однообразный характер: экскременты выцветают. Поэтому нижняя сторона всякого долго пролежавшего зерна в природе оказывается темнее верхней.

Птицы не имеют зубов, поэтому проглатывают пищу целиком или кусками. С пищей в их желудок попадает много неперевариваю-

щихся частиц: костей, перьев, шерсти, когтей, раковин, косточек семян и др. Эти частицы отрыгиваются птицами в виде вытянутых округлых комков – погадок, которые можно обнаружить возле мест отдыха птиц.

Нормальные экскременты и погадки содержат богатую фауну простейших и гельминтов (до трети их сухого вещества). Яйца гельминтов отличаются необычайной стойкостью в отношении влияния внешней среды. В связи с этим работа с экскрементами должна проводиться с соблюдением определенных гигиенических правил. Все манипуляции над экскрементами совершаются с помощью пинцета, собирают их в закупоривающиеся пробирки, а после работы руки дезинфицируют.

**? Помните.** 1. Какие выделяются типы следов кормовой деятельности животных? 2. Как можно отличить погрызы различных зверей на деревьях и кустарниках? 3. Какие следы, связанные с питанием, оставляют на деревьях дятлы? 4. Как отличить следы кормовой деятельности куриных птиц друг от друга? 5. Какие животные заготавливают корм на зиму? Приведите примеры. 6. Чем отличаются экскременты от погадок?

## **§ 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛЕДОВ КОРМОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ (практическая работа)**

### **Таблица для определения повреждений древесных пород мышевидными грызунами (см. приложение 3)**

1. (8) Стволики погрызены только над землей.  
2. (5) Следы резцов узкие, глубоко врезаются в заболонь.  
3. (4) Обглоды по стволу распространены от поверхности земли вверх – до поверхности снежного покрова. Деревца или их части, находящиеся под снегом, иногда обглоданы нацело –

*обыкновенная серая полевка.*

4. (3) Обглоды стволиков по большей части в высоту не превышают 2 м. Следы зубов особенно заметны на деревьях с твердой корой –  
*полевка-экономка.*

5. (2) На заболони следы резцов очень слабы или совсем отсутствуют.

6. (7) На заболони следов нет. Обглоды стволиков на высоту до 2–5 м; боковые ветви обглоданы не только под снегом, но и значительно выше его поверхности –

*лесные мыши.*

7. (6) На заболони следы резцов слабо заметны и расположены косо (под углом) по отношению к оси стволика –

*рыжая лесная полевка.*

8. (1) Стволики погрызены только под землей у корней, вверх до корневой шейки. В основном повреждены боковые корни, иногда и более толстые главные корни. Следы резцов крупнее, чем у других грызунов; ширина бороздок, оставленных парой зубов, до 2,5 мм. Основание ствола часто заточено на конус. У корней деревьев – подземные ходы шириной 40–60 мм –

*водяная полевка (крыса).*

**Таблица для определения некоторых групп животных по их экскрементам (см. приложение 4)**

1 (6) Экскременты всегда содержат ясно заметную примесь белых мелоподобных, крошащихся в сухом состоянии продуктов мочевины.

2 (3) Жидкие, как бы выплеснутые, экскременты в виде одной или нескольких радиально расходящихся полос длиной до 70–80 см. Продукты мочевины распределены более или менее равномерно в виде белой пленки –

экскременты крупных пернатых хищников, чаек, водоплавающих, голенастых и веслоногих птиц.

3 (2) Экскременты не жидкие. Продукты мочевины сосредоточены в одном месте.

4 (5) Экскременты имеют вид твердых слегка изогнутых колбасок с закругленными концами. Видны следы растительных остатков. Цвет зимой рыжеватый, летом – темно-бурый –

экскременты куриных птиц.

*Длина колбасок 10–11 см – экскременты глухаря.*

*Длина колбасок 5–6 см – экскременты тетерева.*

*Длина колбасок 2–3 см –*

*найденны в лесу экскременты рябчика,*

*найденны в поле или на опушке леса*

*экскременты куропатки серой.*

5 (4) Экскременты в виде бесформенных лепешек или башенок –

экскременты иных птиц.

6 (1) Белые продукты мочевины, подобные описанным выше, всегда отсутствуют, однако у очень старых экскрементов может наблюдаться грязно-беловатая окраска как с поверхности, так и на изломе –

экскременты млекопитающих и погадки птиц.

7 (8) Всегда отдельные яйцевидные (реже яйцевидно суженные) или неправильно сигаровидные комки. Обычная окраска серая и серовато-бурая. Концы комков закругленные или слегка заострены.

В сухом состоянии комки очень рыхлые, разваливающиеся между пальцами на комочки, мягкие (от большого количества шерсти),

или же очень грубые (расчлененные в суставах хитиновые части насекомых). В первом случае комки пронизаны слабо или совсем не раздробленными костями грызунов, которые могут торчать и наружу. У крупных поверхность может быть как бы залакированная. Если комки находятся по нескольку в одном месте, то вблизи часто обнаруживаются признаки посещения птиц или их жилища –

**погадки пернатых хищников.**

8 (7) Экскременты имеют вид уплотненных зерен или колбасок.

9(10) Разделенные продолговатые колбаски, обычно изогнутые и с оттянутыми концами. Если имеется лишь одна колбаска, то она разделена перехватами. Состоят из уплотненных животных остатков, мелко раздробленных костей грызунов, не выступающих наружу, клочков шерсти и т.п. –

**эксскременты хищных млекопитающих.**

1(2) *Эксскременты в виде колбаски. Колбаска, чаще одна, относительно тонкая и длинная (длина превышает толщину в 5 и более раз), оттянутая на концах «в нитку». Если имеется вторая, то она значительно меньших размеров. По строению напоминает перекрученную веревку.*

**эксскременты хищников из семейства Куны.**

Длина колбаски более 8 см – **эксскременты куницы.**

Длина колбаски от 5 до 8 см – **эксскременты хорька.**

Длина колбаски от 3 до 5 см – **эксскременты горностая.**

2(1) *Колбаски иной формы. Длина превышает толщину в 2–3 раза –* **эксскременты хищников из семейства Собачьи.**

Длина колбаски более 8 см – **эксскременты волка.**

Длина колбаски 5–8 см – **эксскременты лисицы.**

10 (9) Яйцевидно удлинённые плотные зерна состоят почти исключительно из мелко перетертых растительных волокон. Преобладающая форма ореховидная, яйцевидная и сигаровидная.

11 (14) Экскременты крупные или средней величины. Длина меньше двойного диаметра.

12 (13) Экскременты крупные, длиной более 30 мм –

**эксскременты некоторых копытных.**

13 (12) Экскременты средней величины, длиной 10–30 мм.

1(2) *Форма зерен приближается к шару или правильному овалу. Зерна всегда не слипшиеся, шаровидно-сплюснутые или правильно-овальные с небольшими прямо- и тупоугольными носиками. Размеры зерен 17–13 мм.*

Встречаются в лесу – **эксскременты зайца-беляка.**

Встречаются на открытых пространствах, реже на опушках леса – **эксскременты зайца-русака.**

2(1) Зерна, приближающиеся к цилиндрическим закругленным (иногда один конец вдавлен) или слегка заостренным. Окраска бурая. Поверхность гладкая, матовая, с мелкой и неясной структурой, при долгом лежании меридионально растрескиваются. Размеры 12–15 × 6–10 мм. Могут встречаться в одном месте в больших количествах и быть слеplенными в шаровидные комки **экскременты овец**

14(11) Зерна экскрементов мелкие (длина менее 10 мм). Зерна плотные, продолговатые. Длина превышает диаметр в два раза и более **экскременты мышевидных грызунов.**

## § 18. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛЕДОВ

Тропление и изучение животных по следам. **Учет охотничье-промысловой фауны, многие способы охоты, а также изучение зимней биологии животных основаны на их троплении.**

При изучении каждого следа последовательно определяют следующие признаки: кому принадлежит этот след, направление движения животного, свежесть следа, особенности поведения животного.

Принадлежность следа определяют по величине, форме и взаимному расположению отпечатков ног, длине шага или прыжка, характеру бега и т.д. Необходимые для этого сведения приведены выше в определительных таблицах и рисунках издания.

Направление движения, прежде всего, можно определить по отпечаткам когтей. Если они есть, то всегда находятся в передней части следа. У копытных животных направления движения показывают острые углы копыт, у мышевидных грызунов отпечаток хвоста возле следов. Определенную роль в этом играет взаимное расположение следов (зайцы, белки). При достаточной глубине снега впереди следов бывает выброшенный ногой снег – выволока, а сзади – канавка от ноги – поволока. Они также помогают определить направление движения животных.

Наличие поволоки – свидетельство свежести следа. Через несколько часов она исчезает. Свежесть следа определяют также по наличию ледяной корки на его стенках и дне. Она образуется через 3–4 часа. Наличие корки можно определить на ощупь или при помощи прутика, которым проводят через след. Прутик легко перережет свежий след. Если же нужно приложить некоторые усилия, то следу не менее чем 3–4 часа. Очень старый след прутик совсем не перережет. О свежести следа свидетельствует подтаивание его стенок или запошенность снегом.

Определение особенностей поведения животных по их следам – самая трудная часть работы. Для ее выполнения нужно некоторое

время идти вдоль следа, не затаптывая его, и наблюдать, как он будет изменяться. При этом можно заметить отличия в длине шага или прыжка, размещении передних и задних лап, места остановок. Такие наблюдения дают основание для суждения о характере действий животных (свободный ход, быстрый бег, игра, поиск, кормление и т.д.).

При выходе на звериный след можно вести его исследование по ходу зверя («в носок») или против него («в пяту»). Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки.

Конечно, соблазнительно идти вслед за зверем в надежде его догнать и воочию наблюдать. Так поступают охотники. Иное дело – исследовательские цели. Здесь из боязни «подшуметь» зверя приходится отдавать предпочтение движению «в пяту». Это позволяет познакомиться с поведением спокойно чувствовавшего себя зверя и проследить его ход вплоть до самого начала – длительной (ночной или дневной) лежки. Позднее, по завершении этой части пути, можно вернуться к исходному пункту и продолжить выслеживание, но теперь уже «в носок».

Пройденное расстояние подсчитывают шагами, повороты определяют по компасу. Эти данные отмечают в записной книжке и наносят на план глазомерной съемки. Одновременно фиксируют все существенные особенности поведения зверя.

Так, в конечном счете, возникает точное представление обо всем пути, пройденном животным, и появится много интересных наблюдений, которые очень выиграют, если будут точно зарегистрированы, а затем количественно обработаны.

Рассмотрим пример изучения поведения зайца по его следам. Для изучения лучше брать следы русака. Они почти всегда на открытом месте и менее запутанные и длинные по сравнению со следами беляка.

Обычный ход зайца – довольно крупные прыжки. При этом задние ноги заяц выносит вперед одновременно, поэтому большие продолговатые отпечатки задних ног находятся впереди, почти на одном уровне и всегда параллельны между собой. Передние ноги оставляют небольшие округлые следы сзади, последовательно друг за другом. Если взаимное расположение следов и расстояние между ними долгое время не меняются, то можно считать, что животное двигалось спокойно. Помня, что следы от передних лап зайца всегда находятся сзади, можно определить направление его движения.

Следы могут привести к месту кормления зайцев. На жировке заяц передвигается короткими прыжками, часто останавливается, и тогда на снегу отпечатываются целиком подошвы длинных задних ног, между ними маленькие следочки передних лапок и мягкое округлое очертание «окорочков» сидевшего зверька. Тут же вы можете узнать заячье «меню», увидев либо свежие погрызы на коре сваленной

осинки, либо кустик черники или малины, снег, с которого сбит, а многие веточки будто срезаны ножом. Раскопанный на поле снег обозначит место, где зверек добирался до зеленых озимей. От места кормления чаще всего отходит обычный по виду след.

Если зайца кто-либо напугал, расстояние между следами резко возрастает – заяц делает большие прыжки (гонный след). Через некоторое время гонный след переходит в обычный – значит, опасность миновала.

Перед тем, как залечь на отдых, заяц начинает запутывать следы. Сначала он делает 1–2 большие петли, пресекая собственные следы. Случается так, что след внезапно обрывается. Внимательно присмотревшись, можно заметить, что следы на этом участке сдваиваются, это значит, что заяц пошел назад по своему следу. Появление сдвойки следов – надежный признак того, что лежка зайца очень близко. Длина сдвойки бывает от 5 до 150 шагов.

После сдвойки заяц делает скидку – резкий прыжок в сторону на расстояние около 3 м. Затем снова идет обычный след. После 2–3 сдвоек и скидок заяц залегает на отдых возле какого-нибудь укрытия. Лежка его представляет овальную ямку около 40 см в длину. Дно ее обычно уплотнено и покрыто тонкой коркой льда.

Если сориентироваться, то можно заметить, что лежка зайца расположена недалеко от первых сдвойки и скидки (рис. 2.4).

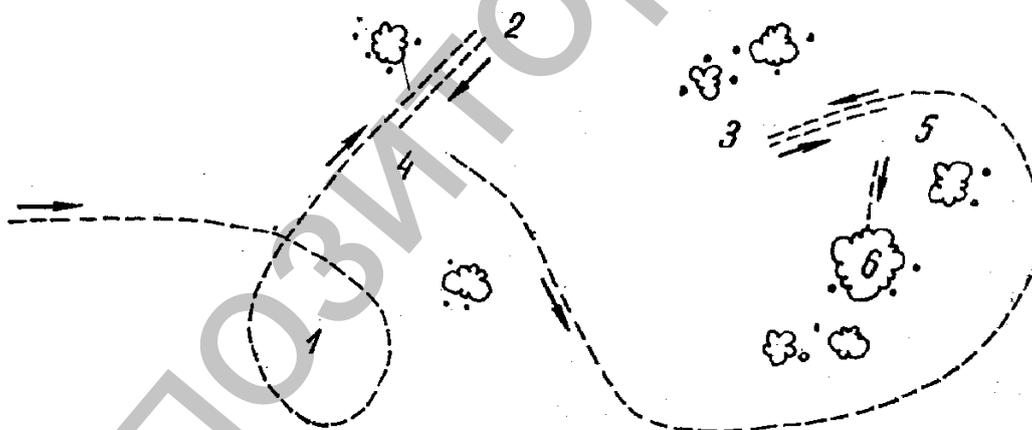


Рис. 2.4. Путь зайца русака на лежку: 1 – петля, 2–3 – сдвойки, 4–5 – скидки, 6 – лежка.

Тропить беличьи следы – дело нелегкое. Вот след начинается от подножия старой елки. Это зверек спустился с дерева и поскакал меж стволов к краю оврага, где видны заснеженные кусты орешника. Там можно увидеть свежие покопки, где грызун искал орехи. Только будьте внимательны: здесь же орудуют и другие любители лесных деликатесов – сойки. Они также копают снег и ворошат сухую листву, но тогда возле ямки мы увидим не знакомые беличьи следы, а следы легких прыжков лесных птиц, а нередко и отпечатки расправленных крыльев.

Вдруг беличий след надолго обрывается. Это белка забралась на дерево и пошла верхами, перелетая с ветки на ветку.

Тропить зверя, идущего верхом, или грядой, как говорят охотники, с непривычки трудно. Надо внимательно отслеживать легкую посорку: хвоинки или сбитый с веток снежок. Так можно добраться до старой елки или сосны, подножие которой все усыпано чешуйками и голыми стержнями шишек. Здесь белка кормилась семенами хвойных деревьев. В годы неурожая шишек можно увидеть на снегу множество коротких еловых веточек. В голодный год зверек вынужден питаться еловыми почками. Если долго бродить по беличьим следам, то рано или поздно вы убедитесь, что зверьку не следует быть беспечным. Следы на снегу расскажут, что белки не так уж редко гибнут в когтях ястреба или в зубах куницы, или лисицы.

Лисий нарыск довольно часто встречается во время экскурсий за город. Если пройти вдоль него на лыжах, он почти наверняка приведет на заснеженное поле или к луговой заболоченной низине. В подобных местах скапливается особенно много грызунов. Здесь лисий след начинает петлять. Видны частые остановки, покопки в снегу. Это следы мышкования. Мышевидные грызуны и, прежде всего, полевки составляют главную пищу лисицы зимой (рис. 2.5.).



Рис. 2.5. План тропления лисицы: 1 – копанка в снегу, 2 – место поимки полевки, 3 – дефекация, 4 – мочева точка, 5 – лежка.

В голодные зимы лисицы вынуждены подбирать не только падаль, но и всевозможные отбросы на задворках человеческого жилья. Гораздо реже след приведет к месту удачной охоты лисицы на зайца или зазевавшуюся птицу.

Деятельность лосей в снежный период носит однообразный характер. Они передвигаются в определенном направлении, постепенно удаляясь от места ночевки. На отдельных участках лось бродит, сворачивая в ту или иную сторону, но затем продолжает путь в прежнем направлении. На протяжении нескольких суток звери движутся по замкнутой кривой.

Лось ходит широким шагом. И даже на глубоком снегу, когда, например, кабан вынужден грудью пробивать снег и оставлять после себя широкую сплошную борозду, лось легко переставляет свои ноги-ходули, после чего остается ряд глубоких ям.

Но в пору многоснежья даже лоси двигаются мало, проходя за сутки менее километра. В это время группа лосей держится где-нибудь в мелколесье (рис. 2.6.). Звери много лежат на снегу и встают лишь для того, чтобы покормиться. Кормом им служат ветки осин, рябин, ив, дубов, сосен и других деревьев. Кроме того, лоси острыми зубами скоблят кору молодых деревьев названных пород. Эти погрызы хорошо видны на коре, напоминая длинные шрамы.

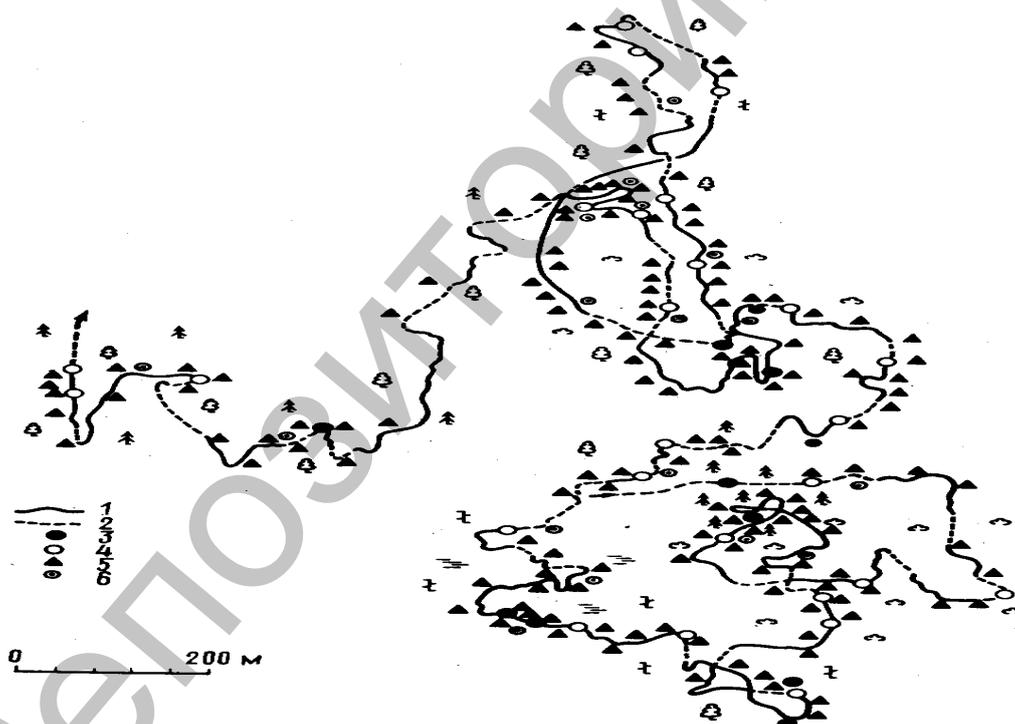


Рис. 2.6. План тропления лосей: 1 – жировка, 2 – ход, 3 – ночная лежка, 4 – дневная лежка, 5 – дефекация, 6 – мочеотделение.

Места зимних стоянок (*стойб*) лосиных групп легко узнать по следам и лежкам в снегу, поврежденной коре и кустарникам, многочисленным кучкам помета. Многие из этих следов остаются и летом.

Кабаны всю зиму живут семьями, и возле старой свиньи находятся подростки за лето и осень поросята и прошлогодние подсвинки.

Иногда две–три семьи объединяются в один гурт. Взрослые секачи держатся отдельно – их зовут одинцами.

День кабаны проводят в поросших тростником болотах, густом мелколесье, посадках ели или сосны. Там устраивают логово, сгребая в кучу всякий растительный мусор, ветки, листья. На этой подстилке и спят весь день, тесно сбившись. Секачи устраивают лежки на разрытых муравейниках или кучах хвороста.

Увидеть кабанов на лежке трудно. Во-первых, в такую чащу человек редко забредает, а главное, кабаны очень чутки. Случайно приблизившись к месту дневки стада, можно иногда услышать, как вскочившие звери затрещат по кустам, бросившись наутек. Старый кабан еще более осторожен. Он заранее тихо встает со своего ложа и, не торопясь, уходит. С темнотой кабаны покидают логово. Экономя силы, по зарослям и глубокому снегу идут гуськом. Впереди сильная взрослая свинья, за ней – молодые.

На месте кормежки – клеверище, убранном хлебном или картофельном поле – стадо разбредается. Здесь видны частые поковки (рис. 2.7.). Свиньи откапывают оставшиеся клубни, колосья. Разрывают гнезда грызунов. А в лесу ищут опавшие плоды и желуди. Глубокий снег кабан, словно бульдозер, пропахивает мощным корпусом, оставляя за собой широкую сплошную борозду.

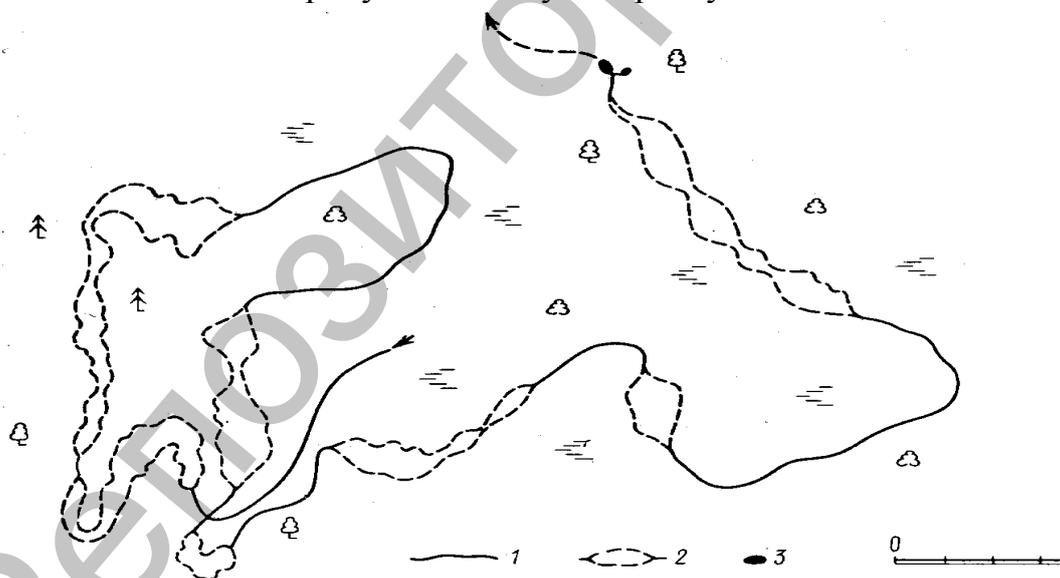


Рис. 2.7. План тропления группы кабанов: 1 – ход, 2 – жировка, 3 – лежка.

Стоит постоять несколько ясным, без снегопадов, дням, и поверхность снега в лесах и полях покроется сетью мелких следов, узких траншей и целых натоптанных троп. Это набегали различные грызуны – крысы, мыши и полевки, а также насекомоядные – землеройки. При большом разнообразии мышевидных грызунов, узнать какому из них принадлежит увиденный след не всегда под силу даже опытному следопыту.

Следует сказать, что преимущественный аллюр мышей – длинные скачки. При таком передвижении на снегу остаются трапецевидные следы всех четырех лапок, напоминающие миниатюрные беличьи следы. Час-то сзади отпечатков лап видна полоска, оставленная длинным хвостом.

Самая крупная из наших мышей – желтогорлая. Она любит селиться в широколиственных участках леса со старыми дуплистыми деревьями и орешником. Скачки этой мыши очень длинные, иногда она прыгает более чем на метр. Отпечатки лапок взрослой особи заметно крупнее следов домово́й или небольшой лесной мыши.

Чаще всего у нас встречается лесная мышь. Следы ее очень похожи на следы желтогорлой, но прыжки короче, обычно менее полуметра, да и сами отпечатки несколько мельче.

Полевая мышь живет в полях. В среднем скачки ее недлинные. Казалось бы, просто – встретил следы длинных прыжков в лесу, значит, пробежала лесная мышь, а если там же попались очень длинные прыжки – то это желтогорлая. Если же след тянется в поле, то мы имеем дело с полевой мышью. Однако полевые мыши совсем нередко встречаются и в лесу, особенно вблизи опушек. А лесные мыши часто селятся в куртинах кустов и зарослях бурьяна посреди полей (рис. 2.8.).

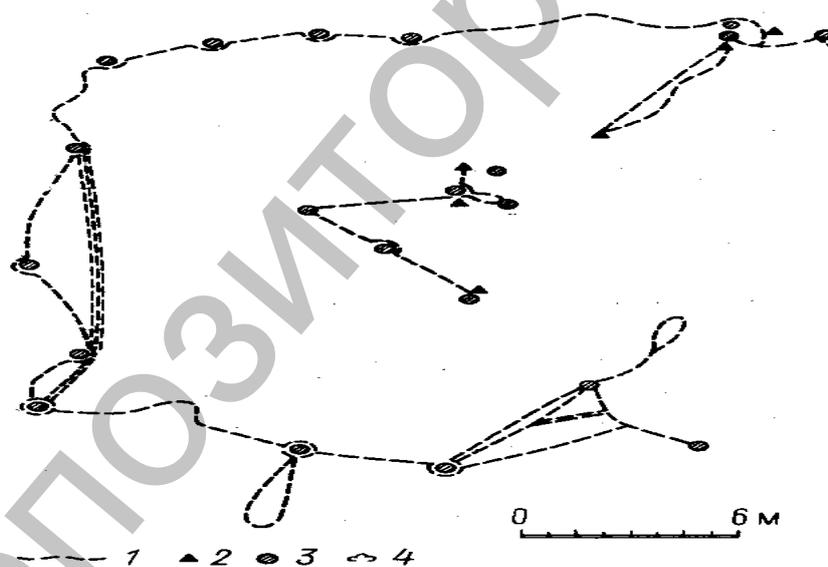


Рис. 2.8. План пробежки рыжих полевок: 1 – ход по снегу, 2 – нырок в снег, 3 – дерево, 4 – куст.

Серые полевки обычно не скачут, а бегут, оставляя два ряда частых отпечатков, а при движении короткими прыжками их следы располагаются попарно.

**? Вспомните.** 1. Какое значение имеет тропление животных? 2. Какие преимущества и недостатки имеют тропление зверя «в носок» и «в пятку»? 3. О каких особенностях поведения животных можно судить благодаря троплению? Приведите примеры. 4. Чем отличается передвижение различных мышевидных грызунов друг от друга?

## § 19. УЧЕТ ЖИВОТНЫХ ПО СЛЕДАМ

Не преувеличивая, можно сказать, что знание следов диких животных и умение читать их являются основой ведения охотничьего хозяйства. Это не вызывает сомнения, если принять во внимание, что главный показатель оценки любого охотничьего угодья – плотность его заселения (количество на единицу площади) промысловыми животными, а определение плотности невозможно без знания следов жизнедеятельности животных. В последние годы разработано много способов определения плотности заселения угодий животными. Большая часть из них основана на учете следов зверей по белой тропе.

Наиболее простой способ – учет окладом. Этот метод применяется и при облавных охотах. Заключается он в следующем: наблюдатель (окладчик) обходит вокруг определенного участка угодий и подсчитывает все входные и выходные следы зверей, а затем по разнице тех и других следов определяет, сколько животных находится на данном участке. Следует иметь в виду, что при равном числе входных и выходных следов зверь может оказаться как внутри оклада, так и вне его. Учет окладом эффективен лишь при проведении его на небольших участках.

Для оценки угодий на больших площадях применяются два способа учета фауны: относительный и количественный (приблизительно-точный).

Относительный учет в охотничьем хозяйстве проводится в целях оценки различных типов угодий по продуктивности, т.е. по степени их заселенности отдельными видами зверей и птиц; выяснения соотношения различных видов на территории хозяйства и в отдельных его угодьях, в частности, соотношения в системе «хищник–жертва»; сопоставления встречаемости животных в текущем году с предыдущим годом, а также встречаемости отдельных видов в начале зимы и после промысла.

Техника проведения относительного учета несложна и заключается в следующем. На территории хозяйства намечают маршруты, которые должны пересекать основные типы угодий хозяйства: хвойные и лиственные насаждения, гари, вырубki, болота, пойменные, сельскохозяйственные и другие угодья. Желательно, чтобы длина маршрутов в каждом типе угодий была пропорциональна их площади на территории хозяйства. Например, если ельник занимает 30% площади хозяйства, то 30% всех маршрутов должны пролегать по ельникам. Маршруты не должны совпадать с наезженными дорогами и просеками. Их нужно прокладывать по непроторенным тропам, узким визирам, а если таковые отсутствуют, то по компасу. Маршруты следует нанести на карту хозяйства и пометить на местности, чтобы была возможность повторно проложить их в последующие годы.

Учет проводится при установившейся погоде, когда нет резких перепадов температур и атмосферного давления. Чтобы не быть свя-

занными с порошами, учет проводят в течение двух дней подряд. В первый день проводят, так называемую, затирку следов, когда наблюдатель проходит маршрут и лыжной палкой перечеркивает все встреченные следы. Во второй день проводится подсчет появившихся в течение суток свежих следов. Если по условиям погоды свежие следы легко отличить от старых (двухсуточной давности), учет можно проводить без затирки, в течение одного дня. Звериная тропа, которая встретилась на маршруте, условно считается за 4 следа.

Если маршрут пересекает место жировки зверя, где следы очень запутаны, лучше обойти жировку стороной и, как при учете окладом, подсчитать входные и выходные следы. Все учетные данные (маршрут, пройденное расстояние в шагах, которые впоследствии пересчитывают на метры, смена типов угодий, встреченные следы) изображают графически на маршрутном листе. Следы можно изображать либо условными значками, либо записывать название животного, указывая стрелкой направление его хода.

После окончания учета обрабатывают полученные данные. За единицу учета (показатель учета) принимается количество следов на 10 километрах маршрута. Суммируется длина отрезков маршрута по сходным типам угодий и вычисляется показатель учета при помощи формулы:

$y = n \times 10 : l$ , где  $y$  – показатель учета,  $n$  – число встреченных следов,  $l$  – длина маршрута в километрах.

Например, если по бору пройдено 16 километров и обнаружено 20 следов белки, а в ельнике на 8 километрах найдено 18 следов, то показатель учета численности белки будет равен для бора:  $(20 \times 10) : 16 = 12,5$ ; для ельника:  $(18 \times 10) : 8 = 22,5$ , а для хвойных лесов хозяйства в целом:  $((20 + 18) \times 10) : (16 + 8) = 15,8$ .

Если проводится комплексный учет (т.е. учитывается не один вид), то таким же способом определяют показатель учета для других животных, следы которых обнаружены на маршруте.

Относительный учет хотя и не дает точных данных о числе животных, обитающих на определенной территории, но позволяет сравнивать различные угодья, районы и даже области по обилию в них тех или иных промысловых животных.

Количественный или приближенно-точный учет дает возможность определить число животных, обитающих в хозяйстве, плотность их обитания (количество на единицу площади), т.е. высчитать показатель запаса. Приближенно-точный учет сложнее, чем относительный, более трудоемок и требует более подготовленных специалистов – биологов-охотоведов. Дело в том, что здесь, кроме подсчета следов на маршрутах, необходимо определить среднюю длину суточного наследа учитываемого вида. Для этого нужно провести несколько суточных троплений разных особей, т.е. пройти по следам весь охотничий или

кормовой путь зверя от одной лежки-дневки до другой. Длина суточного наследа зверя зависит от наличия, обилия и доступности корма в угодьях в данный период, а потому этот показатель различен не только в разных точках ареала вида, но может значительно изменяться по годам и даже по сезонам одного и того же года. Это и понятно: чем больше кормов, чем они доступнее, тем короче суточный ход зверя.

Закладка маршрутов и подсчет следов при количественном учете ведутся тем же способом, что и при относительном. Далее, имея данные о пройденном маршруте, о числе пересеченных свежих следов зверя и длине его суточного наследа, можно приблизительно определить число животных учитываемого вида на 1 км хозяйства.

Для подобного расчета в 1932 году профессором А.Н. Формозовым была предложена следующая формула:

$S = n : ld$ , где  $S$  – число животных на 1 км,  $n$  – число следов, пересеченных маршрутом,  $l$  – длина маршрута в километрах и  $d$  – длина суточного наследа.

Так, если в угодьях при прохождении 30-километрового маршрута наблюдатель пересек 15 следов куницы, а ее суточный наслед в среднем 5 километров, то плотность вида на 1 кв. км при данных условиях будет ориентировочно равна  $15 : (30 \times 5) = 0,1$ , т.е. примерно одна куница будет приходиться на каждые 10 кв. км, или на 1000 га территории хозяйства.

Применяя формулу А.Н. Формозова, можно учитывать большинство промысловых зверей, оставляющих ясные следы и имеющих постоянные участки суточной деятельности (соболь, куница, лисица, рысь и др.). Нужно оговориться, что данные, полученные указанным выше способом, не могут претендовать на абсолютную точность, но при тщательном проведении учетных работ весьма близки к истинным. В последующие годы для получения более точных данных и применительно к разным видам предлагались различные пересчетные коэффициенты и дополнения к формуле А.Н. Формозова, но принцип учета остался прежним.

Используют для учета и другие следы жизнедеятельности животных. Крота, выхухоль, ондатру, бобра, лисицу, барсука и некоторых других зверей учитывают, проводя на определенной площади или маршруте подсчет заселенных ими убежищ. Учет оленей, лосей, зайцев возможен путем подсчета их экскрементов на пробных площадях.

**? Вспомните.** 1. В чем сущность учета грызунов методом оклада? 2. В чем смысл метода относительного учета численности животных? 3. Какое значение имеют относительный и количественный учет численности животных?

### III. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

#### § 20. ЗНАЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Фенология уходит своими корнями чуть ли не в первобытное общество, когда время измерялось течением природных процессов. Пройдет много тысячелетий, прежде чем появятся удобные для деятельности людей годы, сутки, часы, минуты, секунды. Их появление не преуменьшит значение измерения времени с помощью самой природы. Ведь именно это выражает единство всего сущего и всеобщую взаимосвязь. По наступлению одного явления можно судить и о начале других. Это так называемая *феноиндикация*. «Окунь клюет, когда шиповник цветет», – и никаких дат и часов не нужно рыболову.

Со второй половины XIX в. за учением о сезонных явлениях природы закрепилось название «фенология». Термин предложил бельгийский ученый Ш. Морран. Но еще задолго до этого исследователи занимались изучением самых различных явлений в мире природы. Так, ботаники накапливали сведения о сроках начала цветения и отцветания растений, созревания и распространения их плодов; зоологов интересовали даты прилета птиц, их гнездования, кладки яиц, появления птенцов; гидрологи отмечали сроки ледостава и размерзания водоемов и т.д.

Основная цель фенологических наблюдений – установление даты наступления сезонного явления. Эти даты и были теми «кирпичиками», из которых постепенно возводилось здание под названием «фенология». Чем длиннее ряды наблюдений, тем надежнее средние многолетние даты, тем точнее можно оценить их изменчивость. Выстроенные друг за другом по времени наступления сезонных явлений, даты превращались в календари природы, отражающие нормальную последовательность сезонных процессов той местности, где проводились наблюдения.

Наблюдать за сезонными изменениями в природе могут все – от мала до велика – совсем необязательно быть профессионалом. Можно обойтись и без дорогостоящего оборудования. Естественная, присущая изначально любому человеку любознательность да любовь к природе – путеводные звезды наблюдателя-фенолога.

Фенологические наблюдения для научных целей служат, во-первых, методом изучения биологических и географических объектов, во-вторых, методом установления фенологических закономерностей, таких, как относительное постоянство порядка наступления фенологических явлений при любом характере сезона и, что особенно важно, синхронность ряда фенологических явлений в жизни различных орга-

низмов. Во многих случаях эти закономерности зависят от одинаковой реакции организмов на изменения условий среды. Таким образом, фенологические наблюдения являются действенным методом познания окружающей природы.

Основная научно-практическая задача фенологических наблюдений состоит в получении ясного представления о ходе сезонного развития природы и, что особенно важно, о том, как, в каких пределах и в силу каких причин этот ход меняется по годам. Поэтому первое, что требуется от наблюдателя, решившего серьезно изучать закономерности сезонного развития природы, – это его готовность много лет подряд вести наблюдения на одном и том же месте за одними и теми же объектами.

В последние годы интерес к фенологии значительно возрос. Фенологические наблюдения имеют не только чисто научный интерес: они необходимы для многих отраслей нашего хозяйства. Фенологические данные постоянно нужны в работе агрономам, лесоведам, биологам.

Фенологические наблюдения помогают выявить местные природные сигналы или индикаторы, с помощью которых определяют сезонное состояние природы, а также прогнозируют характер текущего вегетационного периода. Они помогают правильно оценить воздействие человека на природу и своевременно сигнализируют об отрицательных сторонах этого воздействия.

Наблюдения над сезонными явлениями природы не требуют специального оборудования и сложных приборов. Они доступны всем, и они неисчерпаемы. У каждого года есть свои особенности, и сезонные явления одного года не бывают вполне схожими с другими годами.

Систематические фенологические наблюдения, проводимые в течение ряда лет, помогают получить богатую информацию о жизни окружающей природы, выявить взаимосвязи между различными фенологическими явлениями. Хорошо разработанный календарь явлений дикой природы – огромная помощь календарю сельскохозяйственных и всех других работ, так или иначе связанных с природой.

**? Вспомните.** 1. Что такое феноиндикация? 2. Что такое фенология? 3. Какова цель фенологических наблюдений? 4. Почему в настоящее время возрастает интерес к фенологии?

## § 21–22. ГОДИЧНЫЙ КРУГ ПРИРОДЫ

Характерная особенность нашей природы – периодичность ее развития. Каждый год наступает смена времен года с характерными для каждого периода сезонными явлениями в жизни природы.

Календарный год условно делится на четыре равных отрезка: началом весны принято считать 1 марта, лета – 1 июня, осени – 1 сентября, зимы – 1 декабря.

Астрономические времена года определяются положением Земли на ее орбите. Началом астрономической весны принято считать день весеннего равноденствия (21 марта), когда день становится равен ночи. После 21 марта продолжительность дня в Северном полушарии постепенно увеличивается и достигает максимального значения в день летнего солнцестояния (22 июня). Эта дата соответствует наступлению астрономического лета. Потом день начинает постепенно уменьшаться и 23 сентября, в день осеннего равноденствия, становится равным ночи. День осеннего равноденствия является датой начала астрономической осени. После 23 сентября в Северном полушарии ночи становятся все длиннее, и 22 декабря наступает самый короткий день и самая длинная ночь. Самый короткий день (22 декабря – зимнее солнцестояние) соответствует приходу астрономической зимы.

Вместе с тем на климат и природные явления влияют не только продолжительность солнечного освещения земной поверхности и годовой ход температуры, но и многие другие факторы, поэтому реальные времена года отличаются от календарных и астрономических. Человеку для его практической деятельности потребовалось выделение фенологических времен года, которые отражают сезонный цикл живой природы данной местности.

Сезоны отличаются друг от друга разными уровнями солнечной радиации, температурного режима, влажности и различиями физико-географической и биологической активности. Каждому сезону свойственны свои сезонные явления и свои сезонные аспекты.

Естественные сезоны не совпадают с сезонами астрономического и гражданского календарей и протекают в разных районах с разной скоростью. Изменчивы также календарные сроки наступления фенологических сезонов в одной и той же географической точке, но в разные по погодным условиям годы.

Практическое значение естественных сезонов состоит в том, что все сезонные работы в сельском, лесном хозяйствах и в отраслях хозяйства, в которых работы ведутся под открытым небом, а также многие оздоровительные мероприятия и туристические походы проводятся не по гражданскому, а по фенологическому календарю.

Практические запросы заставляют различать не только фенологические сезоны, но и более дробные их подразделения. Существуют более крупные подразделения, аналогичные месяцам гражданского календаря и названные естественными подсезонами, и более мелкие, соответствующие неделям или пятидневкам гражданского календаря, которые фенологи называют ступенями сезонов. Следует помнить, что подразделения естественных подсезонов, подобно самим сезонам, в зависимости от географической обстановки могут наступать то раньше, то позже, то удлиняться, то укорачиваться.

Границы некоторых естественных сезонов легко определяются по резкой смене сезонных аспектов. Например, начало фенологической зимы в странах умеренного климата условилось считать с момента смены осеннего бесснежного аспекта аспектом с устойчивым снежным покровом. Начало фенологической весны определяют по началу разрушения снежного покрова. В большинстве же случаев смена сезонных аспектов природы происходит постепенно.

Границы естественных сезонов и их подразделений определяются по, так называемым, индикационным явлениям. Индикаторами границ естественных сезонов и их подразделений могут быть различные явления: в холодные сезоны – метеорологические и гидрологические, а в теплые – жизнь растительного и животного мира.

У каждого времени года свои особенности. Изучением закономерностей сезонного развития природы занимается особая наука фенология. Ее можно определить как систему знаний о сезонных явлениях природы, сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки. Эта наука находится на стыке биологии и географии.

В соответствии с сезонным ходом климатических условий происходит и развитие местной природы: появляется и исчезает снежный покров; покрываются и освобождаются ото льда водоемы; прилетают и улетают птицы; зеленеют, цветут и плодоносят весной и летом растения, желтеет и опадает листва осенью. Все явления природы, наблюдающиеся в связи с изменением климатического режима в течение года, называются периодическими или сезонными, а наблюдения за наступлением этих явлений – фенологическими.

Сущность фенологических наблюдений состоит в том, чтобы следить за ходом сезонных явлений и записывать даты их наступления, а в ряде случаев и окончания. Привычка записывать то, что целеустремленно наблюдается, может быть весьма полезной в любой специальности.

## **ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЕСНА**

Точно установить начало и конец весны (как и других сезонов года) трудно, поскольку переход от одного сезона к другому, как правило, происходит постепенно, границы периода являются условными.

Весна – период со среднесуточной температурой от 0° до +12°С. Начало фенологической весны приблизительно совпадает с началом сокодвижения у березы бородавчатой. На юго-западе она начинается в первой декаде марта, на северо-востоке – в конце месяца.

Весна – это сезон разрушения зимнего состояния ландшафта и перехода его к летнему. На весну приходится около 40% годового радиационного баланса. Значительная его часть расходуется на ликвидацию снежного и ледового покровов, а также на отопревание охлажденной за зиму почвы.

Аспекты природы меняются неоднократно от «зэбрового» аспекта разрушающегося снежного покрова до аспекта полностью после зимы восстановившегося растительного. Почва оттаивает и на возвышенностях подсыхает. Испарение нарастает, и к концу сезона баланс влаги становится отрицательным. В связи с таянием снега – максимум стока и эрозии почвы.

Для весны характерны: усиление циклонической деятельности, быстрое повышение температуры и заметное прогревание земной поверхности. Погода неустойчивая, с частой сменой холодных и теплых воздушных масс. При вторжении арктического воздуха возможно понижение температуры до –20 °С. Но это лишь в начале весны.

Количество атмосферных осадков возрастает за счет притока в пределы Беларуси влажного воздуха со стороны Атлантического океана. Одновременно увеличивается и испарение, что в целом приводит к повышению влажности воздуха. Рост температуры воздуха и почвы, сокращение облачности и относительной влажности вызывают усиленное испарение с поверхности почвы, что способствует быстрому высыханию ее пахотного горизонта.

Происходит оживление растительности и восстановление ее полной ассимиляционной способности, нарастают аспекты цветения. Продукция органического вещества возобновляется и к концу сезона приближается к максимуму. Возвращаются из теплых стран перелетные птицы. У млекопитающих – основная пора приплода. Оживление спящих зимой животных. Заметную роль в природе начинают играть комары, мухи, жуки, бабочки, пауки и др.

Погодичная изменчивость весны значительна. Стандартные отклонения сроков наступления большинства сезонных явлений в начале весны близки к 10 суткам. К концу весны они сокращаются до 7–8 суток.

Весна – самое горячее время для наблюдателя природы. Не потому, что уж очень много объектов для наблюдений (летом их гораздо больше), а потому, что очень быстро идет развитие живой природы и упущенное вчера, вряд ли наверстаешь завтра. Именно весной особенно ярко проявляется тесная взаимосвязь явлений природы.

Как фенологический сезон весну делят на подсезоны: снеготаяние, оживление весны, разгар весны. Иногда выделяют предлетье.

**Ранняя весна (снеготаяние).** Начало подсезона совпадает с переходом дневных температур воздуха через 0°. Солнце с каждым днем греет все сильнее, температуры нарастают особенно быстро. Снег пропитан водой, тяжелый, дороги развезло. Поля уже совсем освобождаются от снега. Лишь в лесах да на северных склонах еще белеют снежные пятна.

Талые воды вызывают бурные половодья на реках, в это время вскрываются все крупные реки нашей республики. В паводок происходит сброс огромного количества воды. Оттого-то даже мелкие речки в пору большой воды неузнаваемо преобразуются. Половодье спадает медленно, затягивая становление меженного (низкого, летнего) уровня рек.

Идет интенсивное просыхание почвы. Однако испарение не успевает за подъемом температуры, относительная влажность еще долго остается низкой.

В растительном мире первые слабые проявления возврата к активной жизнедеятельности: начало сокодвижения у кленов и берез и набухание почек у ряда видов деревьев и кустарников.

Фоновыми явлениями подсезона служат 2 волны прилета птиц. Первая – прилет грачей (также может служить индикатором начала весны), вторая, на 10–15 дней позже, – скворцов, жаворонков, чибисов и зябликов. У боровых птиц (глухари, тетерева, рябчики) – период массового токования. Первые слабые проявления активной жизнедеятельности беспозвоночных: пробуждение муравьев, некоторых видов мух, мелких бабочек.

Как только земля очистится от снега, солнце быстро прогреет почву и приземный воздух. Неустойчивая погода ранней весны сменится теплом. Безоблачное небо засияет голубизною: чистейший весенний воздух сух и прозрачен. Энергия солнца теперь в значительной степени поглощается пашнями, лугами, лесами. Оцепенелая природа пробуждается.

**Оживление весны.** Наступает после полного разрушения снежного покрова и установления аспекта голой весны: без снега, но с безлиственными еще деревьями и кустарниками, без возобновившегося травяного покрова.

Индикаторами начала подсезона служат: начало пыления ольхи серой и орешника-лещины, зацветание мать-и-мачехи.

Весной над территорией Беларуси создаются условия для меридиональных переносов воздуха. Тропический воздух, проникая с юга, может резко повысить температуру (в апреле до +20–25 °С), что ускоряет наступление весны. Арктический воздух, напротив, задерживает ее и как бы возвращает зиму. Снегопады в Беларуси отмечены в сере-

дине мая, а заморозки – даже в первой декаде июня. Возвраты холода весной так же характерны, как оттепели зимой, и составляют отрицательную черту нашего климата. Они удлиняют стойловый период содержания скота, поражают цветущие сады, некоторые огородные и полевые культуры, губят птиц.

В начале апреля на юге и в середине на севере температура переходит через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начинается вегетационный период большинства растений. Число дней с температурой воздуха выше  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке около 180, а на юго-западе – 209. С повышением местности на каждые 20–30 м продолжительность вегетационного периода сокращается на один день.

У деревьев и кустарников набухают и частично распускаются почки. Ранние кустарники (крыжовник, спирея, бузина) начинают зеленеть. Зацветает ольха серая, лещина, ива-бредина, тополь серебристый, береза бородавчатая, крыжовник, сон-трава, зеленеет озимь. Травяной покров, если смотреть издали, густой, плотный, вблизи – редкий и слабый. Идут в рост первые весенние грибы: сморчки настоящие и строчки обыкновенные.

Со вскрытием водоемов связан прилет и пролет водоплавающих и прибрежных птиц (утки, гуси, журавли, трясогузки). Происходит пробуждение и спаривание лягушек. Появляются многие насекомые и насекомоядные птицы. Птицы приступают к устройству гнезд, кладке и высиживанию яиц. Оживают дождевые черви. Прносятся первые грозы. Начинается нерест окуня, щуки, леща, язя. Наступает период основных лесопосадочных работ, во второй половине на просохших участках – начало полевых работ.

**Разгар весны (зеленая весна).** Начало совпадает с прекращением заморозков в воздухе, окончание – с зацветанием клеверов, калины обыкновенной и шиповника коричневого.

Наступает с момента установления зеленого облиственного аспекта лесов, парков, садов. На фоне повышающейся солнечной радиации и уровня температуры (переход через  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) восстанавливается активная жизнедеятельность растений и животных. За счет ассимиляции возобновляется продукция органического вещества, но одновременно усиливается его разрушение микроорганизмами. Резко усиливается газообмен между биосферой и атмосферой. Атмосфера обогащается кислородом.

В разгаре весны резких понижений температуры не бывает, но в тихие ясные ночи в результате излучения тепла поверхностью земли в пониженных местах на почве возможны заморозки. На возвышенностях и открытых местах заморозки случаются реже. Обычно заморозки прекращаются в начале мая, хотя возможны даже летом.

Основной процесс в растительном мире: у летнезеленых растений – восстановление листвы, у зимнезеленых – ее обновление. Этим определяются и фенологические индикаторы начала разгара весны: зеленение белых берез и облиствение конского каштана. В это же время начинают пылить обычные виды наших тополей. На разгар весны приходится цветение плодовых деревьев и ягодных кустарников. В парках и скверах цветут тюльпаны, нарциссы, в лесах – ветреницы, на лугах и в садах – одуванчики, на паровых полях – сурепка.

В конце периода выметываются луговые злаки. Выходит в трубку и колосится озимь, появляются всходы ранних яровых и льна-долгунца. Заканчивается посадка картофеля. В грунт высаживается рассада. Ярко цветут насекомоопыляемые растения.

Густеет, поднимается травостой – пора выгонять скот на пастбища. Прибывают последние «эшелоны» пернатых. Птичьи песни не смолкают от зари до зари. Выделяется пение соловья, славок, чечевицы и иволги. В лесах кукует кукушка. В воздухе носятся ласточки и стрижи. У боровой и водоплавающей дичи появляются выводки. Резко умножается мир насекомых (вылетают стрекозы, слепни, многочисленные сельскохозяйственные вредители). Начало массовых укусов комаров.

Разгар весны – основной период весенние-полевых, огородных и садовых работ, начало массовых мероприятий по борьбе с вредителями.

В последние недели разгара весны, иногда выделяемого в особый субсезон – предлетье, радиационный баланс и длина светового дня приближаются к максимуму. Даже слабые заморозки редки. Цветут сирень, рябина, конский каштан, ирисы, жимолость, ландыши. В лесах пылит сосна.

Конец весны и начало лета приблизительно совпадают с датой перехода среднесуточной температуры воздуха через 12 °С и началом безморозного периода. Продолжительность весны больше на юго-западе (43–46 дней), чем на северо-востоке (30–35 дней).

## **ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ЛЕТО**

В Беларуси фенологическое лето почти точно совпадает с периодом средних суточных температур воздуха выше +12 °С (конец мая – середина сентября).

Лето – самый продолжительный и ясный сезон года. На это время приходится более половины годовой суммарной солнечной радиации. Но даже в эту пору года почти половина дней облачных. Максимум пасмурных дней бывает на возвышенностях, а минимум – в Полесье.

С каждым днем все выше поднимается солнце, и его горячие лучи сильно нагревают поверхность земли и воздух. В июне день становится в 2,5 раза длиннее ночи, а солнце в полдень по сравнению с

декабром поднимается на севере Беларуси почти в 5,5 раза выше. Средние температуры самого теплого месяца июля составляют от 17 °С на севере до 19,7 °С на юге, но в отдельные дни, когда с юга и юго-востока проникают тропические воздушные массы, температура повышается до 36–38 °С. Временами в разгаре лета неожиданно наступает резкое похолодание, и температура воздуха падает до 0° и даже ниже. Такие явления возникают при вторжении арктического воздуха в тихие и ясные ночи.

В большинстве случаев летнее утро тихое, ясное. Днем поднимается ветер, на небе появляются легкие кучевые облака, но к вечеру опять становится тихо и ясно. Ночью, а иногда к вечеру выпадает роса, при сильном охлаждении поверхности почвы и приземного слоя воздуха на низинах стелются туманы. Скорость ветра летом по сравнению с зимой уменьшается, особенно в ночное время, но иногда бывают ураганы и даже смерчи.

Лето – самый влажный сезон года. Летом, особенно во влажные годы, активизируются циклоны, сопровождаемые густой облачностью и обильными обложными дождями. Облачность уменьшает нагрев земной поверхности солнцем.

Немало тепла уходит на испарение влаги. Расход влаги через транспирацию растений и испарение превышает его приход. Однако в силу больших ее запасов лишь в отдельные неблагоприятные годы дело доходит до серьезных засух. Дней с осадками намного меньше, чем зимой, но осадков выпадает в 2–3 раза больше. Часты ливни. Колебание осадков по годам может быть весьма значительным: во влажные годы в июле их выпадает до 300 мм, а в засушливые – всего несколько миллиметров. Максимальные суточные суммы осадков могут достигать 100–130 мм и более. Иногда летом осадки выпадают в виде града. Обычно градины бывают не крупные, но в отдельных случаях достигают 200–300 г, а в поперечнике 9–10 см. Град сбивает цветы, листья, плоды, надламывает стебли зерновых культур и особенно опасен, когда сопровождается сильным ветром и ливнем. Он проходит неширокой полосой, но движется над землей с большой скоростью. Чаще всего град выпадает в мае, реже – в июле и совсем редко – в августе и сентябре.

Это период активной вегетации и цветения растений. Во второй половине лета нарастает созревание плодов. Максимальная активность почвенных и паразитарных микроорганизмов – разрушителей органического вещества. Млекопитающие и птицы вскармливают приплод. В середине сезона пение птиц замолкает. Наблюдается максимум развития беспозвоночных, в первую очередь насекомых.

Погодичная изменчивость сроков наступления летних сезонных явлений по сравнению с весной и осенью снижена. Их стандартные

отклонения равны  $\pm 6-7$  суток. Лето – период ухода за посевами и посадками, пора сенокоса, заготовки кормов, нагула скота.

Фенологическое лето делится на 3 подсезона: перволетье, полное лето и спад лета.

**Перволетье (начало лета).** Первый подсезон – начало лета – от зацветания шиповника, малины и созревания крылаток вяза до созревания черники, смородины красной, черной и начала цветения липы мелколистной. Реки вошли в берега. Дни самые длинные. Заморозки весьма редкие. Они возможны не чаще одного раза в десятилетие.

Листва на деревьях и кустарниках достигла полного развития, быстро идет прирост побегов. Травостой на лугах и полях вытянулся в полный рост. Интенсивно цветут травы. Это лучшее время для сенокоса. По лощинам и западинам благоухает таволга. В полях зацветает рожь, а с ней – василек и льнянка. На пустырях зарозовели соцветия лопуха паутинистого. Колосятся ранние зерновые, цветет ранний картофель, образуются соцветия у льна-долгунца. Появляются первые зрелые ягоды черники, земляники лесной и садовой, смородины красной и черной. В лесах легко найти белые грибы, подосиновики и лисички.

У большинства животных наступает период появления нового потомства. Пение птиц постепенно идет на убыль. Обилие комаров, мух, слепней, бабочек. За счет истребления большого количества насекомых выкармливаются птенцы.

**Полное лето (краснолетье).** Самый теплый подсезон (средне-суточные температуры воздуха близки к  $+17$  °C). Заморозки исключены. Режим влаги – типичный для лета в целом.

Второй подсезон – полное лето – продолжается весь июль до последних дней августа, когда созревает брусника и появляются зрелые плоды лещины. Индикаторы наступления полного лета – начало созревания черники, пыление тимофеевки, колошение ячменя, зацветание сныти и лабазника.

Характерны: цветущие липы, созревшие или скошенные луга, волнующиеся нивы пылящих или отпыливших, но еще зеленых хлебов, пестрые поля цветущего картофеля. Зацветает вереск. На выгонах желтеет пижма, голубеет цикорий. В сосняках появились рыжики, а в старых борах поспела костяника. Июль не зря зовут ягодным месяцем. Идет сбор земляники, черники, смородины красной и черной, крыжовника, малины лесной. Поспевает вишня, появляются зрелые плоды у бузины красной, черемухи обыкновенной, крушины ломкой.

Слышатся последние песни соловья, замолкает кукушка. При обильном корме и других благоприятных условиях некоторые птицы высидивают вторую кладку. В полдень, а перед хорошей погодой и вечером сильно стрекочут кузнечики. Наряду с комарами докучают слепни, домовые мухи.

В начале августа у ранних яровых наступает восковая спелость. Отцветает картофель. Снимают урожай огурцов. Основная пора сенокосов и заготовки кормов, продолжающийся уход за посевами и посадками, начало сбора ягод и грибов.

**Спад лета.** Короткий, но характерный подсезон перехода к осени. Наступает в пору полного созревания озимой ржи и начала ее уборки. Продолжается с конца августа до середины сентября. В природе самыми вернейшими индикаторами спада лета является наступление восковой спелости озимой ржи и созревание в лесах брусники.

Радиационный баланс снижается. К концу лета учащаются дни с ясной, тихой погодой, что объясняется некоторым сокращением циклонической деятельности. Ночи становятся темными и длинными. Утренники прохладны, часты холодные утренние росы. В отдельные годы в конце подсезона заморозки повреждают огурцы и картофель. Нарастает количество осадков. Баланс влаги становится положительным, порой избыток ее мешает уборке урожая.

Созревают в садах – яблоки, груши, сливы. Во влажные и теплые годы много грибов, особенно боровиков и подосиновиков. Желтеющие и сжатые нивы уже не редкость на полях. Местами у вязов, лип и берез появляются первые желтые листья. Спад лета – пора полевых уборочных работ, сева озимых, сбора брусники и грибов.

Птенцы, повзрослев, покидают гнезда. Первыми в середине августа начинают отлет на юг черные стрижи. Сбиваются в стаи и кочуют по кормовым угодьям грачи и скворцы. Насекомых еще много. Предельного развития достигли взрослые кузнечики. Число комаров и слепней пошло на убыль, но докучают мухи-жигалки и плоские мухи-кровососки.

В конце августа – начале сентября появляются первые признаки осени.

### **ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСЕНЬ**

Осень – период со среднесуточной температурой от +12 ° до 0 °С. Сроки наступления осени приходятся на вторую декаду сентября, что характерно для севера и востока, на юге и юго-западе – на начало октября. Первые же признаки осени появляются на две-три недели раньше. Дни в это время становятся все более короткими, чаще выпадают дожди и повторяются заморозки, небо затянуто облаками. Конец осени, совпадающий с появлением снежного покрова, наступает на северо-востоке Беларуси 10–13 ноября, на юго-западе – в конце ноября.

Осень – сезон разрушения летнего состояния ландшафта и перехода его к зимнему состоянию. Радиационный, а вслед за ним термический режим снижается. На осень, хотя она длиннее весны, приходится немногим более 10% годового радиационного баланса, который

с октября становится отрицательным. Аспекты природы меняются неоднократно от почти летнего до заснеженного зимнего.

Температура воздуха и почвы медленно понижается, ветер усиливается. Средняя дата первого заморозка – 9 октября (с погодичными колебаниями от 15 сентября до 17 ноября). Неустойчивость погоды отмечается во всех районах республики: то ярко светит солнце, то дождь со снегом, то мороз. Баланс влаги – положительный. Вследствие недостатка активности фронтов в это время преобладают мелкие затяжные дожди. Эти дожди, хотя и влекут за собой длительную распутицу, чрезвычайно благоприятны, так как создают тот основной запас влаги в почве, который, сохраняясь под снежным покровом до весны, служит источником снабжения растений водой, особенно в засушливые годы.

Заканчивается вегетационный период, продолжающийся 176–205 дней. Оголяются лиственные деревья и кустарники, блекнут и никнут водные растения, улетают на юг многие птицы, а с севера прилетают чечетки и снегири – вестники близкой зимы.

Погодичная изменчивость осенних метеорологических и гидрологических явлений велика. Их стандартные отклонения превышают  $\pm 10$  суток. Даты отлета птиц и осеннего отмирания листвы у деревьев и кустарников значительно устойчивее, их стандартные отклонения близки к  $\pm 3$ –5 суток.

К неблагоприятным явлениям погоды в осенний период относятся ранние заморозки, а также избыточное увлажнение, которое вызывает намокание неубранной части урожая.

Осень может быть разделена на 3 подсезона: первоосень, золотая осень и предзимье.

**Начало осени (первоосень).** Наступает с появлением в общем аспекте природы четких признаков пожелтения листвы. Индикаторами перехода от спада лета к первоосенью служит начало массового пожелтения листьев берез и лип. Под этой фазой понимают тот момент, когда больше половины берез и лип в насаждениях обнаруживают явные признаки пожелтения. Общий аспект природы еще зеленый, но повсюду разбросаны пятна желтизны. Частный аспект созревающих хлебов сменяется аспектом пожнивных полей, начинается массовая уборка картофеля. Вероятность наступления заморозков еще ниже 10%. Ранние заморозки губительны для помидоров, огурцов, капусты, цветов. От избыточного увлажнения почвы вымокают на полях неубранные колосовые, даже прорастают скошенные в валки рожь и пшеница.

Уже в августе многие растения заканчивают цикл своего развития, тогда же на деревьях появляются первые желтые листья. Период опадения желудей. На болотах созрела клюква.

Прячутся некоторые насекомые, улетают ласточки, стрижи и другие насекомоядные птицы. У лосей начинается брачный период – осенний рев. В лесах – разгар грибного сезона.

**Золотая осень.** Во второй половине сентября – начале октября устанавливается теплое «бабье лето», продолжительностью от нескольких суток до 2–3 недель. Особенно тепло днем, когда температура может подняться до 25–28 °С. В отдельные годы вторично зацветают некоторые травы, вновь появляются бабочки. Белая паутина, которую ткут паучки-кочевники, багрянец клена, чистое голубое небо придают особую прелесть этой поре, называемой «бабьим летом». Ночью же во многих местах, особенно в замкнутых котловинах и на осушенных болотах образуются густые туманы. Они иногда долго не рассеиваются, мешая прогреву почвы и воздуха и вызывая неоднородное распределение температуры по территории. Но это «осеннее», или «бабье», лето может исчезнуть за одну ночь. Вместо него приходит сырая и пасмурная поздняя осень с постепенно нарастающими холодами и морозящими дождями.

Золотая осень яркостью аспектов соперничает с весной. Аспект становится сначала пестрым, желто-зеленым, а к концу сентября золотисто-желтая расцветка древесных насаждений доминирует. К середине октября завершается листопад. Леса, парки и сады оголяются. Но отдельные золотистые пятна поздно опадающих экземпляров берез, кленов, дубов и зеленые пятна сирени, чубушника, пузыреплодника, барбариса и других кустарников сохраняются до конца октября. Усиливаются частные аспекты убранных и перепаханных полей, зеленеют всходы озимых. Период созревания семян хвойных и многих листопадных деревьев и кустарников – кленов, лип, ясеней, ольхи и др.

На начало подсезона приходится средняя многолетняя дата первого инея, первого заморозка в воздухе, первого ледка на лужах.

С конца сентября нарастает пролет водоплавающих птиц, улетают болотные виды птиц. В середине октября прилетают с севера снегири. Активность беспозвоночных после заморозков резко падает. К концу октября растительный и животный мир готов к зиме.

Основным признаком конца золотой осени считается конец листопада у клена остролистого (примерно третья декада октября).

Вторая половина октября иногда выделяется в особый короткий подсезон – глубокая осень.

**Предзимье.** Начало этого подсезона совпадает с завершением листопада у березы, вяза и осины, конец – с переходом среднесуточной температуры воздуха через 0 °С к понижению, выпадением первого снега (середина ноября). Заморозки становятся обычными, лужи по утрам затягиваются ледком. Около 10 ноября с переходом среднесуточных температур ниже 0 °С замерзают мелкие пруды.

До установления зимы несколько раз сменяются морозные периоды и оттепели, а вместе с ними – снежный и бесснежный аспекты. Погодичная изменчивость сроков наступления сезонных явлений предзимья значительна.

На юг улетают последние стаи уток, гусей и лебедей. В перелесках и возле жилья человека появляются свиристели, щуры, клесты и другие пернатые зимовщики из более северных областей. Залегают на зимовье барсуки, ежи, медведи. В подземные логова собираются змеи.

### **ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗИМА**

В Беларусь фенологическая зима приходит в ноябре, когда средняя суточная температура воздуха падает ниже 0 °С на юге – в конце, в средней части – в середине и на севере – в первой декаде месяца, нередко задолго до установления снежного покрова. В направлении с юго-запада на северо-восток возрастает не только продолжительность зимы, но и ее устойчивость, что проявляется в большей стойкости снежного покрова, в его мощности, в понижении средних температур зимних месяцев и абсолютных минимумов.

Зимой господствует резко отрицательный радиационный баланс, а следовательно, поверхность земли в это время в результате излучения тратит значительно больше тепла, чем его получает. Солнце редко и на короткое время показывается из-за горизонта, посылая на землю только косые лучи, слабо нагревающие ее поверхность. Кроме того, те солнечные лучи, которые достигают поверхности земли, на 50–70% отражаются от белого снежного покрова.

Среднесуточные температуры воздуха – в пределах –5–8 °С. Зимний аспект создается сплошным снежным покровом, как на суше, так и на льду внутренних водоемов. Верхний слой почвы большей частью промерзший. Испарение, сток и эрозия сокращены. Сезон нарастания запасов влаги.

Преобладающий и течение зимы морской воздух умеренных широт, проникающий со стороны Атлантического океана, оказывает решающее влияние на характер погоды. Одним из результатов этого влияния являются частые оттепели: в декабре и феврале в среднем они повторяются раз в три дня. В такие дни температура воздуха повышается до +5–6 °С, а в южных районах – до +10 °С и более. Оттепели нередко бывают настолько интенсивными, что полностью сгоняют снег с полей. В исключительных случаях зимой на территории Беларуси бывают грозы.

Проникающие с севера и северо-востока арктические воздушные массы обычно приносят ясную и безоблачную с сильными морозами погоду. Подуют северные ветры, и температура опустится до –15–20 °С даже в ноябре. Глубоко промерзает земля, на почву ложится

иней. В годы, когда вторжения арктического воздуха особенно часты и длительны, зима оказывается суровой, январские температуры на  $7-8^{\circ}$  ниже нормы: морозы достигают  $40-42^{\circ}\text{C}$ . Смена арктического воздуха атлантическим, холода – теплом и наоборот – весьма характерное для наших зим явление.

Осадки зимой в Беларуси выпадают в среднем один раз в два–три дня. Однако общее количество выпадающей зимой влаги в 2–2,5 раза меньше, чем летом.

Устойчивый снежный покров устанавливается на большей части территории Беларуси в течение декабря и лишь на северо-востоке – в конце ноября и держится более четырех месяцев на севере и около двух месяцев на юго-западе. Обычно толщина снежного покрова достигает своего максимума в третьей декаде февраля. После этого начинается медленное, а затем все более быстрое оседание снежного покрова. Окончательно снег сходит в марте на юго-западе и в середине апреля – на северо-востоке, т.е. почти на шесть недель позже. В теплые зимы из-за частых оттепелей устойчивый снежный покров в отдельных местах отсутствует.

Сравнительно высокие зимние температуры воздуха и снежный покров предохраняют почву от глубокого промерзания. Обычно максимальная глубина промерзания почвы приходится на февраль – начало марта.

Листопадные деревья и кустарники оголены, вечнозеленые хвойные практически не ассимилируют. Травы под снегом в состоянии зимнего покоя. Продукция органического вещества и прирост побегов отсутствуют. Природу несколько оживляют зимующие млекопитающие (лоси, лисицы, куницы, зайцы, белки) и ряд видов птиц (воробьи, вороны, галки, тетерева, рябчики, синицы, снегири и др.). Некоторые из млекопитающих – в спячке (медведи, ежи, сони, некоторые виды летучих мышей и др.). Большинство видов птиц – в отлете. У холоднокровных животных – зимняя диапауза. В сильно морозные зимы повреждаются плодовые деревья. Страдает и животный мир.

Заканчивается фенологическая зима с переходом температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения, что совпадает с началом сокодвижения у березы.

Как фенологический сезон зима делится на три подсезона: начало зимы, глубокая зима и предвесенье. Беларусь, расположенная на границе областей с океаническим и континентальным климатом, характеризуется большой изменчивостью зимних сезонов. В связи с этим стандартные отклонения фенодат начала и конца зимы превышают  $\pm 10$  суток.

**Начало зимы.** Длится от установления устойчивого снежного покрова до установления низких температур воздуха и глубокого

промерзания почвы. Снегопады и морозы сменяются продолжительными оттепелями. Наиболее темный период года. Снежный покров незначительный – не более 10 см, не покрывает даже кустарнички (чернику, вереск). Сильные морозы редки, часты оттепели. Влажный снег задерживается в кронах деревьев, образуя «кухту». Период установления ледовых переправ через водоемы и санного пути.

Условия жизни зимующих животных относительно благоприятны. В лесах разбиваются на пары рябчики. С холодами в реках и озерах оживляется налим, превращаясь в хищного пресноводного обитателя.

**Глубокая зима.** От середины декабря до середины февраля. Период наиболее полного выражения зимнего состояния природы. Световой день нарастает, но вместе с тем это наиболее морозный период, хотя оттепели и не исключены. Полностью сформирован снежный покров. Период стуж и крутых метелей. Характеризуется устойчивыми низкими температурами воздуха и глубоким промерзанием почвы.

Наиболее трудное время для животных. Тем не менее, с прибавкой светового дня наблюдается некоторое оживление в животном и растительном мире. С конца января в солнечные дни раздаются весенние песни синиц и пищух. Галки и вороны затевают брачные игры, у ряда видов (лисиц, зайцев, белок и др.) начинается гон (брачный период). С зимними сроками гона связаны весенние и летние, т.е. наиболее благоприятные сроки выкормки приплода. В урожайные на еловые шишки годы у клестов среди зимы выводятся птенцы.

**Предвесенье.** Подсезон начинается при устойчивом переходе температуры воздуха выше – 5 °С, заканчивается к середине марта. Начало резкого нарастания радиационного баланса. Световой день становится длиннее, солнце греет все заметнее. Днем наблюдаются оттепели. Снег оседает, покрывается твердой коркой.

Растительность продолжает пребывать в покое. У лесных зверей, зимующих в активном состоянии, продолжается гон. Весело поют синицы и овсянки. У воробьев, голубей, галок и ворон – весеннее оживление. Тетерева и глухари готовятся к токованию. Начинается гон у волков и лисиц.

? **Вспомните.** 1. Когда начинаются астрономические: весна, лето, осень и зима? С чем это связано? 2. Чем отличаются различные фенологические сезоны друг от друга? 3. На какие более дробные подразделения делятся фенологические сезоны? 4. Что является индикаторами границ естественных сезонов? 5. Какие изменения в природе характерны для фенологических весны, лета, осени и зимы?

## § 23–24. МЕТОДЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

### ПЕРВИЧНЫЙ ОПИСАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД

Классическим методом фенологических наблюдений, остающимся основным и по сей день, являются визуальные наблюдения, проводимые на выделенных участках.

С помощью первичного описательного метода фенологическое состояние объекта характеризуется только словесно, без каких-либо подсчетов. Ценность наблюдения тем больше, чем полнее сделано описание.

При использовании первичного описательного метода наиболее удобна дневниковая форма записи наблюдений. Эта форма записи фиксирует не одно наблюдение, а целую их систему.

Можно рекомендовать такой порядок упрощенной записи в полевой книжке. После даты наблюдений записываются указанные программой метеорологические и гидрологические явления (если они имели место в этот день), затем следуют фенологические явления в растительном и животном мире, выполняемые в это время сельскохозяйственные работы.

*25. VIII Первый заморозок на почве (иной на траве).*

*Береза – начало пожелтения листьев.*

*Бересклет бородавчатый – начало созревания плодов.*

*Опенок – массовое появление.*

*Журавли – пролетели первые стаи.*

Сделанные наблюдения необходимо сразу записывать в полевой дневник (записную книжку), не полагаясь на память. Все записи делаются четко, разборчиво (особенно даты), чтобы не только в текущем году, но и много лет спустя их можно было легко разобрать. Это очень важно потому, что фенологи часто обращаются к наблюдениям прошлых лет.

Для полевых записей фенологических наблюдений удобно иметь записную книжку или тетрадь карманного формата в твердой обложке. На первой странице обозначается время (год, месяц), место наблюдений и кто ведет их. Листы книжки нумеруются. Запись производится простым карандашом сразу же после наблюдений, кратко и точно, по определенному плану.

При ведении записей в полевых условиях довольно утомительно для каждого вида писать названия фенофаз полностью. Поэтому широко практикуется использование сокращенных обозначений, как буквенных, так и знаковых. Общепринятой системы в настоящее время не существует, обозначения фенологических фаз у разных авторов

различны. И в принципе каждый исследователь может придумать их себе сам. Ниже мы приводим несколько наиболее распространенных систем обозначений (рис. 3.1, табл. 3.1).

Таблица 3.1

### Обозначения фаз растений

Название фенологической фазы у растений	Принятые обозначения	
	Буквенные	Знаковые
Вегетация	вег	—
Бутонизация	бут	^
Начало цветения	нцв	)
Массовое цветение	мцв	○
Конец цветения	кцв	(
Плодоношение	пл	+
Обсеменение	обс	#
Вторичная вегетация после осыпания семян	вт. вег	=
Растение отмерло	отм	⊥
Растение замерзло	зам	⊥

При фиксации фенологического состояния у растений следует ориентироваться на нормальные экземпляры, без отклонений в развитии, типичные для данного участка местности. В случае наблюдений за растениями, не отвечающими этим условиям, это следует отмечать особо.

Собранную в поле информацию необходимо перенести на карточки либо в специальную тетрадь (журнал, дневник) в тот же день: вы еще не успеете позабыть свои впечатления, и это поможет избежать потери данных, а также уберечь от части неизбежных ошибок при переписывании.

Даты сезонных явлений, над которыми ведутся регулярные наблюдения, необходимо указывать в дневнике точно, так как без точного указания даты запись сезонных явлений не имеет никакого научного значения. Поскольку чаще всего ошибки случаются при обозначении месяца римскими цифрами, название месяца лучше писать словами или арабскими цифрами, например, «июнь» или «06», а не «VI». Другая частая ошибка – нечеткое написание даты. Например, 26 и 20, 23 и 28, 10 и 19 и т.п.

## А Погода

●	дождь	⚡	гроза
●	морось	⚡	молния
*	снег	Т	гром
*●	дождь со снегом	Ш	сильный ветер
▲	град, крупа	Ш	бурный ветер
▽*	осадки	Ш	порывистый ветер
≡	туман	Р	переменный ветер
⤵	роса	↘	слабый ветер
∠	иней	○	отличная видимость
⤿	радуга	○	солнце светит
		☾	лунный свет

## Б Фенология

Ⓓ	почки зимой	☼	цветы
Ⓓ	почки набухают	☼	цветы отцветают
Ⓓ	у почек зазеленели концы	∞	цветы отцвели
Ⓔ	почки раскрываются	☼+	цветущие соцветия
Ⓕ	молодые листья	○	незрелые плоды
Ⓖ	зеленые листья	●	зрелые плоды, неопавшие
Ⓕ	листья сохнут	∩	зрелые плоды, семена
Ⓖ	листья опадают	∪	весенний прилет птиц
Ⓕ	листья еще держатся	∩	весенний пролет птиц
⇒	растения прорастают	×	весеннее пение птиц
Ⓕ	стебель с сухими листьями	☼	гнездование птиц
Ⓕ	бутоны	☼	птенцы учатся летать
Ⓕ	бутоны раскрываются	☼	сбор птиц к отлету
☼	цветы распускаются	↓	осенний отлет
		✱	осенний пролет

Рис. 3.1. Условные знаки для наблюдений:  
за погодой (А), за сезонным развитием растений и животных (Б).

Запись в дневнике можно представить примерно в такой форме (табл. 3.2).

Таблица 3.2

### Дневник фенологических наблюдений

на \_\_\_\_\_ год

Фамилия и адрес наблюдателя или фенокружка

Дата	Гидрометеоявления	Наблюдения над растениями	Наблюдения над животными	Сельхозработы
18.04	–	Массовое цветение горьцвета	–	–
19.04	Первая гроза	Отцвел тополь белый	Первый крик кукушки	–

В дневник следует заносить не только наблюдения за явлениями, предусмотренными программой, но и наблюдения за другими явлениями в живой и неживой природе, привлекающими внимание.

Записывать надо только достоверные сведения, то, что видел сам наблюдатель. Сведения, полученные от случайного лица, не ведущего фенологических наблюдений, записываются в дневнике с обязательной оговоркой об этом.

*Приведем пример записи наблюдений при составлении комплексной фенологической характеристики природы. Наблюдения проводились во время экскурсии в окрестностях г. Витебска 2 мая 1998 г.*

**I. Состояние погоды.** Переменная облачность. Ветер северо-западный, слабый до умеренного. Несколько раз за время экскурсии выпадал небольшой дождь. Довольно тепло, особенно когда выглядывает солнце; температура воздуха около +10 °С.

**II. Гидрологические условия.** Вся вода в жидкой фазе. Освободились и река Лучеса, и мелкие водоемы. В канавах вдоль дорожки много воды. С полей вода уже сошла, но на болоте между кочками стоит. Болота начали оттаивать, но пока только с поверхности: на некоторой глубине и особенно внутри кочек чувствуется мерзлый грунт.

**III. Аспект.** В аспекте болота преобладают блеклые коричневатые, желтовато-бурые краски. Темно-коричневыми многоугольниками выделяются огороды. На возвышенностях преобладает темно-зеленый цвет сосновых крон, который перемежается серовато-белесыми пятнами березняков. Свежего зеленого цвета очень мало. Только обочины дорожки да хорошо прогреваемые, подсыхающие опушки начинают зеленеть от молодых всходов трав.

**IV. Фенологическое состояние растительности.** Хвоя у сосны темно-зеленая, блестящая, резко отличается от тусклой зимней. Верхушечные побеги начали расти, но пока только в единичных случаях превышают длину прошлогодней хвои. Они еще плотно обернуты светлой оранжево-серебристой чешуей, под которой зачатки будущих хвоинок плотно прилегают к стеблю. Шишки урожая прошлого года раскрыты, идет лет семян.

*Береза находится в фазе массового сокодвижения. У берез, растущих на болоте, сок идет еще очень интенсивно: при проколе коры сразу бежит тонкой струйкой. На мокрой от сока коре пораненных берез уже поселился гриб. Гриб имеет вид розоватого или белесоватого налета на коре. У некоторых берез из почек показались кончики клейких молодых листочков, но они еще не начали разворачиваться и не создают впечатления зеленой дымки.*

*На ветвях ольхи черной висят длинные мужские сережки. Пыльца из них уже высыпалась (цветение закончилось). Почечные чешуи еще плотно закрыты.*

*Цветет ива козья. Черемуха слабо зеленеет. У нее начинают разворачиваться листочки. Между ними кое-где видны зеленые зачатки будущих соцветий.*

*Мать-и-мачеха, растущая по обочинам дорожки, в фазе массового цветения. Встречаются единичные отцветшие растения, но растений с созревшими семенами еще нет. В некоторых местах уже показались маленькие листочки, которые появляются значительно позже цветonoсных побегов.*

*В черноольшанике всходы сныти, таволги вязолистной, крапивы достигают 5–15 см. Здесь же начала цвести калужница, но раскрытые венчики пока только у единичных цветков. На возвышенных местах цветет медуница. У нее еще очень невысокие стебли, которые позволяют полнее использовать приземное тепло. Из цветущих растений нашли ветреницу дубравную, печеночницу обыкновенную.*

***V. Животный мир.** Пели зяблики, пеночки веснички, дрозды рябинники и дрозды белобровики; стучал по дереву дятел. Видели зорянку. Насекомых встретили мало. Из бабочек – одну крапивницу и одну лимонницу. Видели божью коровку. Комаров пока еще очень мало, но все-таки есть.*

## **ФЕНОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

Для различных практических целей важно знать не только сроки и амплитуды феноявлений природы, но весьма существенны и количественные оценки.

Наблюдения, связанные с определением размера или величины самого явления, его интенсивности, с его количественной оценкой, называются фенометрическими. Фенометрические измерения требуются для точного анализа влияния внешних факторов на ход развития живой природы, прежде всего, при таких «скользящих» процессах, как рост отдельных органов растения.

Простейшие фенометрические наблюдения можно вести с помощью обыкновенной сантиметровой линейки или ленты через определенные промежутки времени, например, раз в пятидневку (5 числа, 10, 15). Записывая, например, длину и ширину развивающегося листа какого-либо растения, можно установить время, когда оно достигает своей нормальной величины, когда рост его прекратится.

Фенометрические наблюдения широко применяются биологами при изучении различных организмов.

Для прогноза урожайности сельскохозяйственных и лесных культур необходимо проводить количественную оценку цветения растений, то есть определять, как оно протекало: сильно, средне, слабо или его вовсе не наблюдалось (табл. 3.3).

Численность промысловых животных в существенной степени зависит от состояния кормовых запасов. Поэтому очень важно знать величину урожая ягод, шишек хвойных деревьев, орехов, грибов. При полном неурожае их или слабом урожае промысловые животные переселяются в другие районы, где эти корма имеются.

Таблица 3.3

**Шкала оценки цветения и урожая**

Баллы	Цветение (оценку производят в период массового цветения)	Урожай (оценку производят до начала массового созревания плодов и семян)
0	Цветения не было.	Полный неурожай.
1	Цветение очень слабое. Небольшое количество цветков есть лишь у отдельных растений данного вида.	Урожай очень плохой. Единичные плоды и семена встречаются очень редко.
2	Цветение слабое. Небольшое количество цветков у многих растений данного вида.	Урожай слабый. Небольшое количество плодов у многих растений данного вида.
3	Цветение среднее. Умеренное количество цветков у многих растений данного вида.	Урожай средний. Умеренное количество плодов у многих растений данного вида.
4	Цветение хорошее. У большинства растений много цветков.	Урожай хороший. Участки с большим количеством плодов занимают не менее половины встречающихся площадей.
5	Цветение очень хорошее. Очень большое количество цветков у большинства растений данного вида.	Урожай очень хороший. Повсеместно обильное плодоношение.

Для своевременного принятия необходимых мер по защите различного рода огородных, садовых, полевых и лесных культур от вредоносной деятельности насекомых необходимо заранее знать, в каких размерах происходил лет взрослых насекомых. Если, например, какие-либо насекомые появились в большом количестве, то можно предположить, что из отложенных ими яиц выйдет очень много гусениц и повреждения растений могут быть весьма велики.

Так как средняя продолжительность времени от момента откладки яиц до появления гусениц известна, то по времени лета насекомых и количественной оценке этого явления с известной точностью можно установить сроки появления гусениц и начала их вредоносной деятельности. Следовательно, можно заблаговременно принять меры к истреблению вредителя (опыление или опрыскивание).

В качестве примера использования фенометрического метода рассмотрим наблюдения за динамикой прироста верхушечных побегов сосны в течение лета.

Прирост в высоту – очень важный показатель жизнедеятельности дерева. От скорости прироста зависит повышение продуктивности лесов, поэтому изучение динамики прироста деревьев имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Измерения прироста молодых сосен проводились на двух смежных участках, различных по условиям освещенности. Первый участок расположен на опушке леса у дороги, второй – выше по склону, под пологом леса. Измерения верхушечного побега у сосен делались в течение всего теплого сезона начиная с 20 апреля по 25 июля. Результаты наблюдений представлены в таблице и графически (рис. 3.2, табл. 3.4).

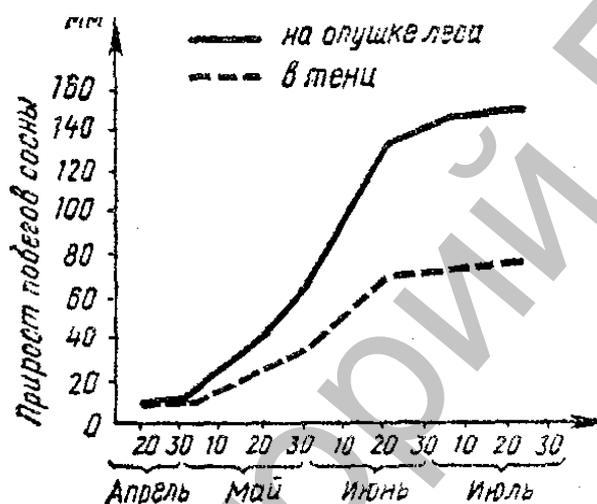


Рис. 3.2. Средний прирост верхушечных побегов сосны в разных экологических условиях.

Таблица 3.4

**Средний прирост верхушечных побегов сосны в разных экологических условиях (в мм)**

Расположение участка	Дата наблюдения						
	20.04	1.05	20.05	5.06	20.06	5.07	20.07
На опушке леса	5,5	9,1	39,8	75,2	133,0	143,7	148,0
В тени	3,5	7,9	23,6	37,3	64,5	68,5	69,5

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

- 1) прирост верхушечного побега у сосны начинается уже в конце апреля – начале мая. Сначала он идет медленно и только в конце мая (в связи со значительным повышением температуры воздуха) резко ускоряется;
- 2) наиболее интенсивный прирост главного побега идет с середины мая до середины июня. В это время суточный прирост может достигать на освещенном участке 3,8 мм, а в тени – 1,8 мм;
- 3) заканчивается прирост к концу июня. В июле его величина уже незначительна.

## ОПИСАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД

Одним из самых точных в фенологии является *описательный интегральный метод*. При работе по этому методу фенологическое состояние объекта в день экскурсии на выбранном участке характеризуют процентом учетных единиц, перешедших определенную межу. Поясним незнакомые термины.

*Учетная единица* – это то, что подсчитывают при наблюдении. Для растений за учетную единицу чаще всего принимают одну особь. Можно брать часть особи: цветоножку, лист, побег. Учетные единицы должны быть по возможности однородными: примерно одного возраста, не поврежденные болезнями или вредителями.

*Межа* – это сезонное явление, выбранное для наблюдения в день экскурсии. Межа представляет собой определенную точку в сезонном развитии учетной единицы и разделяет учетные единицы на две категории: не дошедшие до нее и миновавшие ее. Примерами меж могут быть: четкая дифференциация бутонов, начало цветения, массовое осеннее окрашивание листьев, конец массового листопада и др.

В полевых условиях наблюдения по интегральному описательному методу проводятся следующим образом. На выбранном участке просматривают, не отбирая, подряд некоторое количество учетных единиц. Для деревьев это число должно быть 25–100 (удобнее брать числа, кратные 5 или 10), а для травянистых растений – 100–300. Надо помнить, что чем больше учетных единиц просмотрено, тем точнее наблюдения. Каждая учетная единица оценивается баллом 0, если она в своем сезонном развитии не дошла до меж, и 1, если перешла ее. Для удобства баллы вписывают в квадрат (или прямоугольник), разделенный на клетки по числу оцениваемых учетных единиц.

0	0	1	0	0
1	1	0	0	0
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	1	0

Чтобы вычислить процент учетных единиц, перешедших межу, подсчитывают количество учетных единиц, отмеченных баллом «1», и определяют, какой процент они составляют от общего числа просмотренных учетных единиц.

Результаты наблюдений можно представить наглядно в виде различных графиков и диаграмм.

Приведем пример выполнения наблюдения за зеленением березы с помощью интегрального описательного метода.

Зеленением фенологи называют начало разворачивания листьев у древесных пород. Крона дерева, вступившего в фазу зеленения, изда-

ли кажется покрытой нежной просвечивающей зеленой дымкой. Такой эффект создают еще не развернувшиеся полностью листочки.

Чтобы результаты были интереснее, лучше проводить наблюдения на двух участках, различающихся по условиям среды, например, на сухом возвышенном и низком заболоченном.

За учетную единицу при наблюдении принимают одно взрослое здоровое дерево. Межа – начало зеленения. Березы, не начавшие зеленеть, обозначают баллом 0, а те, крона которых окутана зеленой дымкой, – баллом 1.

На каждом выбранном для наблюдения участке просматривают подряд все взрослые здоровые березы и оценивают их фенологическое состояние баллами 0 или 1. Результаты наблюдений вписывают в заготовленные заранее квадраты или прямоугольники, разбитые на 25, 50 или 100 клеток (в зависимости от количества берез на участке). Например, 3 мая 1997 г. были проведены наблюдения за зеленением березы на двух участках: I – березняк разнотравный на возвышенности; II – березняк заболоченный. На каждом участке было просмотрено по 100 деревьев. При этом на I участке оценку 0 получили 7 деревьев, оценку 1 – 93; на II участке оценку 0 – 85, оценку 1 – 14 деревьев. Таким образом, на I участке выбранную межу перешло 93% учетных единиц, а на II – только 14%. Вот как сильно влияет на сезонное развитие растительности более холодный по сравнению с возвышенностью микроклимат болота.

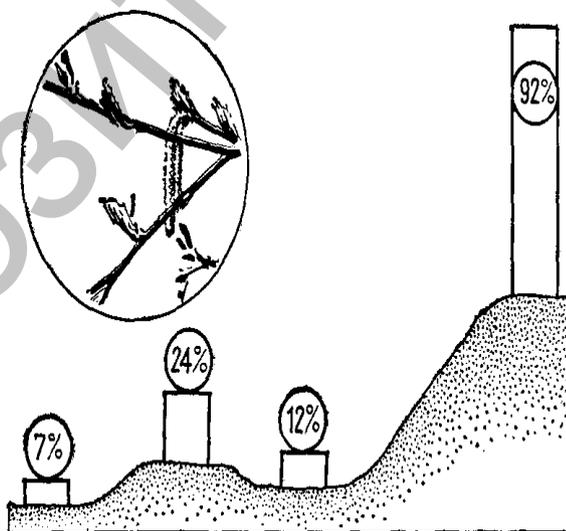


Рис. 3.3. Процент берез, начавших зеленеть в разных условиях рельефа.

Результаты наблюдений можно изобразить в виде диаграммы. Для этого на листе бумаги вычерчивают геоморфологический профиль (можно с соблюдением масштаба, можно приблизительно, отражая существующие соотношения в рельефе местности). На профиле, в

местах расположения участков, показывают в виде столбиков разной высоты процент учетных единиц, перешедших выбранную межу (рис. 3.3).

**? Вспомните.** 1. В чем смысл первичного описательного метода фенологических наблюдений? 2. Как следует оформлять дневник наблюдений? 3. Какое практическое значение имеет изучение прироста деревьев в высоту? 4. В чем сущность описательного интегрального метода фенологических наблюдений?

## **§ 25. ОРГАНИЗАЦИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

### **ВЫБОР УЧАСТКОВ ДЛЯ ФЕНОНАБЛЮДЕНИЙ**

Фенологические наблюдения несложны и доступны всякому любителю природы, натуралисту, школьнику. Однако эти наблюдения требуют известной тщательности, аккуратности и добросовестности. Для того чтобы они были сравнимы с такими же наблюдениями в других районах, их нужно производить по определенным указаниям, методике и программе.

Прежде чем приступить к наблюдениям, следует внимательно ознакомиться с ближайшей местностью, чтобы выбрать среди нее наблюдательные участки. Выбранные участки должны иметь рельеф, почвы и растительный покров типичные для данной местности. Это могут быть различные типы водоемов, лесов, лугов, участки с разной степенью антропогенной нагрузки (сад, парк, насаждения вдоль улиц и дорог), на которых можно было бы вести наблюдения в течение ряда лет.

Для учета влияния рельефа (экспозиции склонов) и состава растительности (фитоценоза) на сроки и динамику фенологических явлений рекомендуется для наблюдений выбирать не один участок, а маршрут, пересекающий несколько участков, различающихся как по видовому составу растительности, так и по рельефу. Маршрут (несколько участков) выбирается с таким расчетом, чтобы большинство растений, намеченных для постоянных учетов фенологических фаз, встречалось на многих участках («проходные растения»).

Перед выбором участка (маршрута) следует внимательно ознакомиться с программой наблюдений с тем, чтобы знать перечень необходимых для наблюдений объектов и при выборе учитывать их наличие. Касается это, главным образом, растительных объектов.

Взятые все вместе наблюдательные участки должны занимать площадь диаметром не более 3–4 км. Это будет основной пункт наблюдений. Сроки наступления фенологических явлений для каждого участка в основном пункте наблюдения записываются отдельно. Если

же наблюдения будут производиться за пределами данного пункта, то это нужно будет всякий раз отмечать в своих записях.

Основным документом, характеризующим пункт наблюдения, своего рода его паспортом, должно быть подробное его описание, которое рекомендуется составлять по прилагаемой схеме (форма 1).

Необходимо иметь в виду, что без точных сведений о пункте наблюдений сами по себе наблюдения во многом утрачивают свою ценность, так как их бывает трудно привязать к конкретной местности. На разных, даже близко расположенных, участках одни и те же сезонные явления могут наступать в различные сроки.

Форма 1

### **Сведения о пункте фенологических наблюдений и наблюдателе**

*Место наблюдений (точный адрес).*

**Общий характер местности, где расположен участок наблюдений** (находится ли он в пределах населенного пункта или на определенном расстоянии от него, на возвышенности или в низине; если у реки, то в пойме или на коренном берегу; в лесу, на открытой местности, среди обрабатываемых или необрабатываемых земель и т.п.).

**Что представляет собой участок наблюдений** (парк, сквер, озелененную улицу, лесозащитную полосу, поле, сад, пустырь, если участок леса, то указать тип леса, если болото – то верховое или низинное и т.п.).

**Какая почва преобладает в месте наблюдений** (песчаная, супесчаная, суглинистая, глинистая, торфяно-болотная и т.д.).

**Характер произрастания растений** (единично или группами, на затененных или освещенных местах, для древесных растений указать возрастную группу).

**Сведения о наблюдателе:** фамилия, имя и отчество, основное занятие, возраст, образование.

*Дата заполнения*

*Подпись наблюдателя*

Перед началом наблюдений нужно выяснить, какие деревья, кустарники и травянистые растения (как отмеченные в программе, так и выбранные дополнительно) растут в окрестностях, составить их список, нанести их местообитание на схематический план местности (рис. 3.4).

Если наблюдения проводятся на приусадебном или школьном участке, в садах, парках или скверах города, их также следует указать на плане, описав растительность. Если выбран один участок для наблюдений, необходимо, чтобы он был типичным для изучаемой местности, располагался на ее ровной возвышенной части, но не на склоне, не в глубине оврага, не в низине.

Нужно помнить, чем большее число лет будут производиться наблюдения за одними и теми же явлениями и на одних и тех же местах, тем ценнее будут собираемые феноматериалы. Поэтому не следует менять места наблюдений без особой на то надобности.

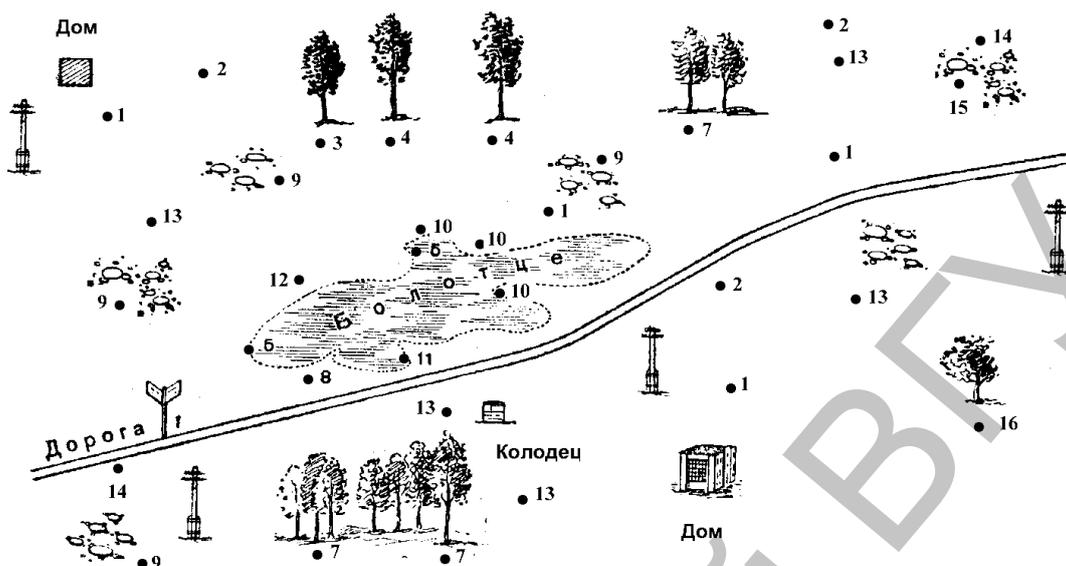


Рис. 3.4. План основного участка наблюдения.

### ВЫБОР ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ФЕНОНАБЛЮДЕНИЙ

Из всего многообразия фенообъектов и сезонных явлений природы необходимо выбрать для наблюдения те из них, которые:

а) наиболее характерно и ярко отражают существенные стороны местных природных условий, дают возможность составить, так называемый, календарь природы, т.е. последовательный хронологический ход сезонных явлений;

б) доступны для систематических и эпизодических наблюдений, т.е. находятся недалеко от часто посещаемых мест;

в) внешние различия между фенологическими фазами у выбранных видов должны быть хорошо заметны (не рекомендуется использовать в качестве модельных видов злаки из-за трудности в определении фенологических фаз у этой группы);

г) должны быть обычными для данного сообщества.

Наблюдать следует только хорошо известные объекты. Но хорошо известные объекты могут оказаться неточно названными (неправильно указан вид). Поэтому все более или менее сомнительные названия растений и животных следует уточнить с помощью определителей или местных специалистов.

После того как будут определены виды, необходимо пометить непосредственно те растения, за которыми будут вестись наблюдения. Для этой цели удобно использовать цветные шерстяные нитки. На каждом участке помечается 10–15 растений каждого вида, типичных по своему внешнему виду для данной популяции.

Деревья и кустарники для наблюдений следует выбирать средневозрастные, избегая старых, молодой поросли, больных, поврежденных

насекомыми, сильно обрезанных или поломанных, растущих около стен домов, у заборов, в глухих дворах, на солнцепеке. Если же за неимением других приходится пользоваться и такими малопригодными фенообъектами, то необходимо всякий раз указывать их местоположение, например: «зацвела черемуха на крутом южном склоне оврага».

При записях в дневнике следует указывать число осмотренных деревьев и число вступивших из них в наблюдаемую фазу, например: «осмотрено 12 экземпляров клена остролистного, из них зацвело 4 экземпляра». Этот прием применяется при хорошо отличимых фазах, таких, как зацветание, полная осенняя окраска и т.п.

Наблюдения над травами следует вести там, где они произрастают в достаточном количестве.

### **КАК ПРОИЗВОДИТЬ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

Фенонаблюдения рекомендуется вести в течение всего года.

Проведению самих наблюдений должно предшествовать внимательное ознакомление с программой фенологических наблюдений. Включенные в программу явления в каждом ее разделе расположены приблизительно в таком порядке, в котором они следуют друг за другом по времени. Поэтому, хорошо зная программу, фенолог может заранее составить себе план наблюдений. Так, если в программе первыми явлениями (по разделам) значатся: «Первые проталины», «Сокодвижение березы», «Появление первых синих мясных мух», то это означает, что именно эти явления следует ожидать в самом начале весны и что наблюдатель уже с конца зимы должен следить за временем их наступления.

Главное, что требуется от фенологических наблюдений, состоит в точном определении даты (дня) наступления того или иного явления. Точность этого во многом зависит от того, как часто проводятся наблюдения.

В разгар весны, когда сезонные явления быстро наступают друг за другом, наблюдения рекомендуется производить ежедневно. Летом и осенью производить наблюдения можно через два-три дня.

Но не все и не всегда могут проводить наблюдения с такой частотой. Это не должно служить препятствием для ведения фенологических наблюдений или причиной их прекращения. Если нет возможности наблюдать каждый день, точность определения даты наступления явлений может быть повышена, если отмечать не только день, когда данное явление впервые отмечено, но и день последнего выхода на наблюдения, когда данное явление еще не было обнаружено. Допустим, при выходе на наблюдения 15 марта сокодвижения у березы не отмечалось, а в следующий выход – 21 марта – оно наблюдалось. Считать, что сокодвижение началось 21 марта, нельзя, так как оно могло начаться в любой день между 15 и 21 марта, когда наблюдения

не проводились. В данном случае наименьшая ошибка будет допущена, если за более вероятную дату начала сокодвижения примем промежуточную дату между 15 и 21 марта, то есть 18 марта. Разумеется, чем меньшими будут перерывы между посещениями участка наблюдений, тем точнее можно установить даты наступления явлений.

Наблюдатель должен знать, что многие растения начинают зацветать во вторую половину дня, и, следовательно, приурочить большинство наблюдений к этому времени. Но вместе с тем необходимо помнить, что некоторые растения, как, например, кислица, ветреница, сон-трава и другие раскрывают свои цветки только в солнечную погоду и закрывают их в пасмурную и на ночь, а другие распускают цветки утром и закрывают после полудня.

**? Вспомните.** 1. Какие требования предъявляются к выбору маршрута наблюдений? 2. Что является основным документом, характеризующим пункт наблюдения? Какие сведения он должен содержать? 3. Какие объекты необходимо выбирать для фенонаблюдений? 4. Какова методика проведения фенологического наблюдения?

## **§ 26–27. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАТ ФЕНОЯВЛЕНИЙ И ФЕНОФАЗ (практическая работа)**

### **ФАЗЫ РАЗВИТИЯ ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ**

У растений и животных можно наблюдать целый ряд явлений, которые довольно отчетливо разделяют весь сезонный круг их развития на отдельные периоды, или фазы. У растений, например, отмечаются фазы распускания почек, цветения, созревания плодов; у птиц – прилет их весной, откладка яиц, появление птенцов; у насекомых – появление их весной, откладка яиц, появление гусениц и т.д.

Сезонная ритмика явлений в живой природе – результат воздействия на них всех компонентов ландшафта и факторов среды обитания в каждом природном комплексе. Особенно чутко на такие воздействия окружающей среды реагируют растения, представляющие собой своеобразную биоклиматическую станцию. Будучи «прикрепленными» к месту обитания, растения постоянно находятся под влиянием комплекса изменяющихся климатических факторов. Показателем такого воздействия являются фенологические фазы развития растений. В частности, по срокам их наступления можно судить о том, насколько благоприятна экологическая обстановка года для жизнедеятельности организмов.

Установлено, что сроки наступления определенных фаз развития у растений, произрастающих в естественных условиях обитания –

в лесах, на полях, лугах, могут служить индикаторами (указателями) сроков наступления определенных фаз у важных в хозяйственном отношении растений. Такие растения-индикаторы (фитоиндикаторы) помогают в определении оптимальных сроков проведения сельскохозяйственных, лесокультурных и заготовительных работ.

Как растения, так и животные вступают в ту или иную фазу своего развития не все сразу, а более или менее постепенно. В любой фазе развития различают три момента, или стадии: начало, разгар и конец. Например, сначала первые цветы появляются у небольшой группы растений (начало фазы цветения, или зацветание растения). Далее отмечается время, когда все растения того или иного вида покрылись распустившимися цветами (разгар фазы цветения, или массовое цветение). В это время цветущие растения принимают определенную окраску, хорошо видимую даже издали (белые или розоватые яблони, белые черемухи, ярко-желтые пятна или полосы цветущей калужницы и т.п.). Конец фазы отмечается, когда у подавляющего большинства растений цветение закончилось (цветы завяли, подсохли или опали).

Наиболее точно можно определить начало любой фазы развития (особенно у растений). Поэтому в первую очередь следует отмечать день, когда начала распускаться листва растений, когда начали появляться те или иные птицы, насекомые, лягушки и т.д.

В отдельные годы осенью (в сентябре – первой половине октября) наблюдается становление очень теплой, солнечной погоды – так называемое «бабье лето». В такое время бывают случаи вторичного цветения растений (яблони, рябины, черемухи, брусники, калужницы и др.) и даже вторичного созревания плодов (малины, земляники). В животном мире осенью также могут повторяться явления весеннего характера. Вторично начинают петь после летнего перерыва пеночки (теньковка, весничка), скворцы, жаворонки, токуют тетерева. Отмечаются случаи осенних генераций у насекомых, кваканье лягушек. Все перечисленные случаи возвратов весенних периодических явлений природы осенью необходимо записывать, указывая их даты и продолжительность.

Помимо регистрации сроков наступления сезонных явлений, проявляющихся у отдельных объектов, отмечаются также сроки изменения общего вида или физиономичности всего ландшафта в целом или отдельных его частей. Из относящихся сюда понятий важнейшим является понятие сезонных аспектов ландшафта и его частей.

Различают общие и частные сезонные аспекты. Под общим аспектом ландшафта понимают его облик в целом. Под частным аспектом – общий вид какой-то части ландшафта. К общим аспектам ландшафта относится зимний заснеженный аспект, осенне-весенний аспект «голой природы» после схода снега, но до развития листвы у растений, летне-зеленый аспект, аспект золотой осени, предзимья.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЯВЛЕНИЙ У РАСТЕНИЙ

**Сокодвижение** – отмечать днем, когда из заранее сделанного с помощью шила в коре дерева небольшого отверстия покажутся капли сока. Отверстие делается на южной стороне дерева, на высоте груди человека. Явление весеннего сокодвижения хорошо наблюдается у березы и клена. У других растений оно гораздо менее заметно. Такой прокол после отметки начала сокодвижения необходимо замазать глиной, садовой замазкой или пластилином. Начало сокодвижения обычно совпадает со временем появления больших проталин в снежном покрове.

**Облиствение деревьев.** Отмечают:

а) начало зеленения – из почек показались концы зеленых листьев (хвоинок);

б) появление «зеленой дымки». У берез, растущих на опушке леса или на открытых местах, отмечают день появления из почек еще не расправившихся листьев. Появляется такая «зеленая дымка» обычно через 5–10 дней после начала зеленения. У лиственниц во время этой фенофазы начинают расходиться хвоинки в пучках.

**Цветение.** У травянистых растений (мать-и-мачеха, одуванчик, калужница) за начало цветения принимается день, когда на участке обычного произрастания данного вида встречено несколько (2–3) первых зацветших растений.

У ветроопыляемых деревьев (береза, ольха, тополь, хвойные) начало цветения отмечается датой, когда при легком встряхивании веток появляется облачко пыльцы. У различных ив (верба, козья ива и др.) начало цветения устанавливается по времени выдвижения из «барашков» тычинок с желтыми пыльниками. При прикосновении к ним на пальцах остается пыльца. В это время на деревьях ивы появляются пчелы.

У растений с цветами, собранными в виде кисти (черемуха, сирень, иван-чай), щитка (рябина, калина), корзинки (мать-и-мачеха, поповник), зацветание определяется днем, когда в соцветиях раскрываются венчики первых цветков. В кистях раскрывание цветков идет снизу вверх, в щитках и корзинках – от краев к середине.

Массовое цветение отмечается датой, когда на участке наблюдений зацвело большинство растений данного вида (более 50%). Обилие цветения определяют глазомерно.

**Созревание плодов, семян.** Начало созревания плодов отмечается датой, когда у двух-трех растений данного вида созрели первые плоды. У растений с сочными плодами (земляника, малина, крыжовник, смородина, черника, брусника) признаки созревания следующие: плоды становятся мягкими, приобретают вкус и окраску зрелых. Если наблюдения проводятся над культурными растениями в садах, то обязательно указывается название сорта.

Определить время созревания сухих плодов, семян (орехи, желуди, летучки у клена и т.д.) несколько труднее. Обычно начало этой фазы определяется днем, когда впервые были замечены опавшие орехи, желуди, летучки у клена, начали растрескиваться бобы желтой акации, полетел «пух» с осин, тополей, ив, начали падать семена берез, ели, сосны. В действительности опадение семян, плодов происходит некоторое время спустя после их созревания, то есть когда побурела или пожелтела их оболочка, они стали твердыми на ощупь (орехи, желуди), но эти признаки отмечать у таких плодов значительно труднее, чем у сочных, момент же отделения (опадения) плода устанавливается наблюдением довольно точно.

Созревание плодов-летучек (осина, тополь, ива) определяется по появлению в воздухе летающих плодов и семян – «пуха».

Массовое созревание плодов отмечается датой, когда у большинства растений данного вида большая часть плодов (на глаз – более половины) созрела.

**Осенняя раскраска листвы** – начало фазы устанавливается по времени появления первых по-осеннему окрашенных листьев (чаще желтых) или целых небольших веточек или прядей (особенно заметно у берез). Эта фаза наступает обычно со второй половины августа (береза, липа, вяз, черемуха), позже у осин, кленов, дуба.

Конец фазы – полная раскраска листьев – отмечается днем, когда вся листва принимает осеннюю окраску. Кроны деревьев становятся желтыми, красными, бурыми.

Примечание. Не следует принимать за осеннее пожелтение случаи преждевременного отмирания части или всех листьев, возникшее в сильную засуху или от повреждения деревьев насекомыми или болезнями. Такие случаи, если они приобретают массовый характер, следует отмечать особо.

**Листопад** – начало фазы отмечается днем опадения листьев в не-большом, но все же заметном количестве (не единичные листья). Конец фазы – окончание массового листопада – определяется днем обнажения кроны дерева или куста от листьев. Единичные листочки, остающиеся иногда на концах ветвей или вершинках побегов, в расчет не принимаются.

У хвойных (ель, сосна) осенью желтеет и опадает часть хвои: у сосны – хвоя трех- и двухлетнего возрастов, у елей – 6–7-летнего возраста. Пожелтение и хвоепад хорошо заметны у сосен. Хвоя у них начинает желтеть со второй половины августа в нижних частях веток, отчего внутренняя часть кроны кажется как бы подпаленной. Хвоепад у сосен заканчивается во второй половине сентября, после чего вся крона становится зеленой, но более «жидкой», прозрачной. У елей хвоя желтеет (буреет) в октябре–ноябре. Хвоепад продолжается и зимой. Опавшая хвоя хорошо замечается на поверхности снежного покрова, особенно после ветреных дней.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОФАЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

(для всех культур обязательно указывается название сорта)

**Появление всходов.** Начало отмечается датой появления первых ростков. Массовые всходы – появлением ростков на большей части поля.

**Колошение зерновых.** Началом колошения считается день, когда примерно у 10% растений на наблюдаемом участке колос наполовину выдвинулся из влагалища верхнего листа. Массовое колошение – датой, когда у большинства растений началось колошение.

**Цветение.** Начало цветения (пыления) отмечается датой, когда примерно у 10% растений появились созревшие пыльники, раскрылись чешуи цветков. Массовое цветение – датой, когда у большинства растений началось цветение.

**Молочная спелость зерновых.** Отмечается датой, когда у большинства растений зерно в средней части колоса достигло нормальной величины (размеров спелого зерна) и его содержимое имеет вид (при выдавливании) не круто сваренного белка желтоватого цвета.

**Восковая спелость зерновых.** Указывается дата, когда у большинства растений зерно в средней части колоса приобрело желтую окраску, содержимое его с трудом выдавливается из оболочки и легко скатывается в шарик, мнется, как воск, легко режется ногтем.

Кроме этого, отмечают начало работ по уборке.

## § 28. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЯВЛЕНИЙ У ЖИВОТНЫХ (практическая работа)

Фенонаблюдения за животными ввиду их подвижности, перемещения с места на место, представляют большие трудности, чем наблюдения за растениями. Здесь необходимы знания их повадок, следов, голосов (песен, криков), полета – словом, целого ряда косвенных признаков, по которым можно устанавливать наступление тех или иных сезонных моментов в их жизни, отдельных фаз их развития.

**Наблюдения над птицами.** Весенний и осенний пролеты отмечаются днем, когда были замечены первые пролетные стаи (гуси, журавли). Желательно отмечать и даты массового пролета (птицы летят «валом», в течение всего дня слышны их крики). Гуси часто летят и ночью.

Весенний прилет определяется днем встречи первых прилетевших птиц данного вида или днем первого крика, песни птицы, услышанной наблюдателем.

Начало тока, тяги, отмечается днем, когда замечены первые токующие птицы («бормотанье» тетерева), первые вальдшнепы, «тянущие» над лесными просеками и полянами.

Первая песня синицы большой. Эта птица начинает петь очень рано, часто уже в феврале.

Грач. Отмечают первое появление особей этого вида весной на гнездовьях – «грачевниках». Однако это не всегда совпадает с их прилетом, так как грачи часто не улетают на зиму, а являются кочующими птицами.

Кукушка обыкновенная. Записывают день, когда первый раз после зимы услышали кукование. Прилет кукушек происходит раньше этого дня. Иногда прилетевшие птицы долго не поют, особенно если весна поздняя и холодная.

Прилет ласточек и стрижей отмечается датой первого появления этих птиц. Следует учитывать возможность их временного исчезновения, связанного с возвратом холодов и исчезновением насекомых, служащих им пищей. В этих случаях рекомендуется отмечать даты исчезновения и повторного появления птиц.

Появление птенцов определяется по пisku, крикам в гнездах, скворечнях. У выводковых птиц (например, тетерев) появление птенцов отмечается днем, когда впервые была замечена матка с выводком.

Последняя песня, крик летом – дата устанавливается путем ежедневных записей наблюдений с конца июня до начала июля.

Труднее точно отметить: начало кладки яиц, вылупление птенцов (родители начали носить корм птенцам), поднятие на крыло молодых, отлет подросших молодых от гнезд, осенний сбор в стаи (грачи, скворцы, ласточки, стрижи).

Первая осенняя песня скворца. Отмечается день, когда после долгого перерыва (с весны) было услышано пение скворца.

Осенний отлет – исчезновение птиц с места своих гнездовий. Рекомендуется отмечать в дневнике все летящие на юг стаи птиц: начало пролета, массовый пролет и конец пролета.

Появление зимующих птиц. Прилет снегирей и свиристелей.

Для **пресмыкающихся** (черепах, змей, ящериц) характерна зимняя спячка; размножаются они откладкой яиц (за исключением живородящей ящерицы). Образ жизни пресмыкающихся скрытый, поэтому сезонные явления жизни пресмыкающихся редко используются при характеристике сезонной динамики природных сообществ.

Зимняя спячка характерна также для **земноводных** (лягушки, жабы, тритоны). В их жизни отмечаются: первое появление ожившего животного, начало кваканья у лягушек, начало икрометания.

У **рыб** отмечаются: начало нереста, начало массового хода (для проходных и нерестящихся в береговых нерестилищах видов), начало массового лова (для промысловых рыб).

Большую роль в сезонной динамике природных сообществ играют бесчисленные виды **беспозвоночных животных** (простейшие, черви, моллюски), насекомые и другие членистоногие (ракообразные

и паукообразные). Большинство видов беспозвоночных ведет скрытый образ жизни и определение многих их групп доступно только специалистам. Вот почему для наблюдений используются лишь широко распространенные общеизвестные, так называемые, «фоновые» виды беспозвоночных. Все беспозвоночные – холонокровные животные. Зимой они впадают в оцепенение, весной отмечается их оживление, а осенью – исчезновение. Беспозвоночным свойственна смена сезонных фаз развития. Размножаются они откладкой яиц. У насекомых из яиц развиваются личинки (у бабочек – гусеницы), из личинок – куколки (у насекомых – с полным превращением), из куколок – взрослые особи (имагинальная фаза). У остальных беспозвоночных также наблюдается личиночная фаза, но фаза куколки отсутствует.

Для характеристики сезонной динамики природных сообществ используются 3 группы сезонных явлений жизни насекомых и других беспозвоночных.

1. Индикационные явления, свидетельствующие о наступлении определенных этапов годичного круга природы: первое появление весной гренландских мух, ярких весенних бабочек (крапивницы, крушинницы, траурницы и т.п.), кобылок, цикад, крупных жуков (например, майского хруща), вылет крупных стрекоз, начало стрекотания кузнечиков, вылет осенних бабочек: осенней и зимней пядениц, начало лета паутины осенью. Индикатором разморозки и прогрева почвы служит появление дождевых червей. Это явление отмечается по кучкам экскрементов на дорожках и других местах, лишенных травяного покрова.

2. Развивающиеся в массовом количестве паразиты человека и домашних животных: первые укусы, массовое нападение на человека и домашних животных и конец нападений комаров, мошки (гнуса, мокрецов), слепней, осенних жигалок.

3. Появляющиеся в массовом количестве вредители сельскохозяйственных культур и лесов: бабочки-белянки (капустницы, репницы, брюквенницы, боярышницы и др.).

**Наблюдение над насекомыми.** Появление первых синих крупных мух. Зимуют взрослые особи. Иногда появление мух можно отметить даже в конце февраля. Они хорошо заметны на освещенных солнцем стенах домов, на заборах.

Появление первых рыжих лесных муравьев. Отмечается датой, когда на поверхности муравейника замечены первые активные особи.

Из кровососущих насекомых отмечают по первым укусам появление комаров, слепней (их иногда неправильно называют оводами), а летом – мошек. Датой массового появления этих насекомых следует считать день, когда они начинают причинять заметное беспокойство человеку или животным.

Весной появляются бабочки, зимующие во взрослом состоянии: красно-черные крапивницы и светло-желтые лимонницы, в конце вес-

ны обычны траурницы – крупные темно-коричневые бабочки с широкой кремово-белой каймой на крыльях.

В начале лета отмечают появление первых бабочек-боярышниц, отличающихся от других черной окраской всех жилок на белых крыльях.

Из других насекомых весной регистрируют появление на лугах и опушках леса шмелей, а в начале лета – крупных блестящих бронзово-зеленых жуков бронзовок. Эти жуки появляются обычно на цветах зонтичных растений, но в отдельные годы их можно встретить на цветах яблонь, где жуки поедают тычинки. Отмечается также появление первых майских жуков, лет которых бывает главным образом по вечерам.

Массовое появление отмечается днем, когда данный вид насекомого появился в массе. Заметны целые группы, рои, слышен гул (майский жук). Поденки появляются над поверхностью водоемов во второй половине лета в вечерние часы в таком количестве, что напоминают собой снежную метель.

Исчезновение для летающих насекомых отмечается последним днем их полета, для муравьев – это последнее появление их на поверхности муравейников, для кузнечиков – прекращение их стрекотания.

Случаи исключительно массового размножения и перелета насекомых наблюдаются в отдельные годы у некоторых видов (луговой мотылек, непарный шелкопряд, стрекоза и др.). Все эти случаи желательно регистрировать в записной книжке, отмечая направление пролета насекомых, время суток, температуру воздуха и направление ветра.

## **§ 29–30. ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

### **АНАЛИЗ ГОДОВОГО ХОДА СЕЗОННЫХ ЯВЛЕНИЙ**

Анализ годового хода феноявлений следует провести по окончании осени. Прежде чем проводить годовой анализ сезонных явлений, нужно постараться увидеть общую картину этих явлений как единый, многообразный и закономерный процесс развития природы.

Времена года в умеренных широтах сильно отличаются друг от друга прежде всего температурными условиями. Колебания температур вызываются изменениями количества солнечной радиации в течение года и режимом атмосферной циркуляции.

Смена времен года обуславливает в годовом цикле природы сезонные изменения, закономерные повторяющиеся из года в год. Весной нарастает количество тепла на земной поверхности, и в связи с этим исчезает снег, бегут ручьи, вскрываются реки, пробуждаются расте-

ния и животные и т.д. За весной приходит лето с высоким солнцестоянием и жаркими днями, а там осень и зима.

И так, как кажется на первый взгляд, это повторяется из года в год на протяжении тысячелетий. Но непрерывно развивающаяся природа не знает повторений. Каждая весна, как и остальные времена года, несет с собою по сравнению с весной прошлого года много новых явлений, хотя и с трудом подмечаемых.

После этого следует провести сравнение продолжительности времен данного года и их общего характера с таковыми же прошлого года и со средними многолетними данными. Разницу, которая при этом сравнении обычно получается, следует объяснять особенностями режима погоды. Раннее или, наоборот, очень позднее начало весны, быстрый или, наоборот, медленный ее ход – все это следствия преобладания того или иного режима погоды, преобладания теплых или холодных масс воздуха, приходящих к нам из разных географических районов (Арктики, Атлантического океана и т.д.).

Продолжительность фенологических времен года можно изобразить в виде круговой диаграммы (рис. 3.5).

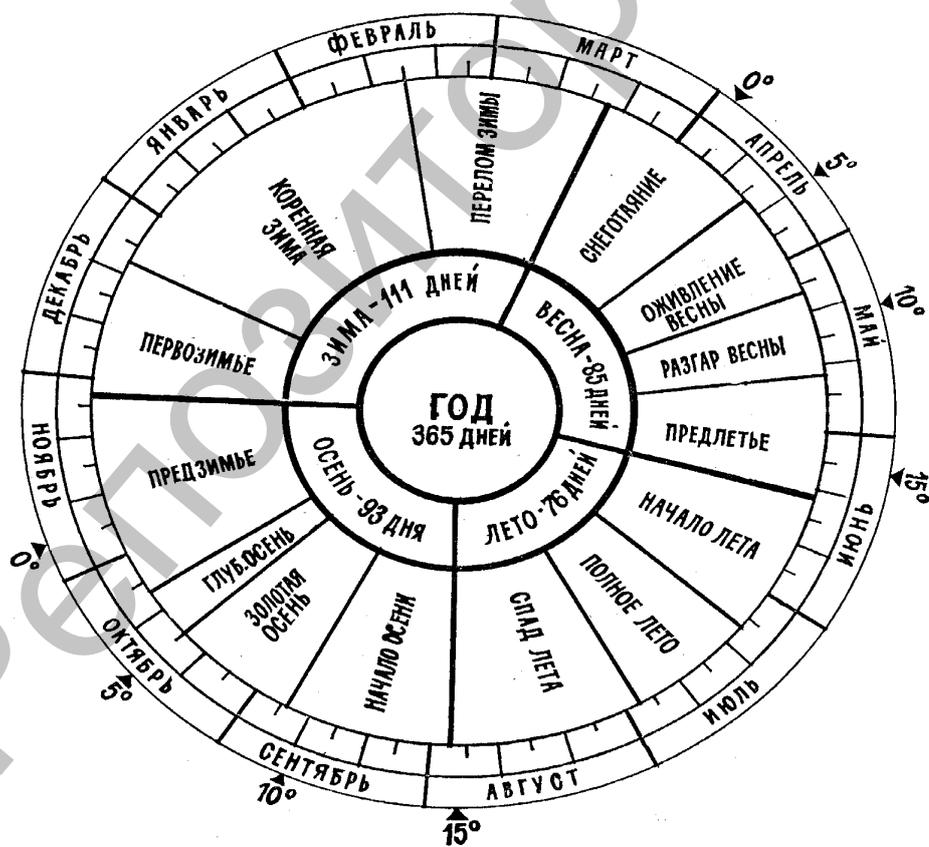


Рис. 3.5. Годичный круг развития природы.

За начало весны можно принять момент зацветания орешника (лещины) или ольхи черной и серой. Начало лета считается с момента отцветания сирени лиловой, начало осени – с момента начала изменения окраски листьев на деревьях и кустарниках, начало зимы – с момента ледостава на водоемах, установления снежного покрова. Эти признаки можно написать вдоль соответствующих линий, отделяющих на диаграмме времена года друг от друга. На диаграмме также указывается продолжительность каждого времени года в днях и дата его начала. Каждый сектор диаграммы, соответствующий определенному сезону года, рекомендуется окрасить в особый цвет. При анализе следует обратить внимание на несовпадение календарных (т.е. гражданских) и наблюдаемых (т.е. фенологических) сроков наступления времен года в данной местности. Это сопоставление укажет на особенности климата данного района.

При анализе годового хода сезонных явлений природы можно использовать иллюстрации в виде круговых диаграмм, где представлен в виде схемы годовой цикл жизни у животных или растений (рис. 3.6).

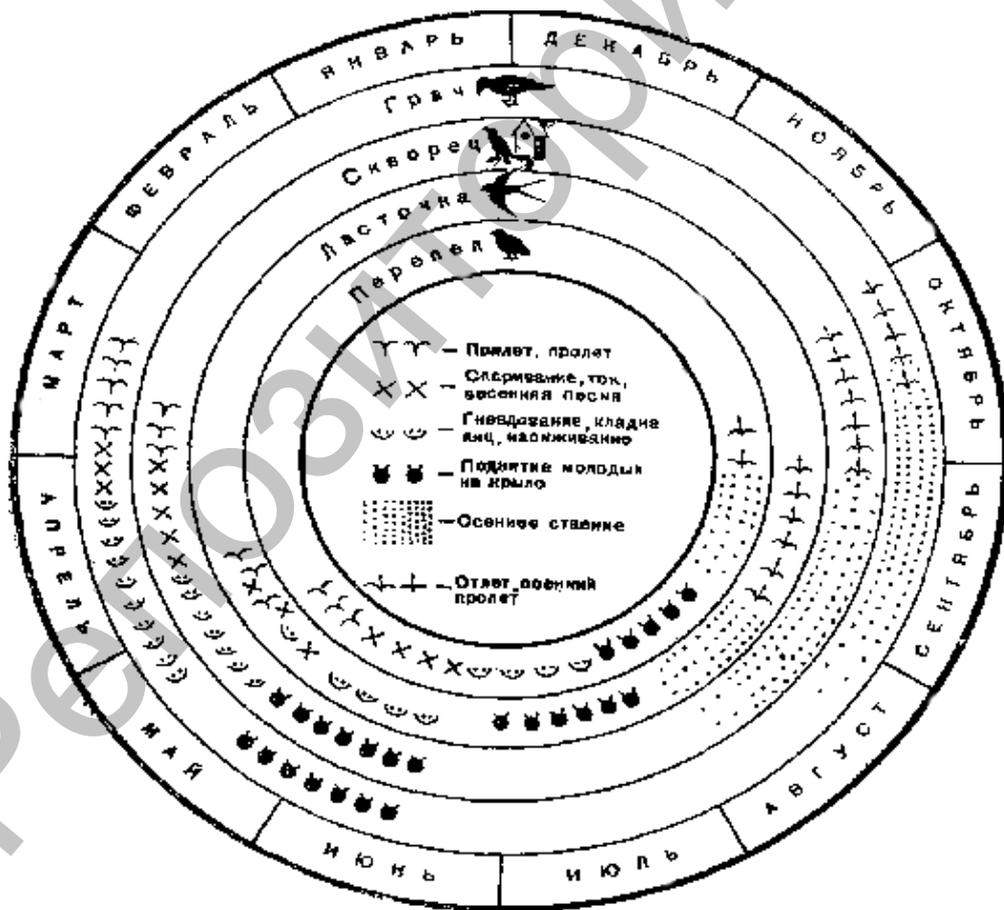


Рис. 3.6. Схема годового цикла жизни птиц.

## СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРЯ ПРИРОДЫ

Наиболее распространенной формой фенологических справочников являются календари природы. Это своего рода справочная таблица содержит сведения о средних многолетних сроках наступления в конкретной местности сезонных явлений природы, которые обычно располагаются в календарном порядке их наступления.

Различают календари природы отраслевые и календари, характеризующие сезонную динамику природы в целом. Отраслевые календари содержат сведения о средних многолетних сроках наступления в данном районе сезонных явлений, работ и мероприятий, связанных с одной из отраслей хозяйства. Например, календарь полевода содержит данные о сроках сева и последующих фазах развития полевых культур, о сроках полевых и подготовительных к ним работ, а также используемых полеводами местных индикационных природных явлениях (Приложения 5, 6). Аналогичным образом составляются календари огородника, лесовода, охотника, рыболова, пчеловода и т.д.

Календари природы, характеризующие сезонную динамику местного ландшафта в целом, обычно называются просто календарями природы. Опыт показал, что примерно 100–150 рационально подобранных сезонных явлений с достаточной для практики полнотой характеризуют сезонное состояние природы данной местности. При этом 40% индикационных явлений приходится на долю деревьев и кустарников, 25% – трав, 15% – метеорологических и гидрологических сезонных явлений, 15% – из жизни птиц (данные прилета и отлета), 5% – из жизни других групп животных.

Календари природы составляют путем математической обработки многолетних фенологических наблюдений, проведенных в одном и том же пункте по единой методике. Пропущенные фенодаты, где это возможно, восстанавливаются.

Все исходные данные должны быть тщательно проверены. Записи проверяют двумя способами. Первый – сопоставление места проверяемой фенодаты с рядом других. В пределах географической провинции порядок большинства сезонных явлений из года в год почти не меняется. Сравнивая положение в ряду проверяемой фенодаты с ее положением в наблюдениях других лет, легко установить, находится ли фенодата «на своем месте» или нет. Например, черемуха зацветает раньше яблони. Если в записях порядок зацветания обратный, значит, одна из дат ошибочна. Какая дата неправильная, определяют путем их сопоставления с близкими по времени фенодатами. Второй

способ контроля состоит в сравнении проверяемого ряда с рядами соседних пунктов. Если сверяемая дата «выскакивает» из положенного ей места, налицо ошибка.

После завершения проверки для каждого сезонного явления вычисляется его средняя многолетняя дата. Для вычисления средних многолетних сроков нужно даты наступления данного явления выразить в днях от начала одного и того же месяца, сложить полученные числа и сумму разделить на число лет наблюдений. Это очень просто делается в том случае, когда данное явление происходило во все годы наблюдений в один и тот же месяц. Так, например, из феносводки видно, что зацветание березы наблюдалось 19, 8, 12, 9, 7, 8, 12, 1, 24, 4 мая. Сумма этих чисел равна 104. Число лет наблюдений равно 10. Разделив 104 на 10, получим среднюю многолетнюю дату зацветания березы в данном месте – 10 мая.

Но если мы пожелаем, пользуясь той же сводкой, вычислить среднюю дату зацветания сирени, то здесь вследствие наступления явления в разные месяцы – мае и июне – надо все даты выразить в днях месяца с самой ранней датой данного явления, в нашем случае – мая. Сирень зацвела: 19/VI, 4/VI, 4/VI, 25/V, 26/V, 2/VI, 8/VI, 18/V, 13/VI, 26/V. Считая дни от начала мая, мы получим для этих дат следующие числа: 50 (31 день мая + 19 дней июня) + 35 (31/V + 4/VI) + 35 (31/V + 4/VI) + 25 + 26 + 33 (31/V + 2/VI) + 39 (31/V + 8/VI) + 18 + 44 (31/V + 13/VI) + 26. Сумма этих чисел равна 331. Разделив ее на 10, получим 33,1, что соответствует 2/VI (33,1 – это 31 день мая + 2,1 или округленно 2 июня).

Ряд средних многолетних фенодат, расположенных в календарном порядке их наступления, образуют календарь природы соответствующего пункта. Такие календари характеризуют типичные, наиболее вероятные сроки наступления сезонных явлений (рис. 3.7).

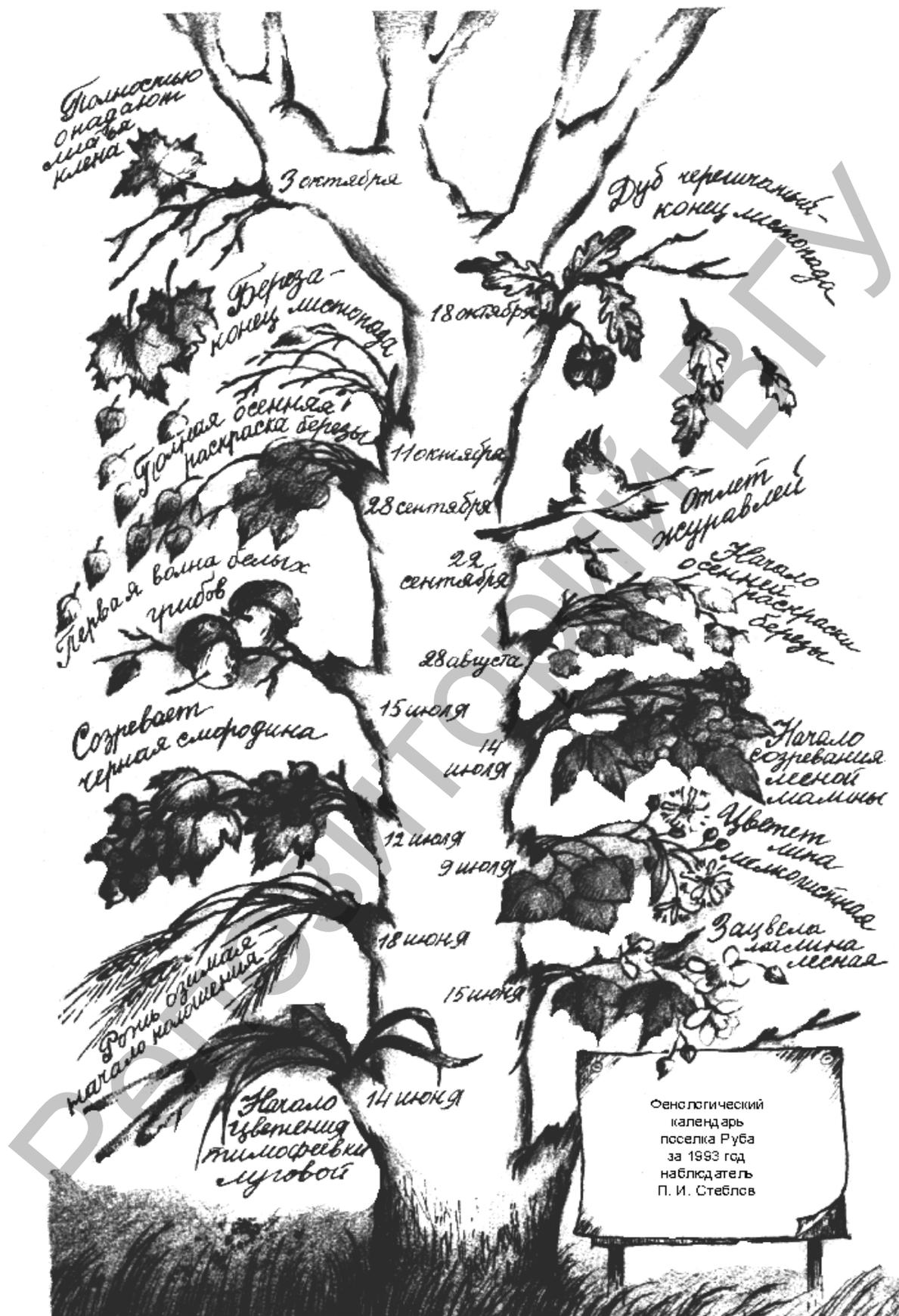


Рис. 3.7. Вариант оформления календаря природы.

## НАХОЖДЕНИЕ СРЕДНИХ МНОГОЛЕТНИХ СРОКОВ ФЕНОЯВЛЕНИЙ МЕТОДОМ ПРИВЕДЕНИЯ

С помощью этого метода возможно уже через 3–4 года наблюдений найти приблизительные многолетние сроки тех или иных феноявлений. Для указанной цели нужно подыскать в данном или соседнем районе такой населенный пункт, где бы имелись многолетние фенологические наблюдения и который по своим природным условиям походил бы на данную местность. Тогда путем сравнения фенологических дат своего пункта с соответствующими датами соседнего пункта находят ориентировочные средние многолетние сроки для данной местности.

Поясним это на примере. Допустим, данная школа имеет только 3-летние фенологические наблюдения. Требуется найти среднюю многолетнюю дату зацветания крыжовника. Тогда составляется следующая таблица (табл. 3.5).

Таблица 3.5

	Годы			Средний интервал	Многолетняя средняя	Приведенная средняя многолетняя
	1996	1997	1998			
Зацветание крыжовника в данном месте	29.04	17.04	4.05	–	–	26.04+2= =28.04
То же в пункте с многолетними наблюдениями	1.05	16.04	1.05	–	26.04	
Интервалы в днях	–2	+1	+3	+2		

В этой таблице за основу берут даты соседнего пункта с многолетними наблюдениями. Знак минус (–) означает опережение, знак плюс (+) – запаздывание.

Из таблицы видно, что зацветание крыжовника в данном месте в среднем запаздывает на 2 дня сравнительно с пунктом многолетних наблюдений. Следовательно, ориентировочная средняя многолетняя дата зацветания крыжовника будет 28/IV (26/IV средняя многолетняя дата пункта многолетних наблюдений + 2 дня среднего интервала). Таким же образом можно найти ориентировочные средние многолетние для любого явления, над которым велись наблюдения в данном месте и в пункте многолетних наблюдений. Этот же прием дает возможность найти ориентировочные средние многолетние и для тех явлений, над которыми данная школа не вела до того времени наблюдений.

Поясним это на примере. Требуется узнать ориентировочную среднюю многолетнюю дату зацветания клена остролистного, над которым школа не вела наблюдений. Для этого подбирается такое дерево или кустарник, над которым школа вела регулярные наблюдения и который по времени развития своих фаз близко подходит к клену. В данном случае для этого взят крыжовник. Тогда составляется такая таблица (табл. 3.6).

Таблица 3.6

	Годы			Средний интервал	Много-летняя средняя	Приведенная средняя многолетняя
	1996	1997	1998			
Зацветание крыжовника в данной школе	29.04	17.04	4.05			
Зацветание клена остролистного в пункте многолетних наблюдений	9.04	14.04	1.05		24.04	
Интервалы в днях	0	+ 3	+ 3	+2		
Зацветание клена остролистного в данной школе						24.04+2= =26.04

Из этой таблицы берут среднюю многолетнюю дату зацветания клена и, прибавив к нему вычисленный средний интервал, находят приведенную (т.е. найденную путем сравнения) ориентировочную среднюю многолетнюю дату зацветания клена в данной местности.

**? Помните.** 1. Что учитывается при изображении продолжительности фенологических времен года на круговой диаграмме? 2. Чем отличаются отраслевые календари от календарей природы? 3. Как проводится проверка исходных данных при составлении календаря природы? 4. Как составляется календарь природы для данной местности? 5. Как можно определить средние многолетние сроки феноявлений методом приведения?

## § 31. УСТАНОВЛЕНИЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ НАБЛЮДАЕМЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

### СВЯЗИ МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРОЙ И СРОКАМИ ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Знать заранее, каким будет предстоящий вегетационный период представляет большой практический интерес для агрометеорологов, для работников сельского хозяйства, фенологов и просто любителей природы.

Одним из внешних условий, обуславливающих нормальное развитие и, в частности, цветение растений, является наличие определенной температуры. Наблюдения многих исследователей показали, что, за исключением годов с очень резкими отклонениями погоды от нормы, зацветание древесных и кустарниковых пород наступает при определенной нагретости воздуха, обычно незначительно отклоняющейся от своей средней многолетней величины. Степень нагретости воздуха находят при помощи суммирования средних эффективных суточных температур.

За начальную эффективную температуру принимается та, при которой данное растение весной начинает развиваться. Пока суточная температура воздуха не составит  $+5^{\circ}$ , растения пребывают в вынужденном покое. Лишь после того, как перейден этот тепловой порог, открывается вегетационный сезон. Дата перехода суточной температуры выше  $+5^{\circ}$  служит началом для подсчета сумм эффективных температур, с которыми так тесно связаны все фенологические фазы. К примеру, береза разворачивает листья, когда сумма эффективных температур окажется равной  $70^{\circ}$ , при сумме  $125^{\circ}$  зацветает черемуха, при  $200^{\circ}$  цветут многие сорта яблонь,  $217^{\circ}$  – рябина,  $680^{\circ}$  – липа. Эти величины постоянны, или константны. Каждая фенологическая фаза имеет свою константу. Из-за погоды и других причин возможны отклонения в пределах  $10\text{--}20^{\circ}$ .

Упрощенно подсчет сумм эффективных температур ведется так: из средней суточной температуры воздуха вычитают 5, полученные разности суммируют. Скажем, 10 апреля средняя суточная температура составила  $5^{\circ}$ , 11-го –  $5,6^{\circ}$  тепла, 12-го –  $8,7^{\circ}$  тепла и т.д. Подсчет будет выглядеть таким образом: 10 апреля разность температур составит  $0^{\circ}$ , 11-го –  $0,6^{\circ}$ , 12-го –  $3,7^{\circ}$ . За три дня сумма эффективных температур равняется  $4,3^{\circ}$ .

Сумма температур в вегетационный период колеблется из года в год очень сильно. Так, например, в Беларуси средняя сумма эффективных температур (выше  $5^{\circ}$ ) равняется примерно 2300 градусам, хотя в один год может накопиться 1600 градусов (как в Петрозаводске), а в другой – 2700 (как в Харькове). Чем раньше наступает весна, тем

большая сумма температур наблюдается в вегетационный период и, наоборот, чем позже приходит весна, тем меньше сумма температур весной и летом.

Хотя крайние значения сумм температур наблюдают очень редко (один раз в пятьдесят или сто лет), но не исключена возможность того, что чрезвычайно теплым или холодным будет именно текущий год. Поэтому важно знать заранее, каким будет предстоящий вегетационный период, особенно в исключительно теплые или холодные годы. Можно ли составить такой прогноз?

Оказывается, да, если знать дату наступления весны в текущем году. Начало весны определяется в астрономии – по длине дня, в климатологии – по наступлению определенного уровня температур, а в практике сельского хозяйства – по фенологическим наблюдениям.

Возьмем для примера дату зацветания черемухи. Она хорошо отражает тип весны: в холодную весну черемуха зацветает поздно (в начале июня), а в раннюю – черемуха может зацвести даже в конце апреля.

Если сравнить дату зацветания черемухи с суммой температур за последующий вегетационный период, то обнаруживается следующее: чем раньше начинает цвести черемуха, тем большая сумма температур будет в вегетационный период и, наоборот, при позднем цветении черемухи сумма температур за вегетационный период будет меньше нормы, то есть поздняя весна является предвестником общего дефицита тепла летом.

Зависимость количества тепла от даты цветения черемухи можно выразить в виде формулы, рассчитав которую, получим сумму температур за вегетационный период в количественном выражении. Для Минска формула прогноза имеет вид  $y = -19,4 \times x + 2352$ , где  $y$  – сумма температур в градусах,  $x$  – дата цветения черемухи. Для оценки прогнозируемой суммы температур ее следует сравнивать со средней суммой температур, то есть нормой (для Минска – 2352).

Так, например, если черемуха зацветает 20 мая, то сумма температур будет равна 1964 градусам ( $y = -19,4 \times 20 + 2352 = -388 + 2352 = 1964$ ), что на 388 градусов меньше нормы, иными словами, предстоящий вегетационный период следует ожидать холоднее обычного.

О дате наступления весны можно узнать, используя наблюдения и над другими древесными культурами (березой, рябиной, сиренью, липой). Но ведь понятно, чем раньше получен прогноз, тем большую пользу он принесет. Поэтому составлять прогноз сумм температур лучше по дате распускания листьев березы, так как зеленение березы начинается на 1–2 недели раньше, чем зацветает черемуха.

К началу зеленения березы сумма эффективных температур достигает  $70^\circ$ . По этой дате фенологи судят о предстоящей теплообеспеченности. Чем раньше развернет листовые почки береза, тем боль-

ше тепла ожидается в вегетационном периоде. В пору зеленения березы пахотный слой почвы уже прогрет до  $7^{\circ}$ . Теперь можно сажать картофель, он прорастает как раз при этой температуре. Если весна началась слишком рано, то посадку картофеля оттягивают, проводят ее через неделю после того, как развернулись березовые листочки: опасаются возврата заморозков. В таком случае картофель сажают в пору цветения черемухи.

Фенологам известно, что на сроки пробуждения живой природы немалое влияние оказывает степень суровости зимы. После теплых, мягких зим наблюдается более раннее весеннее развитие природы, после суровых зим развитие растений значительно задерживается. Тенденцию ускоренного развития растений после теплых зим и задержку после суровых следует иметь в виду при заблаговременном предвидении сроков зацветания черемухи в текущем году.

Опираясь на зависимость развития растений от накопленных температур, и исходя из наиболее характерных фенофаз и констант, фенологи устанавливают вегетационные пределы времен года. Так, началом весны они считают время зацветания серой ольхи. Это деревце начинает пылить (цвести), когда средняя суточная температура приблизится к  $5^{\circ}$ , то есть к температуре, необходимой для пробуждения растений от зимнего покоя. Оканчивается же весна в пору отцветания фруктовых деревьев и опадения плодов вяза. Это бывает, когда сумма эффективных температур составит  $300^{\circ}$ .

Ко времени, когда средняя суточная температура воздуха устойчиво поднимется выше  $10^{\circ}$ , распускаются соцветия одуванчиков. С этого же времени начинается сезон усиленной вегетации всей растительности. Закончится он в сентябре, при переходе средней суточной температуры к отметке ниже  $10^{\circ}$ .

Каким сложится сезон усиленной вегетации растений? Для земледельца это вопрос первостепенной важности. Полеводам необходимо как можно точнее знать о предстоящем тепловом режиме.

Теплотребовательность культур известна: овес, ячмень и озимая рожь за этот сезон требуют  $1400^{\circ}$ , яровая пшеница –  $1500^{\circ}$ , кукуруза –  $2600^{\circ}$  тепла. Для овса, ячменя и озимой ржи требуется не менее 100 дней с температурой выше  $10^{\circ}$ , для яровой пшеницы – 120 дней, для кукурузы – 160.

При необходимости прогноз предстоящей теплообеспеченности можно получить, не дожидаясь дня перехода суточной температуры выше  $10^{\circ}$ . Эту дату рассчитывают, исходя из очередности развития фаз растений. Так, береза бородавчатая разворачивает листья примерно на 18-й день после того, как зацвел орешник, причем такое отставание сохраняется при всех типах весен. Береза же зеленится дней за 5 до перехода средней суточной температуры воздуха выше  $10^{\circ}$ . Выхо-

дит, что, зная срок зеленения березы, уже можно предугадать нужную дату. Так что фенология может давать земледельцам исключительно полезные сведения.

В середине мая зацветают садовые кустарники – крыжовник и красная смородина. Черная смородина распустит цветки дня на четыре позже красной, хотя листья на ней появились раньше. Затем начинается пора черемухи. По сроку, когда она зацветает (а это происходит на 28 день после «пыления» орешника), определяют сумму эффективных температур во втором периоде вегетации. Этот период начинается два месяца спустя после перехода средней суточной температуры выше  $10^{\circ}$  и продолжается до конца сезона усиленной вегетации. Во второй половине вегетационного периода средняя сумма эффективных температур в Беларуси составляет около  $890^{\circ}$ .

При составлении хозяйственных прогнозов, например сроков уборки полей, надо не забывать и о биологических особенностях сорта, условиях произрастания, влажности, длительности солнечного сияния и т.п. Фенологические же данные – лишь одна из составных частей, правда, без которой прогноз невозможен. И еще: если предсказания опираются на самые ранние весенние явления, то они не очень-то точны. Ведь при ранней весне развитие живой природы обычно замедляется, при поздней – ускоряется. Да и вообще, в начале весны прогноз может быть эффективен на одну-две недели, а в разгаре весны – уже до полутора месяцев.

Фенологами выявлено много подобных фактов, говорящих о близких требованиях дикорастущих и культурных растений к состоянию окружающей среды. Причем в каждом регионе свои особенности, свой микроклимат. Календарь местной природы как раз и отражает их. И пользоваться календарями других пунктов можно лишь после их сопоставления с наблюдениями на месте и внесения соответствующих поправок.

Следует оговориться, что обнаруженная зависимость не обладает абсолютной точностью физического закона, так как на явления природы влияют слишком много факторов, и к тому же не исключены субъективные ошибки наблюдателя. Но если эта связь наблюдается хотя бы в 60–80 случаях из 100, то вполне возможно говорить о существовании такой закономерности и проходить мимо того, что таит в себе природа, не в интересах человека.

### **СВЯЗИ МЕЖДУ ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДЫ**

Весной в природе, даже в течение одной экскурсии, легко провести наблюдения и отметить фенологическое состояние целого ряда объектов живой и неживой природы. Хотя фенологические явления, которые можно наблюдать в природе одновременно, могут быть вы-

званы как сходным, так и различным комплексом причин, такие явления связаны общностью времени их протекания. Установление временных связей между развитием различных объектов природы может послужить началом увлекательной работы по составлению фенологических примет для своей местности.

Поясним сказанное на конкретном примере. 13 апреля 1998 г. во время экскурсии наблюдали фенологическое состояние 17 объектов живой и неживой природы. Одно из отмеченных явлений, самое массовое и легко наблюдаемое в день экскурсии (в нашем примере – разгар сокодвижения у берез), назовем опорным.

Чтобы получить целостное представление о состоянии природы в день экскурсии, изобразим наши наблюдения в виде схемы (рис. 3.8).

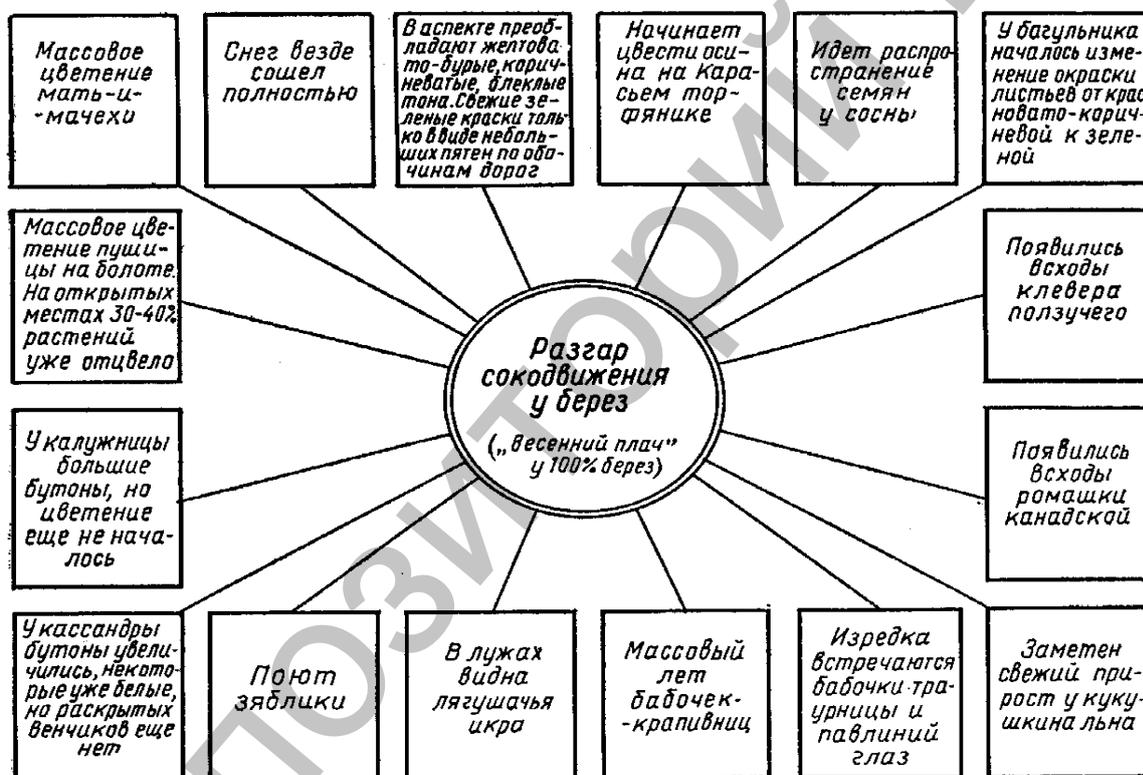


Рис. 3.8. Связи между фенологическими явлениями.

В центре схемы поместим круг, в который впишем название опорного явления, а вокруг расположим прямоугольники, в которых записаны остальные явления, наблюдавшиеся в день экскурсии. Такая схема наглядно демонстрирует фенологические связи в природе в день наблюдения.

Назовем два сезонных явления, которые можно наблюдать в природе одновременно, фенологической парой. Такие пары можно устанавливать между сезонными явлениями в развитии как одного объ-

екта (например, развитием корней и побегов какого-либо растения), так и разных.

Схема показывает, что опорное явление образует со всеми остальными 16 фенологических пар. В то же время каждое наблюдавшееся явление связано не только с опорным явлением, но и с каждым из остальных. Таким образом, общее количество фенологических пар в нашем примере равно числу сочетаний из 17 по 2, т.е. 272.

Установление фенологических пар и есть первая ступенька к составлению фенологических примет. Чтобы фенологическая пара превратилась в фенологическую примету, т.е. наличие одного явления достоверно сигнализировало о протекании второго, необходимо проверить прочность пары. Проверка должна осуществляться в течение нескольких лет (чем дольше, тем полученные результаты надежнее).

Во время экскурсии надо отметить и записать в дневник наблюдений фенологическое состояние как можно большего числа известных учащимся объектов живой и неживой природы; выбрать опорное явление и составить схему фенологических связей, наблюдавшихся в день экскурсии. Составление схемы лучше проводить в камеральных условиях после возвращения с экскурсии.

В следующий проверочный год экскурсию надо приурочить к протеканию выбранного опорного явления. Например, в описанном выше конкретном случае экскурсия должна состояться в день разгара сокоддвижения у березы (в разные годы это будет происходить в разные календарные сроки). Во время повторной экскурсии тщательно проверяется схема взаимосвязей развития сезонных явлений в природе, составленная в прошлом году.

Одновременность протекания некоторых явлений подтвердится снова, некоторых – нет. Возможно, в первый год были зарегистрированы явления, сильно растянутые во времени. Они могли быть близки к завершению или, наоборот, только начались по сравнению с опорным явлением. Такие фенологические пары ненадежны. Более прочные фенологические связи образуют явления с короткой или средней продолжительностью.

В результате проверки в течение нескольких лет выявляют самые прочные и надежные связи, которым можно уже присвоить ранг фенологических примет. Надо помнить, что такие приметы будут справедливы только для определенной местности. Распространять их без проверки на большие территории нельзя – они могут подвести!

Установленные приметы надо формулировать по возможности кратко. Например: «В разгар сокоддвижения у берез начинает цвести осина на Карасьем торфянике». Собственные географические названия подчеркивают конкретность наблюдений, а значит, имеют большую практическую ценность. Не надо стараться избегать их. Приметы

в стихотворной форме быстрее запоминаются: «Окунь клюет, когда шиповник цветет». Можно объявить конкурс на лучшую редакцию примет, а затем записать их в специальный журнал, который желательно иллюстрировать фотографиями, сделанными во время наблюдений.

**? Вспомните.** 1. Как производится подсчет сумм эффективных температур? 2. Для чего необходимо знать сумму эффективных температур? 3. По каким растениям лучше всего составлять прогноз сумм эффективных температур и почему? 4. Какое влияние оказывает степень суровости зимы на сроки пробуждения живой природы? 5. Какие факторы необходимо учитывать при составлении хозяйственных прогнозов? 6. Что такое фенологические пары? 7. Каким фенологическим парам можно присвоить ранг примет?

## § 32. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСКАЗАНИЯ

Для составления надежного календаря природы нужно вести наблюдения в одном и том же пункте не менее 10 лет. Правильно составленный календарь природы позволяет загодя узнать, скажем, сроки сенокоса или сбора лекарственного сырья, определить дату начала борьбы с вредителями растений и многое-многое другое. Зная длительность той или иной фазы развития растений (распускание листвы, цветение, плодоношение), можно, например, по началу цветения предсказать сроки уборки. Точности таких прогнозов способствует сравнение метеорологических условий текущего года со средними или близкими по погоде годами в календаре природы.

Химический состав растений меняется по ходу их жизни. Например, в почках березы и сосны больше всего эфирных масел и смол в то время, когда они сильно набухли, но еще не распустились. Наибольшее содержание арбутина и дубильных веществ в листьях брусники – в фазе закрытых почек. Самая благоприятная пора заготовки ириса болотного – при созревании плодов, ибо содержание аскорбиновой кислоты и каротина в это время максимально и в надземных, и подземных частях растения. Количество аскорбиновой кислоты в плодах шиповника достигает максимума в фазе их красной окраски. Облепихового масла в плодах больше всего в период их ботанической зрелости, затем его концентрация падает. Максимальное содержание флавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью, в цветках и листьях аронии – в фазе массового цветения. И так далее, и тому подобное. Как видите, регистрация сезонного хода развития живой природы отнюдь не бесполезна.

Календарь цветения древесных растений испокон веку начинается серая ольха (в среднем 16 апреля). Через день-два зацветает орешник.

Так вот, от этого момента и до распускания листьев у березы последовательно цветут: ольха черная, ива остролистная, волчье лыко, сосна, ива-бредина, тополь серебристый, вязы, лиственницы. В середине этого периода распускаются листья у бузины, черной смородины, крыжовника, черемухи, красной смородины. С днем разворачивания листьев березы совпадает и другое примечательное явление – раскрываются плодовые почки яблони и вишни.

Следующий этап развития живой природы идет под знаком черемухи (начинает цвести в среднем 10–15 мая). Одновременно с черемухой покрываются цветами груши, сливы, вишни, черешни, смородина, бузина, ель. Через 5–6 дней после черемухи появляются цветки желтой акации, яблони, ясеня, дуба, калины. Спустя еще 2–3 дня можно наломать букет лиловой сирени. Вскоре, вслед за сиренью, зацветает рябина, одновременно с ней – сосна, бересклет, барбарис, крушина.

Ко дню распускания почек березы и других деревьев приурочен прилет большинства насекомоядных птиц, который заканчивается к моменту распускания ее листьев. Только вот стрижи и иволги появляются поздно – лишь тогда, когда цветет черемуха.

Для чего все это знать? Для того чтобы сделать правильный фенологический прогноз. Например, вы хотите выяснить, когда в этом году зацветут яблони, груши или вишни. Так вот, большинство сортов груш и вишен благоухают вместе с черемухой, а яблони – через 5–6 дней. На черемухе же белая накипь цветов появляется спустя 10 дней после того, как береза начинает зеленеть, что в свою очередь бывает через 15 дней после зацветания бессменного вековечного лидера – серой ольхи. И если вы уловили дату зацветания ольхи и появления листиков березы, можно высчитать и день, когда на плодовых деревьях раскроются цветы. Кстати, посадка огурцов бывает особенно удачной в пору цветения рябины, а она это делает спустя 10–12 дней после черемухи.

По датам цветения ранних медоносов можно высчитать сроки благоухания поздних. Так, орешник зацветает через 5 дней после мать-и-мачехи, одуванчик – через 21, желтая акация – 30, клевер луговой – 47, малина – 50, люцерна посевная – через 62 дня и т.д. Конечно, это средние данные, но и они – немалое подспорье для опытного пасечника.

Зная средние сроки начала и длительность тех или иных фаз развития растений, можно составить календарь сбора лекарственных трав, ягод, уборки сельскохозяйственных культур и т.п. Например, средний срок начала цветения лесной малины пришелся на 17 июня, а начало плодоношения – на 25 июля. Интервал – 38 дней. Иначе говоря, уловив начало цветения малины, можно уверенно судить и о сроках ее сбора, конечно, сделав поправку на характер погоды.

Ягоды лесной земляники поспевают спустя 30–35 дней после ее цветения. Цветет же она обычно во второй декаде мая, вместе с яблоней и другими плодовыми культурами. Поэтому стоит запомнить, когда цвели яблони, чтоб не опоздать в лес за земляникой.

А вот прогнозировать пору сбора грибов трудно, ибо их рост зависит не только и не столько от температуры воздуха, сколько от его влажности и характера местности. Более или менее надежно можно судить лишь о самых ранних грибах (строчках и сморчках). За ними стоит идти не ранее, чем отцветет орешник и появятся листики на березе. Первая же волна белых грибов и подберезовиков приурочена к массовому колошению озимой ржи, почему их и называют колосовиками. Появление сыроежек и лисичек обычно сопряжено с цветением липы.

Наблюдения за развитием дикорастущих растений позволяют узнать, накопилось ли необходимое количество тепла, достаточно ли влаги, в нужном ли состоянии почва, есть ли условия для развития насекомых и т.п. Такого рода сведения бесполезны для приведения в соответствие сроков начала сельскохозяйственных работ с тем или иным этапом развития живой природы, обусловленным погодой.

Так, весенняя работа с древесными саженцами имеет смысл лишь до тех пор, пока на их веточках не распустились листья. Поэтому еще до разворачивания листьев у березы надо высадить черную смородину, крыжовник. Затем следует заняться теми, что распускают листья вместе с березой (предельный срок их высадки), – сирень, рябина, вяз, клен, лещина, жасмин, яблони, груши. Предельный же срок посадки деревьев, поздно распускающих листья (ясень американский, дуб, липа), – это начало цветения черемухи.

Цветение осины и ивы-бредины свидетельствует о достижении супесчаной почвой мягкопластичного состояния, то есть о возможности начала полевых работ, посадки ранних овощей. Цветение ольхи и орешника – сигнал к выставке ульев на пасеку. Набухание почек у плодовых культур – лучшее время для начала стряхивания с крон жуков-долгоносиков. Появление листиков березы – сигнал к посадке картофеля (при очень ранней весне его лучше сажать перед цветением черемухи). Цветение рябины – самое выгодное время для посева кукурузы и теплолюбивых овощных культур. Очень раннее цветение ольхи и орешника – это своего рода предупреждение о возможности заморозков в пору цветения нежных плодовых культур.

**? Вспомните.** 1. Как изменяется химический состав растений за время вегетативного периода? 2. Для чего необходимо знать сроки цветения различных растений?

## IV. ГОРОД КАК СРЕДА ЖИЗНИ

### § 33. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРОДЕ

В современном мире стремительно идет процесс урбанизации (от лат. *urbanus* – городской). Города, большие и малые, как центры кристаллизации в перенасыщенном растворе, стягивают к себе человеческие массы. По мнению специалистов, в XXI веке в городах будет жить больше половины людей планеты, а в промышленно развитых странах – около 80%.

С ростом урбанизации рвутся (или, по крайней мере, ослабевают) естественные контакты человека с природой. Его повседневное окружение составляет искусственная городская среда – многоэтажные дома и шумные улицы, камень, асфальт, загрязненный воздух.

Город наступает на окружающую природу, вмешивается в ее жизнь. Одни обитатели – животные и растения – отступают под его напором, другие не выдерживают новых условий и погибают, а многие приспособляются и становятся нашими соседями. Трудно представить себе город, полностью избавленный, «очищенный» от природы. Она проникает в него не только самопроизвольно (дикие утки и чайки на городских водоемах, трава в трещинах асфальта), но и по воле человека, в «плановом» порядке (зеленые насаждения, зоопарки) или в форме любительства (растения и животные в комнатах, цветники во дворах и т.д.).

В результате в городах складывается свой мир урбанизированной природы, так непохожий на дикую ни по составу, богатству и разнообразию видов, ни даже просто по массе, ни по законам формирования. Именно эта городская природа – одна из форм существования современной биосферы – является основным «природным фоном» для горожан.

Главное отличие **городского воздуха** – содержание большого количества примесей – загрязнителей. Характер загрязнения и его уровень зависят от специализации и количества предприятий, состояния их природоохранного оборудования, от автомобильного парка города, интенсивности транспортного движения, от места расположения источников загрязнения (внутри жилых кварталов или на окраинах).

По оценкам некоторых ученых, на 1 кв. км городской территории ежегодно выпадает до 20–30 т различных веществ. Это в 4–6 раз больше, чем в сельской местности. Воздух в городе загрязняется твердыми частицами, пылью, золой, сажей, аэрозолями, газами, парами, дымом, цве-

точной пылью и т.д. Необходимо иметь в виду, что, попадая в атмосферу, различные вещества взаимодействуют между собой. В результате такого взаимодействия могут образовываться как более, так и менее опасные для человека вещества. К сожалению, в большинстве городов при оценке загрязнения атмосферы эти процессы не учитываются.

**Световой режим** зависит не только от географического положения города, но и от состояния его атмосферы. Загрязненная атмосфера задерживает значительную долю солнечных лучей. Из-за уменьшения прозрачности воздуха в городах меняется и качество света, т.е. его спектральный состав. Свет содержит меньшее количество ультрафиолетовых лучей. Он также обеднен фотосинтетически активной радиацией (ФАР), что отражается на развитии городских растений. Уменьшение ультрафиолетового излучения и прозрачности атмосферы приводит к усилению токсичных эффектов при воздействии многих вредных веществ, например, свинца.

Загрязнения, возникающие под влиянием деятельности человека и носящие названия «смог», «дымовая пелена», стали характерными признаками городского ландшафта. В результате города постоянно теряют часть солнечной радиации. Освещение городов ограничивают высокие постройки.

В городах **тепловой режим** складывается под влиянием многих факторов. Большое количество зданий разной высоты способствует эффективному использованию солнечной радиации для нагревания городской территории. Здания работают как своеобразный калорифер. Кроме того, в городе работают промышленные предприятия, электростанции, отопление, которые также нагревают городскую атмосферу. Ночному излучению тепла с поверхности города препятствует «пылевая шапка».

Все эти факторы вместе взятые превращают города в своеобразные «острова тепла», как их называют специалисты. Сюда же можно отнести и потери тепла в жилых домах, нагрев стен зданий, большое количество заасфальтированных поверхностей. В жаркие безветренные дни в условиях города человек себя чувствует очень дискомфортно. Летом покрытия аллей, дорог, площадей, архитектурные сооружения сильно нагреваются и даже после захода солнца излучают тепло. Это также приводит к перегреву окружающей среды и повышению температуры. Чем меньше в городских районах зеленых насаждений, тем больше нагреваются эти районы, и тем тяжелее в них существовать человеку. Даже дыхание людей является источником калорий: человек согревает вдыхаемый им воздух на 10–20 °С.

Среднегодовая температура в городе значительно выше, чем в ненаселенной местности. Температура воздуха в городе в средних широтах, по оценкам специалистов, выше на 1–2 °С, а влажность на 6% ниже, чем в окружающей сельской местности.

Каждый город имеет свой **ветровой режим**. Он зависит, прежде всего, от архитектурной застройки города. Городской ландшафт может как замедлять, так и увеличивать скорость ветра, менять его направление. Высокие здания могут способствовать образованию нежелательных вихревых потоков, обтекающих стены зданий. Движению воздуха способствует и различное согревание городских улиц, зданий. Своеобразие системы ветров в городе лучше всего выражено на его окраинах, где равномерная высокая температура города (центра) резко сменяется более низкой температурой окрестностей. От сложившейся в городе системы ветров в значительной степени зависит и распространение различных загрязнений, переносимых с воздушными массами.

Относительная **влажность воздуха** в городе обычно ниже, чем в естественных природных условиях. Так, крыши, заасфальтированные участки территории способствуют быстрому стеканию дождевых вод и других осадков с территории города. Микроклиматические условия считаются благоприятными для человека при относительной влажности воздуха 30–70%. Далек не во всех городах или районах города создаются такие благоприятные условия.

В городах часто возникают туманы, что способствует усилению неблагоприятного влияния вредных веществ, выброшенных в атмосферу города. У многих горожан создается впечатление, что в городах чаще идут дожди. По мнению специалистов, действительно, осадков над городом выпадает приблизительно на 10% больше, чем в естественных условиях той же зоны. Таким образом, и режим осадков, и относительная влажность в городских условиях имеют свою специфику.

Важная роль в городах отводится **рекам, озерам и прудам**. Они уменьшают загрязнение воздуха, очищают его от газов промышленного производства и пыли, являются местами отдыха горожан, иногда – и источниками питьевой воды. Однако в большинстве городов источники водных ресурсов подвергаются влиянию различных загрязнений. К таким загрязнениям относятся сточные воды предприятий, хозяйственно-бытовые стоки, а также загрязнения от поверхностного стока дождевых и талых вод, стекающих с проезжих частей улиц, площадей. Как правило, сточные воды не могут использоваться без дополнительных обезвреживания и очистки.

Очень часто такие воды в городе загрязнены синтетическими химикатами, кислотами и рядом других веществ, которые не поддаются обычным методам очистки. К сожалению, токсическое действие некоторых химических веществ, сбрасываемых в водные источники, полностью не изучено.

Загрязнение часто нарушает биологическое равновесие, установившееся в водоемах. Это приводит к нарушению многочисленных связей между обитателями водоема и изменению их видового состава.

На загрязнение водоемов в черте города влияют и бытовые свалки, и строительство гаражей на их берегу, и большие нагрузки в местах отдыха горожан. Гидрологический режим города в целом изменяется и под влиянием обилия сплошных покрытий территории города. Благоустройство приводит к обезвоживанию территорий города, так как потоки от дождей, снеготаяния, полива подхватываются водостоками и выпускаются за пределами города.

Многие городские овраги превращены в бытовые свалки, откуда загрязняющие вещества поступают в водоемы города и подземные горизонты. Крайне отрицательное воздействие на состояние рек, озер, расположенных на окраине городов или в пригородной зоне, оказывает дачное строительство, которое ведется часто без учета водоохранных зон.

Важной проблемой для городов является и экономия воды на бытовые нужды. Мы крайне нерационально расходует воду, текущую из водопроводных кранов. А сколько неисправностей бывает в трубопроводах, из-за которых теряется совершенно бесцельно значительное количество чистой воды! В настоящее время в большинстве городов перешли на артезианские источники питьевого водоснабжения.

Влиянию города подвержены и подземные воды, загрязняющиеся в результате фильтрации веществ с поверхности, различных аварий, загрязненных стоков.

**Почвенно-грунтовые условия** в городе в значительной степени отличаются от естественных. В естественных экосистемах почвенный слой это особый, сложно организованный мир, со своей структурой и химическим составом, водно-воздушными и тепловыми режимами, живым населением, разнообразными биохимическими процессами. В городах же естественные почвы на большинстве участков просто отсутствуют. При подготовке территории для застройки нередко производится выравнивание, при котором на одних участках верхние слои почвы снимаются, на других понижения заполняются излишками грунта, а естественная почва оказывается погребенной. Чаще всего в городе можно встретить перемешанные и насыпные почвы, в том числе и со строительным мусором. Такие субстраты обычно имеют повышенную щелочность.

В городе почти повсеместно наблюдается уплотнение почвогрунтов. Это ведет к ограничению доступа воздуха и влаги, а также к загрязнению. Талые воды в городе содержат намного больше механических примесей, чем, например, в лесу. Городские почвы поглощают и удерживают значительное количество загрязнителей из воздуха.

Посыпание обледеневших участков зимой солью способствует искусственному засолению почв и коррозии подземных коммуникаций. Еще одна причина ухудшения плодородия городских почв – это столь любимая горожанами уборка опавших листьев осенью. Этим

нарушается естественный биохимический цикл, а питательные вещества не возвращаются в почву, тем самым обедняя ее. Ведь в лесном сообществе опавшие листья перегнивают, перерабатываются различными микроорганизмами и способствуют повышению плодородия почв. В городских условиях мы лишаем зеленые насаждения естественных удобрений, тем самым ухудшаем условия их произрастания.

По оценкам специалистов, городские почвы часто бывают стерильными на глубину до 1 метра: нет почвенной микрофлоры, угнетены грибы-микоризообразователи, живущие в симбиозе с микотрофными древесными породами.

Все **живые организмы** в городе находятся в условиях, резко отличающихся от их естественной среды обитания. Городская среда способствует изменению видового состава биоценозов, взаимосвязей между живыми организмами, их состояния. Многие виды животных и растений способны существовать только в условиях поддержки человеком.

Кроме того, в городах широко распространены интродуцированные виды растений, животные, не характерные для данной зоны. В природе растения всегда существуют в составе биоценозов, в городе же они часто произрастают на значительном расстоянии друг от друга. Видовой состав зеленых насаждений в городе не зависит от приспособленности видов к совместному существованию, он определяется выбором человека. В городах широко распространены виды, которые обычно живут в пределах или окрестностях населенных пунктов – так называемые синантропные виды животных и растений. Такие виды близ жилья человека находят особо благоприятные для себя условия жизни. С другой стороны, многие виды, характерные для данной географической зоны, не могут выжить в условиях городской среды.

Таким образом, город – это особая среда обитания живых организмов, в том числе и человека, отличающаяся практически по всем параметрам от естественных условий. Поскольку человек как биологический вид приспособлен к проживанию в естественной среде, в городах наблюдается более высокий уровень заболеваемости, чем в сельской местности. Задачи, стоящие перед горожанами: выяснить особенности своей среды обитания, уменьшить – насколько это возможно – отрицательное влияние этой среды на свое здоровье, сформировать оптимальные для проживания условия. Посильный вклад в решение этих задач могут внести школьники.

**Город как экологическая система.** Можно ли рассматривать город как своеобразную экосистему? У современных экологов и географов нет на этот счет единой точки зрения. Одни согласны включить города в списки земных экосистем, находя в них общие черты с естественными, прежде всего, основные звенья биологического круговорота. Другие решительно возражают, видя в городской природе преимущественно лишь отличия от естественной.

Городскую экосистему, как и природные, образуют организмы (растения – производители органического вещества, человек и животные – потребители, грибы и микробы – разрушители) вместе со средой их существования.

Главные отличия городских экосистем от естественных: если в естественных экосистемах биологический круговорот обычно хорошо сбалансирован, то в городах он разорван; город живет за счет пищи, энергии, воды и иных «привозных» ресурсов, т.е. поступающих из других экосистем. Считают, что «импорт» веществ в города превышает «экспорт» примерно в 10 раз.

Вместе с тем в городах велика аккумуляция отходов (вспомним хотя бы о нарастании «культурного слоя»!). В целом города представляют собой несбалансированные, неуравновешенные системы, которые не могли бы существовать без регулирующей деятельности человека. И потому, пожалуй, наиболее важное их отличие от естественных экосистем – это непереносимое участие и сильное влияние социальных факторов. Поэтому некоторые экологи и географы рассматривают город как совершенно особый тип эко(гео)систем.

Но при всех отличиях городских экосистем от природных есть одно существенное сходство – роль растений в экосистеме. Правда, в городах их участие в обеспечении пищей «потребителей» – городских жителей ничтожно (за исключением разве лишь малых, так называемых, «сельских» городов, еще сохранивших огороды при жилищах), в основном же горожан кормят производители из других экосистем. Однако, как и в дикой природе, зеленые растения выполняют в городах такую важнейшую работу, как снабжение кислородом, и в этом они незаменимы (хотя, конечно, городам, особенно крупным, «собственного» кислорода не хватает, и они получают его из атмосферы окружающих экосистем). Недаром при определении стратегии и тактики улучшения (оптимизации) городских экосистем многие экологи на первое место ставят усиление «автотрофного блока», для чего рекомендуют не только увеличивать площади зеленых насаждений в городах, но и использовать любые другие возможности – озеленение стен, крыш, интерьеров.

**? Вспомните.** 1. В чем главная особенность городского воздуха? 2. Чем характеризуется световой режим города? 3. Каковы особенности теплового режима города? 4. Как городской ландшафт влияет на ветровой режим и относительную влажность в городе? 5. Какова роль рек, озер и прудов в городе? 6. В чем особенности обитания живых организмов в городском ландшафте? 7. В чем основное отличие городской экосистемы от естественной?

## § 34–35. РАСТЕНИЯ В ГОРОДЕ

**Роль зеленых насаждений.** Растения в значительной степени влияют на состав атмосферы, создавая благоприятные условия для жизни человека. В среднем гектар зеленых насаждений поглощает за один час приблизительно 8 л углекислого газа (столько же выделяют за это время 200 человек). Дерево средней величины может обеспечить дыхание трех человек.

Растения в городе можно назвать и своеобразными «пылесосами», так как они во многих случаях очень эффективно очищают воздух от пыли, особенно летом. По данным специалистов, запыленность воздуха под деревьями меньше, чем на открытой площадке на 20–30%. Растительность городских парков и скверов площадью 1 га за вегетационный период очищает от пыли 10–20 млн м<sup>3</sup> воздуха. Лучше задерживают пыль растения с шершавыми, морщинистыми, складчатыми, покрытыми волосками и липкими листьями. Одним из лучших пылеуловителей считается вяз, который задерживает пыль в шесть раз интенсивнее, чем, например, тополь с гладкими листьями. Хвойные и лиственные породы несколько различаются по своим способностям поглощать пыль. Например, у хвойных пород на единицу массы хвои оседает в 1,5 раза больше пыли, чем на единицу массы листьев. К тому же пылезащитные свойства у хвойных сохраняются круглый год.

Городской воздух загрязняется целым комплексом различных химических веществ. Зеленые насаждения способны поглощать многие вещества, тем самым выполняя роль живых фильтров. Разные растения по-разному поглощают вещества. Многие токсические газы поглощаются листьями, часть веществ накапливается в побегах, плодах, корнях и корневищах. Но такое накопление может происходить только до определенного предела, а после его превышения растения уже погибают.

Одним из широко распространенных в городской среде тяжелых металлов является свинец. Он активно накапливается придорожными растениями. Активно поглощают свинец древовидная карагана (желтая акация), липа, береза. В целом более устойчивыми к газам и дыму считаются деревья с кожистыми листьями, с ослабленными фотосинтезом и дыханием, способностью быстро восстанавливать листву, вместо опавшей.

Необходимо иметь в виду, что на богатых почвах все виды растений более устойчивы к загрязнению, чем на бедных. Степень повреждения деревьев зависит и от их возраста. Так, сеянцы и молодые растения повреждаются газами больше, чем взрослые особи.

У деревьев, кустарников, растущих в условиях сильной загазованности, листья становятся мелкими, сморщенными, иногда приобретают необычную форму (свернутые, гофрированные). Часто листья

и хвоинки необычно окрашены (побуревшие, покрасневшие) или с пятнами, обожженными краями, отсыхающими кончиками. У некоторых хвойных растений хвоя становится недолговечной, образуется мало хвоинок. Постоянно разреживаются кроны. Многие травянистые растения (например, злаки на газонах) становятся более низкорослыми, даже если их не скашивают.

**Оздоровительная роль растений** в городе проявляется, прежде всего, в том, что они выделяют специфические вещества – фитонциды. Эти вещества могут подавлять развитие вредных болезнетворных бактерий, микроорганизмов. Летом воздух парков содержит в 200 раз меньше бактерий, чем воздух улиц. Известно более 500 растений, которые обладают фитонцидными свойствами. Среди них – дуб черешчатый, можжевельник обыкновенный, сосна обыкновенная, ель обыкновенная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, туя западная, акация белая, барбарис обыкновенный, ива плакучая, каштан конский, липа мелколистная, тополь серебристый, жасмин садовый, райграс пастбищный и ряд других видов. Например, туя уменьшает загрязненность воздуха болезнетворными микроорганизмами на 67%.

Кроме того, растения могут повышать в воздухе число легких отрицательно заряженных ионов – материальных носителей электрических зарядов, характеризующих состояние чистоты воздуха. На человека умеренная ионизация воздуха влияет положительно. Наибольшим эффектом ионизации отличаются сосна обыкновенная, ель обыкновенная, туя западная, дуб черешчатый, тополь черный, лиственница сибирская, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная, акация белая. Наибольшую оздоровительную роль играют смешанные насаждения, т.е. состоящие из разных видов хвойных и лиственных пород.

Растения в городе могут создавать и более благоприятные для человека **микrokлиматические условия**. Считается, что оптимальная влажность воздуха для проживания человека составляет 30–70%. С поверхности растений испаряется много влаги. Это оказывает значительное воздействие и на влажность, и на температуру воздуха. Интересно, что повышение относительной влажности воздуха почти всегда (за исключением дней с очень высокой температурой) воспринимается человеком как некоторое уменьшение температуры. Зеленые насаждения как бы регулируют влажность воздуха. 1 га зеленых насаждений в течение вегетационного периода испаряет до 3000 т влаги, или 20–30% атмосферных осадков, выпавших на занятую ими территорию. 1 га полноценных растений значительно лучше (почти в 10 раз) увлажняет, освежает воздух по сравнению с водоемом такой же площади. Чем больше зеленый массив, тем большее влияние он оказывает на величину влажности городского воздуха. Если принять относительную влажность на улице за 100%, то среди озелененной за-

стройки она составит 116%, а в крупном парке может достигать до 200% и больше. Даже небольшие участки зелени внутри кварталов создают более благоприятные, с точки зрения человека, микроклиматические условия.

Зеленые насаждения оказывают влияние и на температурные условия микрорайона города. Летом температура воздуха среди городской застройки намного выше, чем среди растительности. Разные виды деревьев по-разному поглощают, отражают и пропускают солнечные лучи. Это зависит, прежде всего, от строения их кроны. Лучше снижают температуру деревья с крупными листьями (каштан, липа крупнолистная, клен остролистный, тополь). Высокие растения с плотными кронами хорошо затеняют места отдыха в парках, скверах. А создание пятиметровой зеленой полосы между тротуаром и проезжей частью снижает тепловое облучение пешеходов от мостовой более чем в 2,5 раза.

Важным фактором, влияющим на микроклимат города, является и **ветровой режим**. Наиболее благоприятной для человека считается скорость ветра от 0,5 до 3 м/сек (когда легко колеблются ветки и шелестит листва). Зеленые насаждения помогают образованию постоянных воздушных потоков. Эти потоки могут перемешивать и освежать воздух даже в условиях полного штиля.

Зеленые насаждения улучшают проветривание всей городской территории и ее отдельных частей, защищают город от неблагоприятных ветров, регулируют движение воздуха, ослабляют или увеличивают скорость его перемещения, меняют направление ветра. Ветрозащитное влияние неширокой плотной зеленой полосы из 8 рядов деревьев высотой 15–17 м кустарников отмечается на расстоянии, равном 30–40 высотам деревьев. Способность задерживать ветер зависит от особенностей кроны деревьев.

Правильно посаженные и подобранные массивы зеленых насаждений, учитывающие направление розы ветров, могут в значительной степени ослабить влияние вредных выбросов с предприятий. Санитарно-защитная зона зеленых насаждений вокруг предприятий в 2–3 раза снижает концентрацию ряда веществ.

**Зеленые насаждения и шум.** Как известно, шум оказывает неблагоприятное влияние на здоровье горожан, вызывая сердечно-сосудистые заболевания, психические расстройства, он нарушает обмен веществ, воздействует на органы слуха, повышает артериальное давление. Раздражающее воздействие вибрации даже в малых дозах ухудшает самочувствие людей. Одним из способов снижения шума является посадка деревьев.

Очень хорошо задерживают шум многоярусные посадки деревьев с густыми кронами, смыкающиеся между собой и с добавлени-

ем рядов кустарников, полностью закрывающих подкroновое пространство. Оптимальной шириной полосы в городских застройках считается ширина 10–30 м. Хорошо уменьшает воздействие шума шахматная посадка деревьев. Улучшить ситуацию помогает и создание между полосами газонов, так как они меньше отражают звук, чем асфальт и грунт. При правильной посадке шумозащитная способность деревьев проявляется даже зимой, в том числе и за счет сохранения снега на ветвях. Хорошо поглощает шум и вертикальное озеленение. Такое озеленение уменьшает поверхность отражения звука, увеличивая звукопоглощение стены в 6–7 раз.

**Растительный мир в центре города.** Загрязнение атмосферного воздуха, нехватка питательных веществ, заасфальтированные территории, посыпание солью и песком улиц в зимнее время, обрезка ветвей при формировании кроны, механические повреждения, уплотненная почва, оголение, перегрев летом и промерзание зимой корней, недостаток влаги или света (в зависимости от места произрастания) – вот неполный перечень неблагоприятных условий, в которых вынуждены существовать зеленые насаждения в городах.

Условия для поселения и жизни растений на территории современного города чрезвычайно разнообразны, а потому и растительный мир в разных районах города неодинаков.

Наиболее знакомы горожанам такие формы растительности, которые созданы человеком. Это городское озеленение, по мнению архитекторов-градостроителей, составляющее часть городской инфраструктуры.

К основным *типам городского озеленения* относят.

**Парки** – сочетание зеленых насаждений (и обычно архитектуры малых форм) с дорогами, аллеями и водоемами, предназначенное для более или менее длительного отдыха людей. Специфика городских парков состоит лишь в их местоположении (внутри города) и в разнообразных формах использования (парки культуры и отдыха, аттракционов, детские, зоологические, мемориальные и др.).

**Скверы** – одна из наиболее распространенных форм городского озеленения. Это небольшие (до 1,5–2 га) участки территории, озелененные деревьями, кустами, газонами, с открытыми проходами, удобные для кратковременного отдыха «на ходу».

**Бульвары** – озелененные полосы вдоль улиц и набережных, с отдельными дорожками для пешеходного движения.

**Рядовые посадки** вдоль улиц – также очень распространенная форма озеленения. Для посадки вдоль тротуара обычно используется одна древесная порода, часто в стриженной форме, иногда сопровождаемая кустарником и полосой газона.

**Внутриквартальные насаждения** в центре города – это совсем небольшие участки растительности (иногда всего несколько деревьев и кустарников или даже одиночное дерево – солитер) во дворах жилых зданий или перед ними, на отдельных незастроенных «пятнах» и т.д.

**Вертикальное озеленение** – вьющиеся и лазящие растения на стенах и специальных опорах, а также декоративные растения на балконах зданий.

**Газон** с ботанической точки зрения – это разновидность искусственно созданной человеком луговой растительности. В наши дни существуют многие типы газонов, различающиеся, прежде всего, по назначению и использованию. Декоративные газоны, как говорит само название, применяются в городском озеленении в основном как элемент украшения. Спортивные газоны с упругим и эластичным травяным покровом (к тому же износоустойчивым) используют на ипподромах, футбольных и других игровых полях. Применяют газонные покрытия и в технических целях: для укрепления и защиты откосов автострад и железнодорожных путей, на аэродромных полях и т.д., а также для поглощения загрязнений близ промышленных предприятий.

Непременным и весьма привлекательным элементом городского озеленения являются **цветники** – декоративные композиции, составленные в основном из травянистых растений (реже из кустарников), имеющих цветы ярких и разнообразных расцветок. Участвуют в цветниках и лиственно-декоративные растения с различной окраской листвы.

Городские цветники разнообразны по размерам, форме, расположению и сочетанию растений. Вот несколько наиболее обычных разновидностей.

**Клумбы** – цветники любой геометрической формы, обычно с симметричным ярким узором цветочных культур, иногда довольно сложных очертаний.

**Рабатки** – цветники на узких и длинных грядках, часто расположенных вдоль улиц, аллей, зданий и т.д.

**Арабески** – цветники (обычно из одного вида цветущих растений) в форме узких извилистых линий, образующих нарядный узор на фоне стриженного газона.

**Миксбордеры** – смешанные цветники, в которых использованы виды с разной окраской цветков и разными сроками цветения.

**Каменные цветники** («альпийские горки», рокарии) – цветники из низкорослых растений, посаженных в сочетании с камнями.

Набор типов цветников этим не исчерпывается. В городском озеленении можно встретить самые разнообразные цветочные композиции – от красочных «календарей» и «портретов» до цветников на поверхности водоемов.

Это краткое перечисление включает не все разновидности городских зеленых насаждений, например, не упомянуты разнообразные насаждения при общественных зданиях и учреждениях.

На первый взгляд, растительный мир послушно занимает лишь отведенные ему места – посадки деревьев и кустарников вдоль улиц (на бульварах – также и на разделительных полосах) и во дворах, скверы, газоны, клумбы, различные временные устройства вроде переносных бетонных контейнеров с декоративными цветущими видами или небольшими кустарниками.

Но и в эти весьма неприветливые условия растительная жизнь проникает помимо воли человека, стоит лишь где-нибудь оказаться клочку свободной земли, расщелине между облицовочными камнями, трещине в асфальте, в которых могут скапливаться пыль и почвенные частицы. Такая экологическая «микрониша» уже может служить приютом заносным поселенцам, лишь бы было, где прорасти семенам и куда пустить корни. Вот, например, рано весной, как только с тротуаров убран снег, пробиваются молодые иглы зеленой травы в щелях между тротуаром и стеной дома. Это листья различных многолетних злаков, чаще всего из родов мятлик и овсяница. Здесь же нередко поселяются одуванчики, лапчатка гусиная и другие травы, обычные на лугах и в придорожных местообитаниях. Можно найти и всходы древесных пород – клена, тополя, липы, но они, конечно, обречены на гибель и лишь в редких случаях проживут несколько лет.

Интересную группу городских поселенцев составляют растения – «взломщики асфальта». Бывает так, что в слое почвы под асфальтом складываются благоприятные условия для оказавшихся там семян или корневищ. Подчиняясь отрицательному геотропизму – силе, которая заставляет проростки тянуться вверх против силы тяжести, они прорываются сквозь асфальт, буквально взламывая его. Удивительную картину представляет трава, пробившая асфальт, но еще более удивительно это явление, если вдуматься в его механизм: как могут молодые листья, состоящие из мягких, сочных тканей, преодолеть преграду почти каменной твердости? Разгадка лежит в той силе, которую развивают проростки, когда растущие клетки и ткани насыщают воду осмотическим путем. Возникающее при этом тургорное давление составляет сотни килопаскалей (десятки атмосфер), вот почему асфальт и не может устоять против стремительного роста травы. Такие примеры можно наблюдать и в природных условиях – ранней весной в лесу ростки «подснежников» протыкают куски старой древесины и прочие твердые преграды. Известно, что тургорное давление прорастающих семян в древности использовали в технических целях: когда нужно было отделить от скалы каменную глыбу, в расщелину насыпали горох и заливали его водой.

В роли взломщиков асфальта можно встретить не только типичных «горожан» (одуванчики, подорожники и др.), но и растения из окружающих ландшафтов, тем более, если окраина города совсем близко. Среди них – обычные полевые сорняки: пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, мокрица (звездчатка средняя).

Любопытно, что взламывать асфальт способны не только растения, но и грибы. Оказывается, и нежные шляпки грибов развивают при росте немалое давление. А наиболее мощные взломщики – всходы и корневая поросль деревьев, особенно тополей. Как считают ботаники, если бы пешеходы не топтали тротуары, то в некоторых участках на них вскоре появились бы целые заросли.

Но не стоит в поисках ботанических находок в центре города смотреть лишь под ноги. Подняв взгляд повыше, можно заметить, что городские растения вынуждены иногда покидать привычные напочвенные местообитания и отыскивать подходящие условия для поселения и выживания в самых неожиданных местах. Так, нередко различные травянистые виды растут на каменных стенах и оградах, особенно часто в тех старинных городах, где сохранились крепостные башни и стены. Притом многие укореняются здесь надолго (разумеется, многолетники) и вместе с подушками мхов и лишайников формируют своеобразные растительные группировки, другие поселенцы случайны и недолговечны. На развалинах крепостных стен вырастают даже деревья.

Немало в городах и других мест, где можно неожиданно встретить растения. Так, бывают случаи, когда мелкие травы, всходы деревьев и кустарников поселяются на памятниках и приходится заботиться о «прополке» городской скульптуры.

Иногда небольшие кустарники и даже деревца вырастают на необычной для них высоте – на балконах и выступах стен, под окнами мансард, на крышах и кирпичных трубах. Как они туда попали, догадаться нетрудно: семена одних видов (бузины, рябины) занесли птицы, других (березы, осины, ивы) – ветер.

До сих пор речь шла лишь о цветковых растениях. А можно ли увидеть в центре города споровые растения – мхи и лишайники? Кажется бы, найти их не составляет труда: они должны присутствовать там, где есть деревья, поскольку многие из них ведут эпифитный образ жизни, поселяясь на древесных стволах и ветвях. (Напомним, что эпифиты – это растения, живущие на других растениях как «квартиранты», не принося своим хозяевам вреда, в отличие от растений-паразитов.) Но в действительности найти дерево со мшистым или покрытым лишайниками стволом в центре города не так-то просто. Дело в том, что споровые растения гораздо более чувствительны к загрязнению воздушной и почвенной среды, чем цветковые.

Впрочем, не только индустриальные и транспортные выбросы «изгоняют» мхи и лишайники из наиболее урбанизированных районов. В определенной степени в этом повинна и большая сухость воздуха, а для эпифитных форм – еще и малочисленность деревьев в центре города.

Обзор растительного мира центра города оказался бы неполным, если бы мы не отметили, что здесь (как и в остальных городских районах) всегда присутствует растительная жизнь и в других формах, порой нами не замечаемых. Это, например, налет водорослей и небольшие дернинки мхов на стенах и крышах домов. Некоторые виды «пристраиваются» даже на стенах подземных переходов и транспортных тоннелей (конечно, там, где еще доступно освещение).

Наконец, есть и такая форма растительной жизни, которая невидима без микроскопа: это так называемый аэропланктон, носящийся в воздухе и оседающий на стенах, крышах и мостовых. Он содержит пыльцу и споры растений, обрывки гифов грибов. Впрочем, бывают случаи, когда он делается заметным и невооруженным глазом; это, например, уже упоминавшаяся в предыдущем разделе сосновая пыльца, покрывающая лужи на асфальте тонким желтоватым порошком во время массового цветения сосны.

Итак, в центре города растительный мир в основном предстает перед нами в форме городского озеленения – организованного, геометрически распланированного, ухоженного. Но встречаются (правда, чрезвычайно редко) и исключения, когда в самом сердце города сохраняются уголки естественной растительности.

**Растения в промышленной зоне** могут служить своеобразным средством информации о загрязнении окружающей среды и, прежде всего, атмосферного воздуха. Идея об использовании растений для оценки качества окружающей среды лежит в основе одного из направлений современного биомониторинга. Читателю, вероятно, известно такое популярное понятие современной экологии, как «мониторинг» (от англ. monitoring – наблюдение, слежение), т.е. слежение за состоянием окружающей человека природной среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов. Биомониторинг, как говорит слово «био», – мониторинг, осуществляемый с помощью живых организмов. Добавим еще, что выявление каких-либо изменений в среде с помощью именно растений получило название фитоиндикации среды: обнаружение загрязняющих примесей в воздухе – один из ее частных случаев.

Для того чтобы следить за концентрацией в воздухе озона (одного из главных компонентов фотохимического смога), двуокиси серы и других токсикантов, нужны приборы стоимостью в несколько тысяч

долларов каждый. К тому же для их работы необходимо электропитание, калибровка, постоянное наблюдение т.к. они чувствительны к климатическим влияниям и действию различных неконтролируемых факторов. А растения в роли «наблюдателей» обходятся недорого, легко воспроизводятся и размножаются; будучи высажены на нужных участках или в передвижных контейнерах, не требуют большого ухода. Травянистые растения можно сменять ежегодно или даже несколько раз в течение вегетационного сезона. Правда, для того чтобы растение было настоящим монитором (т.е. не только указывало на присутствие определенного вещества, но и давало представление об его количестве), требуется большая подготовительная работа.

Каким же образом растения, обитающие в городских промышленных районах, могут сигнализировать нам о качестве воздушной среды? Как уловить и прочитать эти сигналы?

Один из способов фитоиндикации – определение тех или иных примесей в воздухе по изменению внешнего облика или отдельных признаков растения. Вот несколько наиболее ярких примеров. На загрязнение воздуха двуокисью серы листовые породы реагируют обесцвечиванием и побурением листьев между жилками или по краям, хвойные – покраснением хвои, начиная с кончиков. Под действием ПАН (периацетилнитрата, одного из компонентов фотохимического смога) у фасоли обыкновенной нижняя сторона листа приобретает характерный глянцевый блеск и бронзовую окраску. О высокой концентрации в воздухе двуокиси азота сигнализирует обесцвечивание краев листьев барвинка розового. Хорошие индикаторы загрязнения воздуха соединениями фтора – гладиолусы (особенно сорт Снежная принцесса), у которых под влиянием фторидов вначале отмирают кончики листьев, а затем повреждение распространяется по всему листу. Своеобразна реакция некоторых растений на присутствие в воздухе этилена: у цветков садовой гвоздики преждевременно поникают и свертываются лепестки, цветок кажется «сонным»; у томатов и бархатцев поникают листья и стебли. Наконец, известны реакции растений не только на отдельные токсиканты, но и на определенные смеси: так, о загрязнении воздуха смесью озона и двуокиси серы сигнализирует появление специфических светлых пятен между жилками листьев табака.

Растения-индикаторы, особо чувствительные к определенным загрязнителям, могут служить своего рода приборами-измерителями, по которым можно не только распознать загрязняющее вещество, но и судить об его концентрации. В Токио в 1976–1983 гг., например, успешно использовали белую петунию, чувствительную к ПАН, для определения концентрации этого загрязнителя в разных районах города.

Совершенно особое место среди индикаторов занимают споровые растения. Из предыдущих разделов читатель уже получил представление об угнетении мхов и лишайников в городских условиях и его причинах. Высокая чувствительность мхов и лишайников к двуокиси серы и другим промышленным токсикантам делает эти растения незаменимыми для биомониторинга. Составив карту распространения мхов в крупном городе, можно с уверенностью судить о состоянии воздушной среды в разных его частях (рис. 4.1). Но гораздо чаще для этой цели используют лишайники.

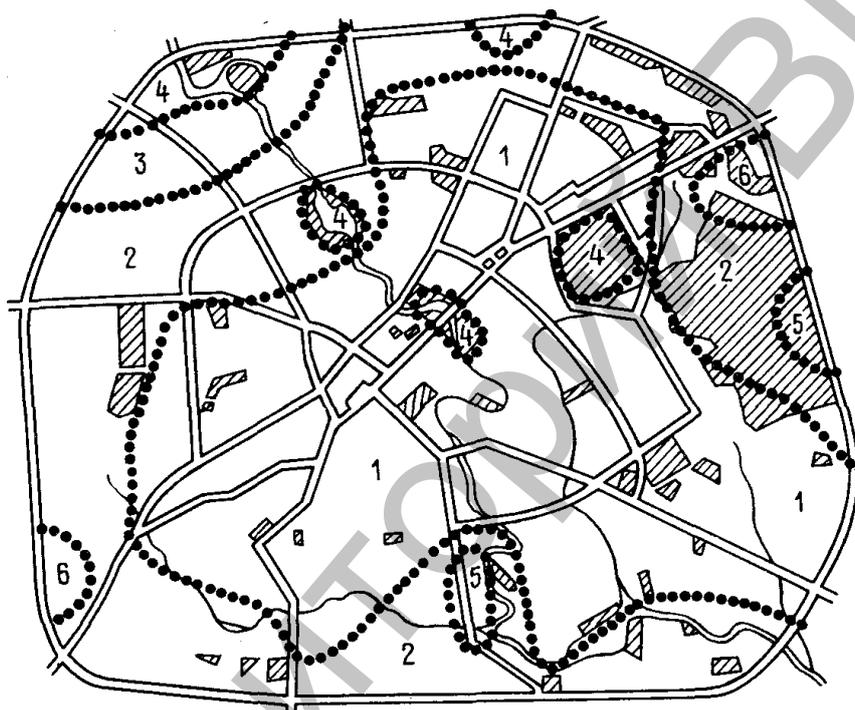


Рис 4.1. Зоны загрязнения воздуха в Минске, выделенные по видовому составу и состоянию мхов. Зоны загрязнения: 1 – наибольшего; 2 – сильного; 3 – значительного; 4 – умеренного, 5 – слабого; 6 – незначительного. Штриховкой обозначены зеленые насаждения, точечным пунктиром – границы зон.

К числу наиболее выносливых древесных пород (и вместе с тем хороших газо- и пылеуловителей) относятся вяз, тополя (канадский, бальзамический), ива белая, клен американский, белая акация, береза бородавчатая, лиственница даурская, черемуха обыкновенная, некоторые сорта яблонь. Из кустарников часто используют лох узколистный, дерен белый, сирень обыкновенную, барбарис обыкновенный, жимолость обыкновенную, иргу круглолистную, калину обыкновенную, облепиху обыкновенную, розу иглистую, смородину золотистую, спирею среднюю, снежноягодник белый (приложение 7).

Даже среди хвойных есть породы, растущие не только на городских улицах, но и на промплощадках. Это, прежде всего, ель колючая –

наиболее выносливая хвойная порода, а также некоторые гибридные разновидности можжевельника.

Среди цветочных культур, рекомендуемых для территорий фабрик и заводов, – львиный зев, табак душистый, агератум, петуния, бархатцы, кохия; среди «допускаемых» (без гарантии успеха) – маргаритка, георгины, гвоздика Шабо, флокс многолетний, анютины глазки и др.

Наиболее чувствительны к газам и дыму – ель обыкновенная, пихта, липа мелколистная, ясень обыкновенный, клен остролистный, береза пушистая, рябина обыкновенная, каштан конский.

**На городских окраинах.** Понятие «городские окраины» довольно расплывчатое. Сюда относятся и последние улицы, и дома городской застройки, и непосредственно примыкающая к ним местность, облик которой сложился под влиянием города. Это пустыри, свалки, различного рода использованные и затем заброшенные земли – словом, все то, что архитекторы-градостроители определяют как «деформированные и неблагоустроенные территории». Есть, конечно, на окраинах городов и территории с более четкой организацией и назначением – огороды, садовые участки, кладбища, железнодорожные насыпи.

Картины, возникающие перед нашим взором при слове «пустырь», живописными не назовешь. Обычно это незастроенный участок с уничтоженной естественной растительностью, на котором в беспорядке (но зато иногда довольно буйно) растут бурьянные травы. К тому же участок этот нередко захламлен и загрязнен различными отходами, истоптан пешеходами, разворочен строительными работами и т.д.

Пустыри редки в деревенских поселениях, где они могут возникнуть разве что на месте сгоревших строений или заброшенных огородов. Гораздо чаще это спутники городов, специфически городские местообитания.

В прошлые века пояс пустырей, окружавший стены городов-крепостей, входил в систему фортификационных сооружений. Как пишут историки, надлежало сохранить свободные пространства, необходимые при оборонительных действиях. Известно, например, что в некоторых европейских странах с этой целью специально создавали и поддерживали пустыри вокруг городов, вырубая деревья и снося дома. В наши дни городские пустыри возникают на месте уничтоженных ветхих строений и других разрушений (в том числе военных), свалок, долговременных строительных площадок и т.д., притом не только вокруг города, но и в его пределах.

Условия для жизни растений здесь нелегкие. Очень часто удален (или сильно нарушен) не только естественный растительный покров, но и верхний почвенный слой. Нередко растениям приходится довольствоваться и такими малопригодными субстратами, как строительный мусор, бытовые и промышленные отходы и т.д. А если и со-

храняется естественный почвенный слой, то он нередко загрязнен различного рода примесями. К неблагоприятным почвенным условиям добавляются все невзгоды открытых пространств – сильное нагревание и иссушение, ветер, а зимой и промерзание почвы.

И все же пустыри отнюдь не совсем «пустые места». Здесь находят приют разнообразные травы, растущие порой в виде буйных зарослей и получившие в просторечии наименование «бурьян» (с несколько пренебрежительным оттенком). Встречаются на пустырях и кустарники, а также всходы и подрост некоторых древесных пород.

Флора пустырей очень разнообразна по составу и происхождению. Наряду с обычными видами – спутниками жилья человека, здесь можно найти и одичавших беглецов из культуры (таких, как подсолнечник, укроп; из декоративных культур – космея, ноготки), и сельскохозяйственные сорняки, и некоторые луговые травы, например, на пустырях растут чина луговая, лапчатка-калган, вязель пестрый и др.

Среди травянистой флоры пустырей много видов обычных поселенцев «мусорных» местообитаний вблизи человеческого жилья (например, хорошо знакомые всем лопух, крапива, лебеда и др.). Ботаники называют их рудеральными растениями, или рудералами, рудеральной флорой (от лат. *rudus* – мусор, щебень).

Многие рудералы первыми поселяются на нарушенных участках и «новых» субстратах – это так называемые растения-пионеры, или первопоселенцы. Некоторые из них (в частности, мелколепестник, кипрей и др.) принадлежат к видам, семена которых разносятся ветром, неудивительно, что они оказываются столь вездесущими. Пионерные растения отличаются способностью к быстрому разрастанию, но не выносят конкуренции – для них губительны затенение, задернение почвы и иные влияния со стороны растений-соседей. Поэтому они сравнительно недолго удерживаются на занятых местах – пока не произойдет заселение территории другими видами. Самый обычный пионер на пустырях мать-и-мачеха. Это благодаря ей первые весенние дикие цветы в городе появляются именно на пустырях, свалках, откосах.

Рудеральные растения обладают целым рядом особенностей, которые дают им возможность «постоять за себя». Они выносливы к нелегким условиям среды – жаре, засухе, холоду. Стоит отметить, что многие рудеральные виды и сорняки без особого труда переносят индустриальные загрязнения воздуха и почвы. Вместе с тем некоторые рудералы довольно требовательны к содержанию в почве азота, поэтому охотно поселяются на участках, где в почве много органических остатков. Среди таких нитрофилов (азотолюбов) – крапива, чистотел, лебеда и др.

От поедания животными рудеральные виды защищают ядовитые вещества, жгучие волоски, шипы, колючки. Эти же приспособле-

ния удерживают от слишком близких контактов с ними и человека, да и внешний облик рудералов для людей мало привлекателен.

Иногда наряду с выносливостью к суровым условиям среды подчеркивают такие черты рудералов, как способность производить огромное количество семян и агрессивность – быстрое разрастание и занятие территории. Геоботаник Л.Г. Раменский называл растения с этой стратегией «шакалами», отводя им в фитоценозах роль видов, быстро заполняющих те или иные прорехи в растительном покрове. Но если в естественных сообществах, где все давно сложилось и хорошо подогнано, возможности поселения и процветания рудералов ограничены, то на пустырях для них простор, здесь их не сдерживают никакие конкуренты, а трудные экологические условия не останавливают.

Каковы роль и место «пустырной» растительности в живом мире города? На первый взгляд, это что-то вроде неизбежных издержек урбанизации, не заслуживающих внимания любителей природы, «отходы» городской жизни, воплощенные в малопривлекательных, но агрессивных растительных формах. Долгое время даже ботаники пренебрегали исследованием пустырей, свалок, обочин дорог и т.д., считая их «испорченными» участками растительного мира. Между тем такое отношение к растительному миру городских окраин отнюдь нельзя считать справедливым.

Во-первых, он вносит свою долю в поддержание состава воздушной среды. По оценкам бельгийских экологов, растительность пустырей и других «неопределенных земель» Брюсселя выделяет в атмосферу за год почти столько же кислорода, сколько все парки и древесные посадки бельгийской столицы (вот вам и «бросовые земли»!).

Во-вторых, среди зеленого населения городских окраин немало видов растений, заслуживающих внимания: это и лекарственные виды – вспомним хотя бы пустырник, подорожник, ромашку; и съедобные – любители витаминных салатов высоко ценят такие растения, как сныть, крапива, одуванчик и др. (правда, справедливости ради стоит сказать, что здесь же мы встречаем и нежелательные виды, в том числе ядовитые и сорные, вплоть до опасных карантинных сорняков).

**? Вспомните.** 1. Какова роль зеленых насаждений в городе? 2. Какие растения являются лучшими пылеуловителями? 3. В чем проявляется оздоровительная роль растений в городе? Приведите примеры. 4. Как влияют зеленые растения на микроклиматические условия в городе? 5. Какие основные типы городского озеленения вам известны? Охарактеризуйте их. 6. Что такое фитоиндикация и какова ее роль в оценке качества воздушной среды в городе? 7. Какие растения называют рудеральными? 8. Какова роль и место «пустырной» растительности в городском ландшафте?

## § 36–37. ЖИВОТНЫЕ В ГОРОДЕ

Надо ли беречь животный мир в культурных ландшафтах и стремиться обогатить его, или звери, птицы и всякая другая живность нетерпимы по соседству с человеком, не нужны ему? Может быть, даже наличие животных в культурном ландшафте – это своего рода пережиток докультурной стадии ландшафта, свидетельство его недостаточной еще «культурности»?

В процессе эволюции ряд видов позвоночных и беспозвоночных животных приспособился к обитанию в населенных пунктах, вблизи жилья или даже в жилье человека. Количество видов таких животных постоянно растет. В последние годы появились сообщения о переходе к синантропному (связанному с человеком) образу жизни некоторых видов чаек, имеет место искусственное и естественное заселение городов, их зеленых насаждений рядом видов птиц и млекопитающих. К обитанию и размножению в сооружениях человека переходят многие виды беспозвоночных, в том числе кровососущих комаров, блох, вредителей запасов. Примером искусственной интродукции (вселения) млекопитающих города является заселение парков ряда городов обыкновенной белкой. Под влиянием человека по городам Беларуси расселился сизый голубь. По всей Европе, в том числе Беларуси, за последние десятилетия естественным путем продвигается на север кольчатая горлица.

**Птицы города.** Из птиц наиболее распространенными обитателями городов Беларуси являются врановые (грач, галка). В зимние месяцы города становятся местами массового скопления серой вороны. В зимнее время врановые образуют огромные ночевочные скопления, насчитывающие порядка 50 тыс. птиц. В утренние часы птицы разлетаются на кормежку к местам городских свалок, пригородным животноводческим комплексам, вечерами возвращаются в город. Гнездящиеся и зимующие в городе врановые загрязняют его своими экскрементами и представляют значительную угрозу в распространении опасных заболеваний.

Борьба с синантропными врановыми затруднена близостью к жилью человека, невозможностью проведения в населенных пунктах отстрела, применения отравленных приманок, но необходимость ее проведения очевидна и не может быть ограничена никакими природоохранительными тенденциями.

Существенным элементом орнитофауны городов и населенных пунктов являются голуби. В Беларуси синантропный образ жизни из них присущ двум видам: сизому голубю и кольчатой горлице. Они сопутствуют человеку с ранних этапов развития человеческого общества, точнее, с появлением примитивного земледелия. Ныне голубь – обыч-

ный элемент фауны городов. Численность этих птиц в городах и поселках довольно велика. Вблизи зерноскладов стаи сизых голубей достигают 400–500 и более особей. Главное для этих птиц – наличие в постройках гнездовых убежищ, корм, а еще – отношение к ним человека.

Голуби – это эстетика города и в известной мере индикатор отношения людей к животным. Горожане с большой любовью оберегают голубей, подкармливают, выхаживают больных и пострадавших птиц. Эти птицы как символ мира – обязательные участники многих массовых мероприятий, например международных фестивалей молодежи.

Однако надо учитывать и другие стороны явления. При слишком высокой численности голубей положительные качества этого компонента фауны городского ландшафта теряют свое значение и заметными становятся иные, отрицательные, и, в частности, противозстетические их качества.

История широкого расселения сизого голубя в Беларуси восходит к VI Всемирному фестивалю молодежи и студентов, проводившемуся в Москве (1957 г.). В процессе подготовки и этому мероприятию голуби как символ мира были завезены в ряд городов, были созданы специальные голубятни, места кормления голубей, приняты меры по их охране и разведению.

Опыт старых городов, таких, как Рига, Таллинн, Гродно доказал, что голуби отнюдь не являются желательным для человека объектом птичьего населения. Но он не был принят во внимание. В итоге практически во всех городах и населенных пунктах Восточной Европы в огромных количествах размножились голуби, которые начали приносить серьезный ущерб, поедая и загрязняя запасы зерна. Голуби становятся источником антисанитарии. Они портят фасады домов, могут быть причиной некоторых заболеваний человека (орнитоз). И уж, конечно, нельзя признать эстетичным, а тем более гигиеничным, когда голуби, уверенные в своей безопасности, садятся в парках культуры и отдыха на столики в кафе, расхаживают по ним и пачкают. Нет также ничего эстетичного в облике больного, слабого или увечного голубя. В дикой природе такие неполноценные птицы быстро и с пользой для всей популяции отсеиваются в результате естественного отбора. В городах при содействии человека они выживают и влачат потом жалкое существование.

Остановившись на вопросе о городских голубях, хотелось показать, что много в оценке значения диких птиц случайного и зависящего от частных причин и нет абсолютно полезных и абсолютно вредных животных. Оценка зависит от ряда условий: места, времени, численности. Градация: много – вид из безразличного становится полезным, желательным; очень много – вид отягощает наши угодья, становится нежелательным. Конечно, голубей в городах следует сохранить. Но численность их должна быть ограничена в разумных пределах, для

каждого города своя.

Борьба с голубями, в силу их растительности, более проста, чем с врановыми. Но и здесь имеются свои трудности из-за привязанности к голубям как символу мира значительной части населения. Однако проводить ее необходимо, конечно, не оскорбляя при этом чувства населения и не способствуя развитию жестокости у детей и подростков.

Указанная градация полностью применима и к обыкновенному скворцу. Конечно, скворцы полезны, когда их мало. Однако польза в этом случае, естественно, невелика. Чтобы она стала заметной, число скворцов в наших угодьях надо было увеличить путем привлечения их в искусственные гнездовья, что успешно осуществлялось во всех странах Европы в течение нескольких десятилетий. В результате скворцов стало так много, что в странах Средиземноморья и в южных частях Восточной Европы эта птица должна быть признана вредной (во всяком случае, в конце лета и начале осени, когда там скапливаются скворцы, прилетевшие с севера). Поэтому дальнейшие работы по привлечению скворцов не должны осуществляться. Надо больше обращать внимание на синиц, мухоловок и других мелких дуплогнезdnиков.

Теперь о воробьях. Домовый воробей в некоторых городах представляет собой самого многочисленного члена фауны среди наземных позвоночных. В северной части своего ареала этот вид должен быть признан полезным. Он основной защитник зеленых насаждений городов от насекомых вредителей. Вреда же от него в жилых кварталах нет, хотя надо помнить, что у зерновых складов воробьи нежелательны. Они могут заносить туда на своих лапках и в оперении вредных амбарных клещей. Но в целом как домовый, так и полевой воробьи на севере полезны.

В южных частях области, т.е. в зонах лесостепи и особенно степи, распространения воробьев положение иное. Чем дальше к югу, тем больше воробьев селится по оврагам, где они имеют контакты главным образом с посевами. При этом там наблюдается сезонная изменчивость питания воробьев. В мае–июне, во время вывода птенцов, они истребляют вредных насекомых, осенью, зимой и ранней весной уничтожают большое количество семян сорняков. А вот во второй половине лета воробьи наносят серьезный ущерб урожаю проса, подсолнуха, конопли и других ценных сельскохозяйственных культур. Этого терпеть нельзя.

Однако роль разных видов воробьев в биоценозах недостаточно еще выяснена (и тем более географические различия этой роли), чтобы вынести обоснованное суждение об их дальнейшей судьбе. Показательно, что опыт полного истребления воробьев в Китае (там водятся полевые воробьи) привел к отрицательным результатам в сельском хозяйстве. Через несколько лет пришлось воробьев закупать в Монго-

лии и выпускать там, где их недавно еще истребляли. Здесь, очевидно, сказалось правило численности. Не замечаемая ранее полезная деятельность воробьев выявилась сразу, как только этих птиц не стало.

Стрижи и разные виды ласточек, безусловно, полезны. Попытки избавиться от гнезд ласточек по гигиеническим соображениям, которые были предприняты в некоторых санаториях, не могут быть признаны обоснованными.

В культурных ландшафтах, несомненно, нужны все певчие насекомоядные птицы. В трудную пору их надо поддерживать: зимой подкармливать, весной обеспечивать искусственными гнездовьями. И утки и лебеди на прудах большого города нужны.

Не надо забывать при этом и об огромном воспитательном значении, которое имеет, при правильной постановке дела, забота о наших пернатых соседях в культурном ландшафте.

В парках, лесах и в поле птицы имеют большое значение как истребители насекомых-вредителей, а хищные птицы – и как истребители мышевидных грызунов. Впрочем, здесь нет надобности повторять известное из других источников о хозяйственном значении птиц. Можно сказать только, что наличие птиц в культурных ландшафтах – это один из признаков его нормальной структуры и нормального функционирования.

**Млекопитающие города.** Из синантропных млекопитающих в Беларуси наибольшее распространение имеют мышевидные грызуны (домовая мышь, серая и черная крысы). Это очень пластичные в экологическом плане виды с большой скоростью размножения, легко приспосабливающиеся к изменяющимся условиям существования. В настоящее время они вслед за человеком широко расселились по всему земному шару, принося человечеству огромные бедствия, немалый экономический ущерб. Его можно представить себе хотя бы по таким цифрам. Одна домовая мышь съедает за год до 8 кг зерна. Поголовье же ее в городах и поселках исчисляется миллионами, если не миллиардами. Причем вред, приносимый синантропными грызунами, этим не ограничивается. Они загрязняют продукты питания, повреждают складские помещения, упаковку пищевых продуктов и других изделий, являются переносчиками, промежуточными хозяевами и хранителями возбудителей целого ряда заболеваний человека и домашних животных, в том числе таких опасных, как чума, лептоспирозы, сибирская язва, туляремия, причиной аварий энергосистем, линий кабельной связи.

Естественно, что в нашей республике, как и во всем мире, синантропные грызуны являются объектами плановых истребительных работ. Для этих целей созданы специальные станции и отделы профилактической дератизации. Но успехи в борьбе с синантропными грызунами пока недостаточны, что связано с рядом причин экологического и хозяйст-

венного плана, в первую очередь с высокой экологической пластичностью грызунов, их способностью к быстрому размножению.

В то время как птицы проявляют иной раз тенденцию к довольно безобидному нахлебничеству, синантропные млекопитающие склонны к паразитизму.

В отличие от птиц млекопитающие в культурных ландшафтах менее заметны. Конечно, каждый забредший в город лось или забежавший кабан виден всем. Но мелкие млекопитающие ведут очень скрытный и притом ночной образ жизни. Об их существовании мало кто знает. В силу этого отпадает и один из таких серьезных критериев оценки значения многих животных, как эстетика.

Наиболее привлекательный представитель млекопитающих в культурном ландшафте, главным образом, конечно, в городах, – это белки. Люди относятся к ним благожелательно, нередко подкармливают их, и эти милые животные ведут себя по отношению к человеку доверчиво. У большинства людей при виде безбоязненно приближающегося к ним живого существа возникает, можно сказать, чувство ответственности за это доверие, стремление его оправдать. Но есть люди, у которых проявляется какое-то недостойное культурного человека стремление показать свое «превосходство», власть над всем живым. Если в пределах досягаемости оказалась птица, белка или даже самая обыкновенная собака, такие люди считают своим долгом обязательно испугнуть, а если есть возможность, то и подшибить камнем или палкой. С такими «проявлениями», естественно, следует бороться.

Конечно, нашим покровительством должны пользоваться рукокрылые, или, как их обычно называют, летучие мыши. Эти удивительные создания природы, обладающие радаром, который стал известен человеку только в самое последнее время, живут в умеренном поясе исключительно за счет летающих в воздухе насекомых. Они издавна селятся на постройках: разрушенных, полуразрушенных и жилых. В городах и селах летучие мыши нередко подвергаются неразумному преследованию.

Рукокрылые – один из очень полезных и интересных компонентов фауны позвоночных культурных ландшафтов. К ним надо относиться бережно. А ведь летучие мыши не просят у человека ничего. Для них не надо устраивать подкормочные столики зимой, развешивать или расставлять искусственные убежища. Требуется только одно – не мешать им жить: не разрушать их убежища, не преследовать животных.

**Беспозвоночные города.** Велико количество синантропных видов и среди беспозвоночных. Степень их связи с жильем человека, вообще человеком, неодинакова, но роль в жизни человека очень значительна. Из фитофагов к этой группе относятся многочисленные вредители запасов. В Беларуси из этой группы распространены предста-

вители семейства хлебных, волосатых и хищных клещей. Фактически клещи утратили способность длительное время существовать вне запасов зерновых продуктов и являются типичными синантропами.

Из насекомых, вредящих запасам зерна, в Беларуси обитают и приносят вред: амбарный долгоносик, гороховая зерновка, амбарная моль, зерновая моль. Ущерб, приносимый этими членистоногими, трудно оценить, так как они не только съедают определенную часть зерна, но ухудшают всхожесть семян, снижают калорийность, питательные и вкусовые качества продуктов.

Из паразитов животных к этой группе относятся: куриный и крысиный клещи, собачья и кошачья блоха, клещи-возбудители чесотки домашних животных, специфические паразиты домашних и синантропных птиц (кур, уток, грача, сизого голубя, домовой и деревенской ласточек). В ряде случаев имеет место обмен паразитами между домашними и синантропными животными (например, куриным клещом – между курами и такими птицами, как домовая воробей, деревенская ласточка, сизый голубь; крысиным клещом – между серой крысой, собакой и кошкой).

Многие паразиты домашних и синантропных животных такие, как собачья блоха, куриный и крысиный клещи способны нападать на человека, что еще более увеличивает их отрицательное значение.

К синантропным животным могут быть отнесены многие виды мух, плодящиеся в отбросах, выгребных ямах, трупах животных, обитающие у жилья человека, питающиеся остатками пищи человека и животных. Из группы падальных мух в городах Беларуси наиболее часто встречается уральская падальная муха, личинки которой выводятся в фекалиях человека. В населенных пунктах сельского типа более многочисленна синяя падальная муха. Еще больше синантропов среди семейства настоящих мух. Некоторые из них, например комнатная муха, уже не встречаются вне городов и поселков. Личинки этого вида развиваются в навозе, отбросах, различном мусоре. Поразительна плодовитость комнатной мухи. За один раз самка откладывает 100–150 яиц. Кладки повторяет через 3–4 дня. В итоге, если бы яйца, личинки, куколки и сами мухи не погибали, то потомство только одной самки за сезон могло бы превысить 5 триллионов экземпляров. К счастью, этого не происходит, ввиду большого процента естественной гибели мух на всех стадиях развития, постоянной борьбы с мухами человека, так как они не только докучают человеку и животным, но являются опасными переносчиками инфекций и инвазии. В списке передаваемых мухами заболеваний – брюшной тиф, паратиф, дизентерия, холера, многие гельминты.

Борьба с мухами в Беларуси проводится путем организации очистки населенных пунктов от мусора и нечистот, широкой санитарно-просветительной работы, направленной на организацию истребления мух, недопущения их к съестным припасам. Для истребления личинок мух в местах выхода широко применяются хлорорганические и фосфорорганические пестициды. В результате выполнения санитарных и дезинсекционных мероприятий численность синантропных мух в г. Минске и других крупных городах республики снизилась в 25–30 раз. Но численность синантропных мух в сельской местности остается высокой, в 40–50 раз выше, чем в городах.

К синантропным беспозвоночным относятся распространенные у нас рыжий и черный тараканы, платяная, мебельная, шубная моли, целая группа мелких клещей домашней пыли, ряд других организмов, различных по систематическому положению, образу жизни, способу питания. Обитая в жилье человека, они участвуют в циркуляции возбудителей болезней, например, иногда клещи домашней пыли сами являются возбудителями заболеваний. Все эти животные объединяются, независимо от способа питания, в условную группу «бытовых паразитов» и являются объектами истребления (профилактической дезинсекции). Борьба с ними затруднена в связи с недостаточной санитарной культурой населения, высокой приспособляемостью, наличием в ряде случаев устойчивости к пестицидам, обитанием в жилье человека, где имеются сложности в применении пестицидов.

Таким образом, можно сказать, что населенные пункты являются крайним примером того, как человек и животные, обитая на одной территории, вступают в конкурентные, взаимоисключающие отношения. Большинство обитающих в населенных пунктах животных всех систематических рангов являются нежелательными для человека объектами. В то же время человек стремится окружить себя животными, не говоря уже о соображениях экологического плана, хотя бы из чисто эстетических, воспитательных соображений.

Окружая себя теми или иными животными, охраняя или, наоборот, истребляя их вокруг своего жилища, человек должен руководствоваться четкими планами, основанными на анализе их суммарной значимости, возможном потенциальном вреде или пользе.

Предотвратить появление в культурных ландшафтах нежелательных видов животных мы пока еще не можем, и в значительной степени потому, что до последнего времени мало обращали внимания на эту сторону дела. Люди веками изменяли ландшафт, воздействуя на какое-либо одно из его свойств, и оставляли вне своего внимания перспективу неизбежного изменения других его свойств. В результате появляются вредители, с которыми приходится вести борьбу.

В связи с этим следует предостеречь читателя от засорения фауны культурных ландшафтов бездомными кошками и собаками. К сожалению, встречаются еще такие «любители животных», которые обзаводятся собакой или кошкой, иногда несколькими, а потом теряют к ним интерес, не кормят, не заботятся о них и иной раз даже просто выгоняют на улицу. В фауне культурного ландшафта появляется новый, не из дикой природы сочлен – одичавшее животное, которое действительно не нужно ни в городе, ни в деревне. Более того, такое животное вредно.

Проблема одичавших (бездомных) собак и кошек в настоящее время стоит очень остро. Подсчитано, например, что в Минске обитает более 400 тыс. бездомных кошек, немногим меньшее количество бродячих собак. Они приносят большой ущерб полезным и декоративным животным парков и зеленых зон, что еще более важно, являются очень важным фактором распространения таких тяжелых заболеваний, как бешенство, токсоплазмоз, эхинококкоз, целого ряда грибковых заболеваний, источником чесоточных клещей, возбудителей других инвазий домашних животных.

С одичавшими собаками и кошками в Беларуси ведется постоянная борьба. Но для ликвидации этого бедствия одних истребительных мероприятий недостаточно. Необходима широкая разъяснительная кампания, направленная на воспитание у населения ответственности за содержащихся животных, абсолютной недопустимости оставления их без ухода, как в городской, так и в сельской местности.

Пожалуй, есть смысл сказать здесь о том, что происходит в США, где содержание разнообразных «домашних» животных приобрело в последние годы поистине американский размах. В домах там держат теперь все, что можно купить: одни – карликовых пони, другие увлекаются обезьянами – беломордыми мармозетками, самыми разнообразными птицами, крокодилами, известны даже любители змей. Главное же в том, что многие из этих домашних любимцев ускользают потом от хозяев, а нередко просто надоедают им и получают затем «волю» в чуждой для этих животных стране. В результате фауна культурных ландшафтов оказывается загрязнена совсем нежелательными видами животных. В некоторых реках Северной Америки, таким образом, появилась опасная для зашедших в воду наземных животных и даже для человека рыба – пирания. Реки Северной Америки «осваиваются» аллигаторами, в рощах появились вредные для фруктовых садов попугаи, а в одном многоквартирном доме обосновалась анаконда, приводившая всех его жильцов в ужас.

Все это свидетельствует о том, что с природой нужно обращаться осторожно. В частности, не следует проявлять усердия ни в истреблении животных, которое очень часто оказывается неоправданным, ни в чрезмерной их поддержке. И особенно надо предупредить против самочинного, вольного или невольного, «обогащения» фауны. Все хорошо на

своем месте и не в чрезмерном количестве. Регуляцией численности животных в культурных ландшафтах должны заниматься специалисты.

Итак, культурные ландшафты существуют, и с течением времени площадь их увеличивается. По своему характеру (структуре и функционированию) они все больше приближаются к истинно культурным, рациональным. Подобные ландшафты не должны возникать стихийно, без направленной регуляции со стороны человека, которая может быть эффективной при условии, если учтены взаимодействия всех компонентов внутри ландшафта и их значение. Один из этих компонентов – животный мир. Надеемся, пройдет не так много времени, и наука сможет разработать схемы рациональных структур ландшафтов, в которых будут найдены место и мера каждого из его компонентов, в том числе и каждого вида животных. Но это будет еще не сегодня и не завтра. А пока надо бережно относиться к природному окружению и не стремиться «улучшать» животный мир культурного ландшафта, если нет конкретных научно обоснованных рекомендаций.

**? Вспомните.** 1. Какова роль птиц в городе? Приведите примеры 2. Увеличение численности каких птиц нежелательно в городском ландшафте? 3. Какова роль мышевидных грызунов в городе? 4. Какова роль беспозвоночных в городском ландшафте? 5. Каковы необходимые методы борьбы и индивидуальной защиты для снижения риска заболеваний от синантропных животных?

## **§ 38–39. КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДА (практическая работа)**

**Информация.** Экологические условия города можно изучать, выбирая наиболее значимые показатели и анализируя официальную легкодоступную информацию. При этом показатели должны быть выражены в относительном виде – в пересчете на одного, 100 или 1000 жителей, что позволяет нивелировать особенности, связанные с размером выбранной территории.

Наглядны следующие показатели:

- количество автомобилей (на 1000 жителей);
- площадь городской территории, занятая промышленными предприятиями (на 1 жителя);
- сельскохозяйственная нагрузка: размеры посевных площадей, поголовье скота в пределах городской территории;
- рекреационная нагрузка: общая площадь земель в пределах района, плотность населения (чел./га), площадь зеленых массивов общего пользования (на 1 жителя).

Оценка каждого показателя дается по 5-балльной системе. Критерием может служить состояние здоровья населения.

Большое значение имеет чистота атмосферного воздуха. Его загрязнение растет из-за выбросов промышленных предприятий и транспортных средств. Борьба с загрязнением можно двумя путями: во-первых, внедряя малоотходные технологии и, во-вторых, уменьшая выбросы с помощью очистных сооружений. Кроме того, промышленные предприятия следует отделять от жилых кварталов санитарной зоной. В такую зону целесообразно включать зеленые насаждения, улавливающие пыль и газы. Для этих целей подходят тополь, сирень, клен американский и некоторые другие растения.

Специфичность городских условий, в том числе выброс загрязняющих веществ в атмосферу, оказывает непосредственное влияние на местный климат, который заметно отличается от климата прилегающих сельских территорий. Климат – это усредненная характеристика ежедневных изменений погоды, ее сезонных колебаний и экстремальных явлений за период более 30 лет. Он определяется средней температурой, средним количеством осадков и другими показателями (табл. 4.1).

В городе выпадает больше осадков, более значительны туманы, более высокая температура воздуха, меньшая скорость ветра, снег тает быстрее, он более грязный.

Таблица 4.1

#### Климатические особенности городской среды

Показатели состояния окружающей среды	В городе по сравнению с сельской местностью
Температура среднегодовая	Выше на 1–2°
Влажность	Ниже на 6%
Запыленность	Выше в 10 и более раз
Облачность	Больше на 5–10%
Туман	Чаще на 60%
Радиация ультрафиолетовая	Ниже на 30%
Скорость ветра	Ниже на 20–30%
Осадки среднегодовые	Больше на 5–10%

Большинство загрязняющих веществ – это побочные продукты и отходы производства, а также бытовой мусор. Загрязнением являются и выбросы избыточной энергии, например, тепловой, избыточный шум и радиация.

Наиболее сильное антропогенное загрязнение возникает на урбанизированных и промышленных территориях или вокруг них, где в небольших объемах воздуха, воды и почвы создается высокая концентрация загрязняющих веществ. На степень загрязненности таких территорий влияют многочисленные факторы: количество промышленных предприятий, наличие разветвленной сети дорог, число транс-

портных средств, а также степень озеленения городской территории.

В природе отходов не бывает, количество же антропогенных отходов часто больше того, что природа способна переработать.

Оценка экологического состояния урбанизированной территории проводится по 5-балльной шкале с помощью не абсолютных, а относительных величин: очень малая (1), малая (2), средняя (3), большая (4), очень большая (5). Это позволяет сравнить между собой отдельные районы.

#### *Ход работы*

1. Определите площадь района и количество населения.

Эти данные либо узнают в исполкоме, либо рассчитывают самостоятельно. Например, длина улицы, идущей вдоль выбранного участка, 2 км; длина улицы, идущей поперек, 1 км. Общая площадь 2 км<sup>2</sup>. В девятиэтажном доме 5 подъездов, на каждом этаже 4 квартиры, всего  $5 \times 9 \times 4 = 180$  квартир. В среднем в каждой квартире проживает 4 человека. Следовательно, в доме проживает  $4 \times 180 = 720$  человек. Всего в районе 40 девятиэтажных домов, следовательно, население района  $720 \times 40 = 28800$  человек.

Площадь дорог рассчитывается по их длине и ширине вместе с тротуарами, учитываются также подъездные пути к домам.

2. Оцените степень застройки промышленными предприятиями (на 1 жителя) (табл. 4.2).

*Таблица 4.2*

#### **Застройка промышленными предприятиями**

Степень застройки	Площадь, м <sup>2</sup> /чел.	Балл
Очень слабая	меньше 30	1
Слабая	31–60	2
Средняя	61–90	3
Сильная	91–150	4
Очень сильная	больше 150	5

3. Оцените степень загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями (табл. 4.3).

*Таблица 4.3*

#### **Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями**

Степень загрязнения	Количество труб (диаметр 0,4–0,6 м)	Балл
Очень малая	меньше 3	1
Малая	3 – 4	2
Средняя	5 – 6	3
Сильная	7 – 10	4
Очень сильная	больше 10	5

Промышленные предприятия выбрасывают в окружающую среду значительное количество газообразных, жидких и твердых веществ. Для задержания этих веществ устанавливают различного рода фильтры, ловушки.

Мощность предприятия можно приблизительно определить по количеству вентиляционных труб. Разумеется, надо учитывать диаметр труб. Взяв за основу трубу диаметром 0.4 – 0.6 м, можно привести к этому общему знаменателю все остальные трубы.

4. Оцените степень озеленения района (табл. 4.4, 4.5). По данным Всемирной организации здравоохранения, на одного жителя должно приходиться не менее 50 м<sup>2</sup> зеленых насаждений. На 1 га должно размещаться 90 – 150 деревьев. Дерево средней величины за 24 ч выделяет столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек. Запыленность на озелененных участках на 40% ниже, чем на открытых площадках. Зеленые массивы улавливают до 70 – 80% пыли.

Таблица 4.4

<b>Озеленение района</b>		
<b>Степень озеленения</b>	<b>Площадь зеленых насаждений м<sup>2</sup>/чел</b>	<b>Балл</b>
Очень слабая	меньше 10	5
Слабая	11 – 20	4
Средняя	21 – 30	3
Сильная	31 – 50	2
Очень сильная	больше 50	1

Таблица 4.5

<b>Разнообразие форм озеленения</b>		
<b>Степень разнообразия форм озеленения</b>	<b>Компоненты озеленения</b>	<b>Балл</b>
Очень слабая	Единичные посадки, пустыри	5
Слабая	Небольшие группы деревьев	4
Средняя	Посадки деревьев на улицах	3
Сильная	Скверы, цветники, посадки деревьев на улицах	2
Очень сильная	Парки, скверы, цветники, посадки деревьев на улицах	1

5. Оцените степень благоустройства территории (табл. 4.6).

Таблица 4.6

**Благоустройство территории**

Степень благоустройства	Чистота улиц, баллы	Наличие контейнеров для мусора, баллы	Наличие свалок, помоек, баллы
Очень высокая	1	1	5
Высокая	2	2	4
Средняя	3	3	3
Низкая	4	4	2
Очень низкая	5	5	1

6. Определите количество автотранспортных средств – легковых, грузовых автомобилей, автобусов, и площадь дорог (табл. 4.7, 4.8).

Таблица 4.7

**Количество автотранспортных средств**

Количество автомобилей	Приходится на одного жителя, шт.	Балл
Очень малое	меньше 50	1
Малое	51–100	2
Среднее	101–150	3
Большое	150–200	4
Очень большое	больше 200	5

Таблица 4.8

**Площадь дорог**

Количество дорог	Площадь дорог, м <sup>2</sup> /чел.	Балл
Очень малое	меньше 25	1
Малое	26 – 60	2
Среднее	61 – 100	3
Большое	101 – 150	4
Очень большое	больше 150	5

7. Исследуйте состав фауны (табл. 4.9).

Таблица 4.9

**Состав фауны**

Количество животных	Наличие бродячих собак и кошек, баллы	Наличие колоний ворон и галок, баллы	Наличие певчих воробьиных птиц, баллы
Очень малое	1	1	5
Малое	2	2	4
Среднее	3	3	3
Большое	4	4	2
Очень большое	5	5	1

8. Определите соответствие проб воздуха и атмосферных осадков нормам ПДК по среднегодовым данным санитарно-эпидемиологических станций (табл. 4.10).

Таблица 4.10

**Соответствие воздуха и атмосферных осадков нормам ПДК**

Соответствие ПДК	Пробы воздуха, баллы	Пробы атмосферных осадков, баллы
Соответствует	1	1
Почти соответствует	2	2
Соответствует наполовину	3	3
Мало соответствует	4	4
Не соответствует полностью	5	5

9. Оцените звуковое загрязнение (табл. 4.11). К уже упомянутым загрязнителям среды городов следует добавить шум. Когда его интенсивность и частота превышают порог допустимых величин (80 дБ), он может стать причиной психических или физиологических травм.

Улицы со спокойным движением 50 дБ.

Улицы с интенсивным движением 70–80 дБ.

Метро, автобус 80–90 дБ.

Грузовики, поезда 90–100 дБ.

Пневматический молот 120–130 дБ.

Таблица 4.11

**Звуковое загрязнение**

Степень загрязнения	В дневные часы, дБ	В ночные часы, дБ	Баллы
Очень слабая	меньше 30	меньше 10	1
Слабая	31–40	10–20	2
Средняя	41–50	21–30	3
Сильная	51–60	31–40	4
Очень сильная	больше 70	больше 50	5

10. Полученные данные внесите в аттестационный лист (табл. 4.12).



## § 40. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ И ШКОЛЬНОГО ИНТЕРЬЕРА

*Экологический дизайн пришкольной территории.* Пришкольная территория может также стать мощным фактором экологического образования. Приходится признать, что в большинстве случаев даже ухоженные пришкольные клумбы имеют довольно скучный вид. Рассмотрим несколько форм экологического дизайна, способных «оживить» пришкольную территорию, сделать ее объектом интереса и предметом гордости школьников (рис. 4.2).

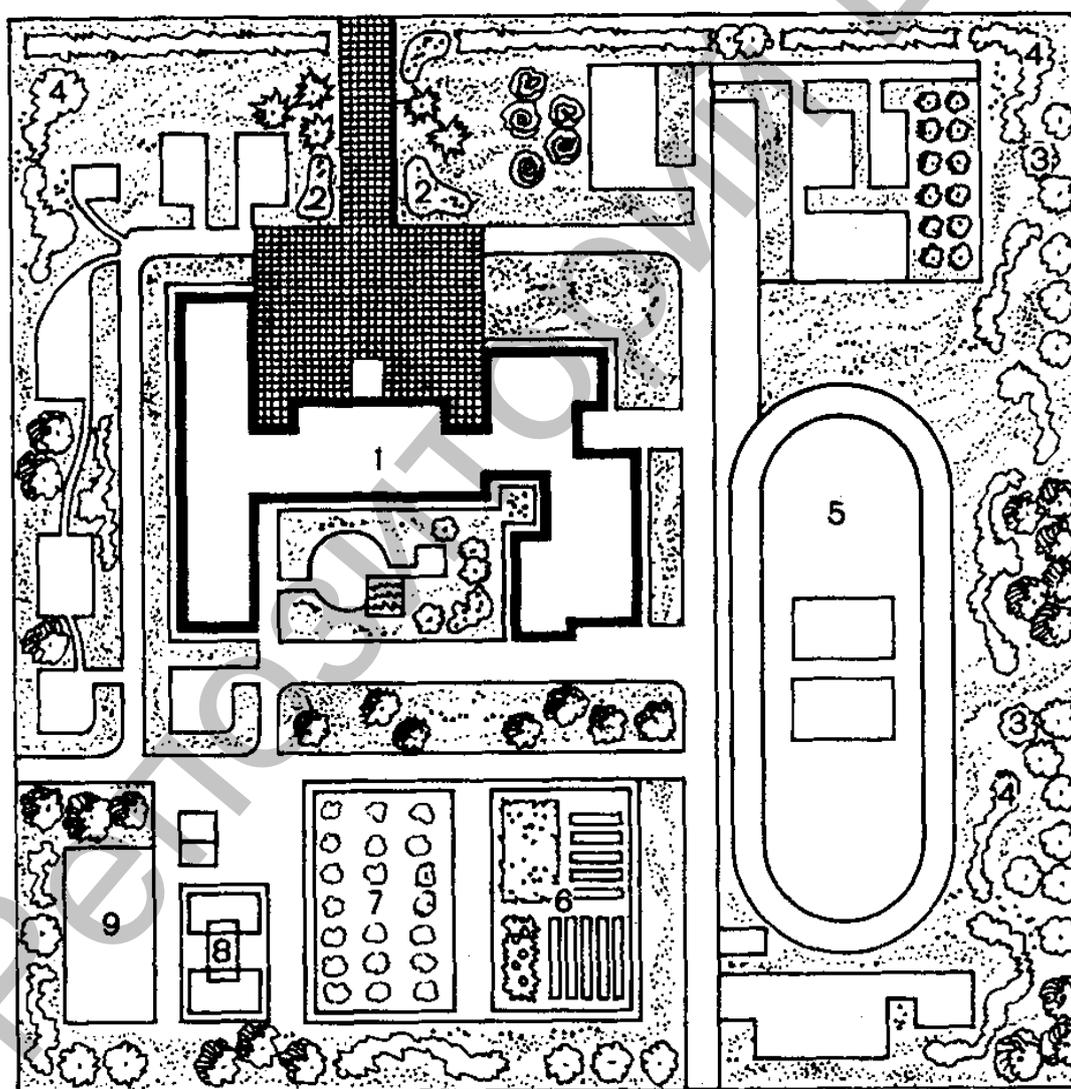


Рис. 4.2. Схема озеленения участка городской школы:  
1 – здание школы; 2 – цветники; 3 – декоративные деревья; 4 – декоративные кустарники; 5 – стадион; 6 – ягодники, огород, коллекция цветов; 7 – плодовый сад; 8 – хоздвор; 9 – спортплощадка

Основное правило, на которое необходимо ориентироваться при планировке «зеленой зоны» пришкольной территории, – это стремление подражать «естественному состоянию» растений в мире природы. Цветы и кустарники сажают не рядами (подобно солдатам в строю), а группами. В группу кустарников можно ввести «высотный» акцент – дерево. Очень эффектно выглядят участки свободного газона, на котором лежат отдельно или группами валуны различных размеров.

В качестве почвопокровных растений можно использовать местные растения: очитки, камнеломки. Они неприхотливы и очень декоративны. Из деревьев также неприхотлива и декоративна белая ива, к тому же она быстро вырастает. Деревья можно посадить в одну ямку по два-три, тогда они очень скоро превратятся в эффектную группу. На опорах из деревянных реек размещаются лианы: дикий виноград, хмель, лимонник, клематисы и др.

Размещая на пришкольной территории растения, камни, коряги, необходимо добиваться их соотношения, «приятного глазу», то есть вызывающего состояние гармонии. Объемные формы (кроны деревьев и кустарников) должны сочетаться с линейными формами (дорожки, бордюры). Используют контрастные сочетания: высокий – низкий, большой – маленький, пирамидальный – шарообразный и т.д.

В естественном углублении, где скапливается вода, целесообразно устроить водоем. Именно водоем, даже очень небольшой, становится главным элементом экологического дизайна пришкольной территории. Водоем ни в коем случае не должен быть прямолинейным, а иметь «естественные» обтекаемые изогнутые линии берегов. Хорошо смотрится водоем в виде капли. В водоеме размещают водные и болотные растения. Особенно хороши рядом с ним группы ирисов. Мини-пруд может быть заселен и рыбами – карасиками, красноперками. Невдалеке от водоема размещают площадку для отдыха, беседку.

Земля, вырытая из котлована для водоема, может быть использована для устройства рокария – сада камней (альпийской горки). В рокариях выращивают не только альпийские растения, но и другие миниатюрные виды: очитки, камнеломки, стелющиеся флоксы, низкорослые тюльпаны, крокусы. Прекрасно выглядят между ними пучки узких листьев ирисов с синими, желтыми, коричневыми цветами. Вообще ирисы – универсальные растения для пришкольной зеленой зоны: они отлично подходят и для оформления водоема, и для альпийской горки. Ирисы настолько декоративны и разнообразны, что можно говорить об особой форме экологического дизайна – иридариях, то есть ирисовых мини-садах, в которых они занимают до 80% от всех растений. Причем можно создавать иридарии на основе одних только дикорастущих видов.

Бытующее представление о том, что экологический дизайн пришкольной территории – «слишком дорогое удовольствие», нельзя

признать состоятельным. Опыт свидетельствует, что желание, талант и трудолюбие, а не материальные средства, оказываются главным фактором успеха.

**Экологический дизайн школьного интерьера.** Для того, чтобы растения и животные в школе действительно могли осуществлять свою воспитательную функцию, они должны не просто находиться «в нужное время и в нужном месте», они непременно должны радовать глаз, то есть их размещение в интерьере необходимо рассматривать с эстетической точки зрения.

На практике наиболее оптимальной формой экологического дизайна школьных интерьеров являются так называемые зеленые уголки. Такие уголки могут занимать от 10 до 40% площади помещения.

Характерной особенностью школьного экологического дизайна является максимальное использование вертикальной плоскости, что позволяет занимать минимум полезной площади при максимальной насыщенности растениями. Емкость с растениями крепят на кронштейнах у капитальных стен и колонн, помещают на декоративные решетки, застекленные перегородки и экраны, служащие опорой для вьющихся растений.

Современной тенденцией экологического дизайна является создание объемно-пространственных композиций, напоминающих природные ландшафты («Пустынный ландшафт», «Уголок тропического леса» и т.д.). Широко используются природные коряги, куски дерева и бамбука, кора деревьев, камни и т.д. Такие композиции представляют собой как бы живые объемные картины, в которых гармонично сочетаются все декоративные признаки составляющих растений. Они строятся по принципу свободного, естественного расположения растений (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Объемно-пространственная композиция.

При составлении композиции подбирают виды растений с разным характером роста – прямостоячие, с прилегающими или свисающими побегами, и почвопокровные. Подбирают растения с контрастной окраской, текстурой и взаимным расположением стеблей и листьев.

Для длинных коридоров и лестничных клеток используют цветочницы – стационарные или передвижные контейнеры разных размеров и форм, которые komponуют между собой (2–3–5), создавая зеленые островки. Их устанавливают у оконных проемов, стен, между колоннами. Чаще всего используют передвижные цветочницы с контейнерами-вкладышами из синтетических материалов и напольные керамические вазоны. Такие композиции строятся на спокойном гармоничном сочетании формы растений и богатых оттенков зеленого цвета. Интересный эффект создают композиции, включающие пестролистые формы различных растений одного семейства (например, семейства бегоний или ароидных: монстера, диффенбахия, сциндапус).

В классе, вместо горшков на подоконнике, можно оборудовать оконную тепличку, которую пристраивают к стеклу окна. Такую тепличку целесообразно снабдить обогревателем, светильником, вентилятором и увлажнителем. В ней культивируют виды, происходящие из субтропиков, сезонных и горных лесов. Недостатком оконной теплички является то обстоятельство, что растения в ней обращены к окну и их листья и цветы плохо видны из комнаты.

Наконец, учительский стол может быть украшен не одинокой астрой в вазочке, а икебаной или композицией из засушенных растений. На учительском столе уместен также микроландшафтный садик в круглом аквариуме.

Из животных для школьных интерьеров лучше всего подходят рыбы и птицы. Птиц лучше всего помещать не в классе, где проводятся занятия (из-за неугомонного щебета), а в обогреваемом рекреационном холле. Необходимо иметь в виду, что птицы не выносят сквозняков, струй холодного воздуха и низких температур. Обычно птиц размещают парами в клетках. Но с точки зрения экологического дизайна можно рекомендовать птичью витрину, в которой лучше разместить стайку веселых подвижных птиц или несколько пар различных видов. Идеальными птицами для витрины являются различные ткачики.

Птичьи витрины – это большие клетки со стеклянными стенками или с одной передней застекленной стороной. Размеры их не должны быть меньше 100 см в длину, 80 см в высоту и 40 см в глубину. Для устройства витрин можно использовать всевозможные ниши в стенах и закрытые дверные проемы. Применяется эффектная подсветка лампами дневного света. Витрины декорируются живыми растениями (с жесткими листьями), (пластмассовыми растениями), ветками, бамбуком, снопиками тростника, корягами, камнями.

В классе, наряду с растениями, может размещаться и аквариум. Сегодня школьный аквариум – это бескаркасный, склеенный специальными силиконовыми клеями сосуд, емкостью не менее 200 л (100 см × 50 см × 40 см). Конечно, наиболее эффектно выглядел бы

цельностеклянный аквариум, но в целях безопасности лучше использовать склеенный из оргстекла. Аквариум должен располагаться у стены, перпендикулярной окну, или напротив окна, оборудоваться освещением, обогревателем, фильтром, компрессором. В декоративных целях используется ширма, устанавливаемая за задним стеклом. Особое внимание уделяется подбору растений, их «естественному» размещению в аквариуме.

Основное требование экологического дизайна – природосообразность, поэтому в школьных пресноводных аквариумах не место традиционным «подводным замкам», «водолазикам» и экзотическим морским раковинам. Типичной ошибкой является также стремление к максимальному числу видов рыбок в аквариуме путем содержания «каждой твари по паре». Аквариум выглядит гораздо естественнее и привлекательнее, когда в нем живут три–четыре вида рыб, которые дополняют друг друга. Одни из этих рыбок могут составлять стайку до двадцати и больше особей, а другие – несколько обособленных пар (барбусы, лабиринтовые).

**? Вспомните.** 1. Какими основными правилами следует руководствоваться при озеленении школьной территории? 2. Какие требования предъявляются к экологическому дизайну школьного интерьера? 3. Какие природные материалы можно использовать для экологического дизайна школьного интерьера? 4. Каких животных можно использовать в школьном интерьере?

## **§ 41–42. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ (практическая работа)**

**Задание 1.** Опишите расположение школы в микрорайоне. Определите, на каком расстоянии школа находится от производственных и коммунальных предприятий, жилых домов, автострады.

По санитарно-гигиеническим нормам промышленные предприятия, бани, прачечные, магазины, ателье и т.п. должны отстоять от границ школы не менее чем на 50 м, жилые дома – не менее чем на 10 м, автострада – не менее чем на 25 м.

**Задание 2.** Определите границы территории школы (по забору или условную), измерьте ее размеры. Изучите расположение на территории школы школьного здания, теплицы, хозяйственных построек, спортивной и игровой площадок, учебно-опытного участка, определите площадь, занимаемую ими.

Площадь земельного участка школ рассчитывается исходя из числа учащихся школы (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Число учащихся	Площадь участка в га
до 190	0,5
до 320	1,5
до 620	2,0
до 1175	2,2
до 1570	3,0
до 1960	4,0

Площадь застройки должна составлять 10–12% площади участка. Пришкольный участок в идеале содержит следующие зоны: спортивную (25–40% площади земельного участка), учебно-опытную (10%), хозяйственную и зону отдыха.

**Задание 3.** Изучите озеленение территории школы.

3.1. Начинайте с защитной полосы, расположенной на границе участка школы. Она должна состоять из деревьев и кустарников шириной не менее 1,5 м, а со стороны улицы – не менее 6 м.

3.2. Определите, какие виды деревьев и кустарников использованы для озеленения территории школы. Какую общую площадь занимают деревья и кустарники (по периметру крон). Какие интродуцированные породы растут на территории школы, есть ли среди растений ценные породы.

Зеленые насаждения должны занимать 40–50% площади участка.

3.3. Определите, на каком расстоянии от здания школы расположены деревья и кустарники. Сопоставьте полученные результаты с требованиями к озеленению школы.

На пришкольном участке расстояние между деревьями и зданием школы должно быть не менее 10 м, а между кустарником и школой – 5 м.

3.4. Определите, на каком расстоянии друг от друга растут на вашем участке деревья.

Расстояние между узколиственными формами деревьев должно быть 5–6 м, между широколиственными – 8–10 м. В городских условиях на одном гектаре должно располагаться от 90 до 150 деревьев.

3.5. Определите, какие цветочные культуры посажены на территории школы, как они размещены (клумбы, рабатки, газоны, альпийские горки, цветочные вазы, вертикальное озеленение).

3.6. Оцените декоративные качества растений, использованных для озеленения школы, по следующим признакам: форма кроны, окраска ствола, обилие красивых цветков и соцветий, яркие плоды, продолжительность цветения и плодоношения, размеры и форма листьев, осенняя раскраска листьев.

3.7. Изучите состояние растений по следующим показателям: наличие засохших ветвей (побегов), сломанные ветки, обнажение корней, повреждения растений насекомыми, погибшие растения, чрезмерная густота посадок, сорванные и притоптанные на клумбах и газонах цветочные культуры и т.п. Предположите причины недостатков в состоянии растений и пути их искоренения.

**Задание 4.** Изучите степень запыленности воздуха в различных местах пришкольной территории со стороны жилых домов, со стороны предприятий, автомагистрали, в глубине зеленой зоны школы. Для этого соберите в указанных местах листья растений и приложите к их поверхности клеющуюся прозрачную пленку. Затем снимите пленку и той стороной, где отпечатался контур листа вместе со слоем пыли, прикрепите ее на лист белой бумаги. Сравните степень запыленности листьев разных мест, сделайте соответствующие выводы.

**Задание 5.** Известна роль зеленых насаждений в очистке воздуха. Так, дерево средней величины за 24 ч восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания 3 человек. Запыленность жилого микрорайона на озелененных участках на 40% ниже, чем на открытых площадках. Зеленые массивы улавливают 70–80% аэрозолей и пыли.

Определите, какое количество пыли способны задержать зеленые насаждения вашего пришкольного участка. Для этого подсчитайте количество и опишите видовой состав деревьев и кустарников.

На листовой поверхности взрослого растения вяза шершавого осаждается за летний период до 23 кг пыли, на иве – до 38 кг, на клене – до 33 кг, на тополе канадском – до 34 кг, на ясене – до 27 кг, на сирени – до 1,6 кг, на акации – до 0,2 кг, на лохе узколистном – до 2 кг.

**Задание 6.** Зеленые насаждения защищают школу от шумового загрязнения, снижают внешнюю шумовую нагрузку. Определите уровень шумовой нагрузки на пришкольную территорию со стороны жилого массива, промышленных предприятий, автострады. Измерьте уровень шума у зеленой полосы со стороны автострады, а затем за зеленой полосой со стороны школы.

Нормативный уровень шума на пришкольном участке должен составлять 45 дБ.

**Задание 7.** Известно, что с одного квадратного метра газонной травы в час испаряется до 200 г воды, это значительно увлажняет воздух. В жаркие летние дни на дорожке у газона температура воздуха на высоте человеческого роста почти на 2,5° ниже, чем на асфальтированной мостовой. Газон задерживает заносимую ветром пыль, вблизи него легко дышится.

Определите, какую площадь занимают газоны вашей школы. Опишите их состояние и ухоженность.

Сделайте вывод о роли зеленых насаждений вашей школы в улучшении микроклимата микрорайона.

**Задание 8.** Подсчитайте, какое количество автомобилей проходит по ближней автостраде за 1 ч; за сутки (задание выполняется в том случае, если автострада расположена на расстоянии не далее 100 м от школы). Определите приблизительно, какое количество выхлопных газов от автомашины поступает в атмосферу микрорайона вашей школы в сутки, если известно, что один легковой автомобиль в течение суток выбрасывает до 1 кг выхлопных газов, в состав которых входят около 30 г угарного газа, 6 г оксидов азота, соединения свинца, сера и другие загрязняющие вещества.

**Задание 9.** Заполните аттестационный лист (табл. 4.15).

Таблица 4.15

**Аттестационный лист пришкольного участка**

Показатели	Оценка	
	Да	Нет
1. Промышленные и бытовые предприятия отстоят от границ школы не менее чем на 50 м	1	0
2. Жилые дома отстоят от границ школы не менее чем на 10 м	1	0
3. Автострада расположена не менее чем на 25 м от границ школы	1	0
4. Площадь школьного участка соответствует нормам	1	0
5. Площадь зеленых насаждений и газонов не менее 40–50% от общей территории участка	1	0
6. Со стороны улицы есть защитная полоса из деревьев и кустарников шириной не менее 6 м	1	0
7. С остальных сторон участка защитная полоса не менее 1,5 м	1	0
8. Расстояние между деревьями и зданием школы не менее 10 м	1	0
9. Расстояние между кустарниками и зданием школы не менее 5 м	1	0
10. В пересчете на 1 га на участке располагается 90–150 деревьев	1	0
11. Расстояние между деревьями 8–10 м	1	0
12. Наличие поврежденных деревьев и кустарников	0	1
13. Наличие вытопанных газонов	0	1
14. Уровень шума на участке не более 45 дБ	1	0

Итого: 14 баллов.

Если сумма баллов выше 11 – состояние участка отличное, 9–11 баллов – хорошее, 5 – 8 баллов – удовлетворительное, ниже 5 баллов – плохое.

**Задание 10.** Начертите план территории школы: нанесите на него все изученные объекты (в том числе близкорасположенные здания и дороги), размещение насаждений на территории, план посадок на учебно-опытном участке, отметьте красным цветом объекты, требующие заботы людей (поврежденные деревья и кустарники, потоптанные газоны и клумбы, кучи мусора, территории, нуждающиеся в озеленении, ценные породы деревьев и кустарников). В отчете укажите, что вам нравится, а что не нравится на пришкольном участке. Предложите свой проект реконструкции пришкольной территории.

## § 43–44. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНОГО ИНТЕРЬЕРА (практическая работа)

**Задание 1.** Выясните, когда было построено школьное здание, осуществлялась ли его перестройка или капитальный ремонт, сколько в школе училось ранее и учится сейчас учащихся, каково количество классов в школе и их наполняемость, как организуются занятия – в одну или две смены, какова продолжительность уроков и перемен, перерыв между сменами, когда начинаются и заканчиваются занятия.

**Задание 2.** Установите, сколько и какие кабинеты есть в школе, есть ли спортивный зал (залы), актовый зал, столовая, медицинский кабинет, мастерские. Выясните правильность размещения учебных кабинетов в школьном здании с точки зрения соблюдения эколого-гигиенических требований.

Кабинет биологии желательно размещать на первом этаже в связи с выходами на улицу для экскурсий и практических работ. На первом этаже, как правило, располагают и медицинский кабинет. Это имеет значение для того, чтобы заболевший ученик был ближе к выходу (предотвратить распространение инфекции). Мастерские располагаются на первом этаже в торце здания и должны иметь дополнительный выход из здания. Кабинет химии – на последнем этаже.

**Задание 3.** Измерьте размеры помещения (длину, ширину, высоту), определите его площадь и объем, выявите соответствие площади и кубатуры класса (кабинета) числу учащихся.

Площадь обычного учебного кабинета, рассчитанного для работы 40 учащихся младших классов и 35 учащихся старших классов, должна быть около  $50 \text{ м}^2$ . На каждого учащегося должно приходиться от  $1,25$  до  $1,5 \text{ м}^2$  площади класса (без учета места, занятого стенными шкафами) и не менее  $4\text{--}5 \text{ м}^3$ . При кабинетной системе нормативы площади, необходимой для занятия одного учащегося, увеличиваются от  $1,78 \text{ м}^2$  в младших классах до  $2 \text{ м}^2$  – в старших. На одного ученика в мастерских предусматривается площадь не менее  $3,3 \text{ м}^2$ . Площадь рекреационных помещений (коридоры и залы для отдыха) на одного ученика должна быть не менее  $0,6 \text{ м}^2$ , раздевалок вместе с вестибюлем –  $0,25\text{--}0,35 \text{ м}^2$ , туалетных комнат – не менее  $0,1 \text{ м}^2$ , столовой –  $0,65\text{--}0,75 \text{ м}^2$ , актового зала –  $0,6 \text{ м}^2$  (при одновременном размещении не менее 25% учащихся школы). Кабинеты физики, химии, биологии должны иметь два помещения: класс-лабораторию (площадь не менее  $66\text{--}70 \text{ м}^2$ ) и лаборантскую –  $18\text{--}24 \text{ м}^2$ .

**Задание 4.** Изучите расстановку мебели и оборудования в кабинете.

4.1. Выявите наличие маркировки на столах, партах, стульях, измерьте размеры, выявите их соответствие росту учащихся класса (табл. 4.16).

Таблица 4.16

Группа	Рост ученика в см	Высота края стола над полом в см	Высота края сидения над полом в см	Цвет маркировки
А	до 130	54	32	Желтый
Б	130–145	60	36	Красный
В	145–160	66	40	Голубой
Г	160–175	72	44	Зеленый
Д	свыше 175	78	48	Белый

4.2. Качество доски, высоту ее подвеса, наличие освещения;

4.3. В кабинетах-лабораториях физики, химии, биологии к учебным столам должна быть подведена электрическая сеть, а в химической лаборатории – и вода. Сливная раковина должна находиться в середине крышки ученического стола. Для химического кабинета обязательным является наличие вытяжного шкафа. Основное количество учебных пособий и технические средства обучения должны храниться в лаборантских комнатах. Общий полезный объем шкафов в кабинете и лаборантской должен быть не менее 20 м<sup>2</sup>.

Подумайте, рационально ли используется площадь помещения, что лишнее, загромождающее кабинет, необходимо убрать, переставить. Выясните у учителя, все ли оборудование, необходимое для учебного процесса, есть в кабинете.

**Задание 5.** Определите и опишите: из какого материала сделаны и каким цветом окрашены полы, стены и потолки помещения, классная доска, как сочетается цветовая окраска мебели с окраской помещения и его оформлением. Обратите внимание на соответствие цветовой гаммы и ориентации помещения относительно сторон горизонта.

Для школьных помещений рекомендуется использовать краску спокойных тонов слабой насыщенности. Они обеспечивают лучшую адаптацию зрения к письму, чтению и другим видам занятий. Неблагоприятное влияние на работоспособность оказывают яркие тона. При южной ориентации помещения для покраски выбираются более холодные тона: светло-серый, светло-голубой, зеленоватый, светло-сиреневый, а при северной – более теплые: желтовато-охристые, светло-розовые, бежевые.

Пол должен быть деревянным, покрыт масляной краской. Следует избегать использования искусственных и синтетических материалов (линолеум, древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты).

Желательно, чтобы классная доска имела темно-зеленый цвет, менее предпочтительны доски коричневого цвета и совсем недопустимы черные. Рабочая поверхность классной доски должна быть ровной, прочно удерживать мел при написании текста, обеспечивать легкое стирание мела. Цвет стены, на которой расположена классная доска, должен быть более светлым, чем остальные стены.

**Задание 6.** Определите температуру воздуха в исследуемом помещении. Установите термометр на деревянную поверхность в 1,5 м от пола и 1,2 м от стены на 20 мин. Сравните полученные результаты с гигиеническими нормами: температура для учебных помещений не должна быть ниже 16–18 °С, для спортивного зала, мастерских – 16 °С, для рекреаций, коридоров, лестничных пролетов, столовых – 14 °С. Изменение температуры на 3–4° нежелательно.

**Задание 7.** Используя гигрометр, определите относительную влажность воздуха исследуемого помещения. Сопоставьте результаты с гигиеническими нормами: относительная влажность для школьных помещений должна составлять 40–60%.

**Задание 8.** Изучите вентиляционный режим помещения. Различают естественную вентиляцию (фрамуги, форточки, открытые окна) и искусственную (вентиляционные каналы). Осмотрите все вентиляционные отверстия, проверьте, действуют ли они. Площадь действующих фрамуг (или форточек) должна составлять не менее 1/50 площади пола, при условии, что учитываемые вентиляционные отверстия должны открываться не реже чем один раз в час на 10–15 мин.

**Задание 9.** Опишите освещенность проверяемого помещения, при этом отметьте: достаточно ли естественного света и искусственного освещения, не ослепляет ли искусственный свет глаза учащихся, создается или нет блеск на поверхностях столов и доске, с какой стороны падает свет на рабочие столы учащихся, какова чистота оконных стекол на момент проверки.

Определите величину естественной освещенности помещения. Она характеризуется следующими показателями:

– коэффициент естественной освещенности, который определяется с помощью люксметра и должен составлять не менее 2% в классах, не менее 1% – в залах и рекреациях;

– световой коэффициент, определяющийся отношением площади окон к площади пола. Для учебного помещения он должен составлять не менее 1/4–1/6 площади пола; для учительских комнат, спален, столовой – 1,7–1,8; для вестибюлей, гардеробных, коридоров, лестниц, санузлов – 1,9–2,1;

– коэффициент заглубления, который вычисляется через отношение высоты от верхнего края окна до пола к глубине помещения, должен быть не менее 1/2 площади пола.

При выполнении задания учтите, что площадь остекленной части окон на 10% меньше площади всего окна из-за наличия оконных переплетов.

Соответствие искусственной освещенности нормам определяется по удельной мощности (отношение суммарной мощности всех ламп к площади пола). Коэффициент искусственного освещения должен быть не менее 48 Вт на 1 м<sup>2</sup> площади кабинета. При люминесцентном освещении в кабинете площадью 50 м<sup>2</sup> должно быть не менее 12 действующих светильников.

**Задание 10.** При наличии в кабинете физики шумометра определите уровень шумовой нагрузки на помещение. При определении уровня внешнего шума все окна и двери открываются, при определении уровня внутреннего шума – закрываются. Измерьте уровень шума в классе на перерыве и на уроке, сравните с оптимальным.

Нормативные уровни шума для учебных кабинетов, читальных залов равны 40 дБ; для спальных помещений – 30 дБ; для столовой, рекреаций, вестибюля – 60 дБ. Для сравнения: громкость человеческой речи составляет около 40 дБ, естественные шумы (шелест листьев, плеск волн, журчанье ручья) оценивается в 20–30 дБ, такой шум благотворно сказывается на человеке. А при шуме в 130 дБ (современные музыкальные установки) наблюдаются отклонения не только со стороны отдельных органов и систем, но и психики человека.

**Задание 11.** Определите, какие комнатные растения растут в помещении, правильно ли они подобраны и расположены. Опишите их состояние, ухоженность, размещение. Достаточно ли, на ваш взгляд, количество растений в данном помещении?

Растения в помещениях могут устанавливаться на подставках-цветочницах, на полу или подвешиваться на стенах, при этом они не должны затенять естественное освещение. На окнах, как правило, ставят низкорослые растения.

Какие советы по размещению растений в школьных помещениях вы могли бы дать? Предложите несколько эскизов, используя все многообразие комнатных цветов.

**Задание 12.** Дайте оценку эмоционального восприятия всех школьных помещений и определите уровень их экологической комфортности. По результатам исследований выясните, какие из помещений получили наибольшее количество положительных и отрицательных оценок. Составьте подробное описание этих помещений, напишите отчет о работе.

Оценка эмоционального восприятия любого обследуемого объекта выражает сиюминутное эмоциональное отношение человека к этому объекту, возникшее в процессе первичного знакомства с ним, еще до детального изучения и обсуждения его эстетического вида. Та-

кая оценка помогает определить уровень экологической комфортности помещения.

Оценку эмоционального восприятия каждого обследуемого объекта поможет дать тест «тепло» и «холодно». Во время тестирования учащимся и учителям, принимающим в нем участие, предлагается выразить ощущения, возникающие в отношении называемого объекта, при помощи слов «тепло», «холодно». В начале опроса его участникам следует объяснить, что с термином «тепло» должны быть связаны положительные эмоции, возникающие при упоминании исследуемого объекта, с термином «холодно» – отрицательные эмоции. Оценка «тепло-холодно» не должна соотноситься с температурой воздуха, а выражать только положительное или отрицательное отношение к объекту. Предупредите опрашиваемых и о недопустимости при оценке эмоционального восприятия объекта ассоциаций с предметом, который здесь преподается, или работающим в этом кабинете учителем.

Определить уровень экологической комфортности школьных помещений поможет интервьюирование и анкетирование учителей и учащихся. Для этого нужно подготовить и обсудить с учителем биологии те вопросы, которые вы хотели бы задать опрашиваемым. Ваши вопросы должны быть направлены на выявление их отношения к исследуемому объекту. Например: какое помещение, на ваш взгляд, наиболее уютное в школе? В каком кабинете вам нравится (не нравится) бывать, работать и т.п.?

В анкетировании и интервьюировании по определению уровня экологической комфортности каждого кабинета должно принять участие одинаковое количество людей (примерно 40–50 человек). Это будет способствовать выявлению более объективной картины и даст возможность сравнить результаты исследований.

После окончания всех исследований на основании полученных результатов учащиеся под руководством учителя составляют паспорт школы (аттестационный лист), в который вносят все полученные результаты и общую оценку экологического состояния школьных помещений и прилегающих территорий (табл. 4.17). Собранные данные могут быть положены в основу конкретных рекомендаций по озеленению и оформлению кабинетов и рекреационных помещений.

Если сумма баллов выше 11 – состояние помещения отличное, 9–11 баллов – хорошее, 5–8 баллов – удовлетворительное, ниже 5 баллов – плохое.

Таблица 4.17

## Аттестационный лист учебного помещения школы

Показатели	Оценка	
	Да	Нет
1. На одного учащегося приходится не менее 1,25 м <sup>2</sup>	1	0
2. На одного учащегося приходится не менее 4 м <sup>3</sup>	1	0
2. Площадь открывающихся фрамуг и форточек не менее 1/50 площади пола	1	0
3. Площадь окон (без учета оконных переплетов) не менее 1/4 – 1/6 площади пола	1	0
5. Освещение класса левостороннее	1	0
6. Стены окрашены клеевой краской	1	0
7. Окраска стен соответствует ориентировке помещения по сторонам света	1	0
8. Искусственное освещение соответствует нормативному КИО – 40 Вт/м <sup>2</sup>	1	0
9. Температура не ниже 15° и не выше 25°	1	0
10. Относительная влажность помещения 30–60%	1	0
11. Рабочие места учащихся (мебель) соответствуют их росту	1	0
12. Окраска рабочих мест гармонирует с окраской стен	1	0
13. Поверхности рабочих столов не имеют бликов	1	0
14. На передней и правой боковой стенах кабинета размещена значимая информация, которую можно прочесть с любого рабочего места учащихся	1	0

Итого: 14 баллов

## § 45. ЭКОЛОГИЯ ЖИЛИЩА

С медицинских позиций под комфортом понимают сочетание комплекса благоприятных в гигиеническом отношении условий труда и отдыха. Составными компонентами, формирующими комфортные условия обитания человека, являются, в первую очередь, микроклимат помещений, чистый воздух, рационально организованное освещение, тишина, общие условия проживания, интерьер жилища.

Человек проводит дома большую часть жизни, и чтобы жизнь была долгой и счастливой, необходимо соблюдать ряд правил, позволяющих избежать воздействия вредных факторов окружающей среды. К неблагоприятным относятся такие факторы, которые способствуют возникновению ряда специфических заболеваний или создают условия для их развития.

В 80% случаев источником загрязнения воздушной среды квартир являются строительные и отделочные материалы. В воздухе жилых помещений иногда присутствует одновременно более 100 примесей, таких, как эфиры, спирты и другие органические соединения, а также аэрозоли,

содержащие свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель, хром и другие металлы. Можно выделить четыре группы загрязнителей:

- 1) вещества, поступающие извне с загрязненным атмосферным воздухом;
- 2) продукты деструкции строительных и отделочных материалов;
- 3) антропоксины;
- 4) продукты сгорания бытового газа и продукты жизнедеятельности человека.

**Строительные и отделочные материалы.** Нередко бывает так: человек возвращается домой, и его начинают донимать головные боли, насморк, першит в горле. Сразу приходит мысль о столь модной сейчас аллергии. Но вот выходит он на свежий воздух, и все недомогания как рукой снимает. А дома снова отвратительное самочувствие, а то еще и появляется ломота в суставах или бессонница.

Когда все это происходит регулярно и ни один врач не может помочь, причину нужно искать в экологии своего жилища. В медицине сейчас даже появился новый диагноз – синдром больных зданий, а в санитарии новая тема – экологическая безопасность жилища.

Экологически грязные дома – это не фантазии ученых и специалистов, а реальный факт, от которого страдает множество людей. Начнем со стройматериалов. Среди них бывают очень опасные для здоровья. Так, за последние несколько десятков лет в быт прочно вошло много новых материалов – от прессованных плит на синтетических смолах до пластика и искусственных ковровых покрытий. А они выделяют множество активных органических соединений, вовсе не безвредных для здоровья. Даже широко распространенные линолеумные покрытия врачи-гигиенисты рекомендуют использовать лишь там, где человек бывает не очень часто.

Особенно неблагоприятны для комнатной среды относительно дешевые пластиковые стенки, древесноволокнистые и древесностружечные прессованные плиты. А ведь они почти полностью вытеснили дерево из наших жилищ и офисов. Небезобиден и оргалит. Связующим веществом в этих материалах служат синтетические смолы, выделяющие продукты распада в окружающую среду – в воздух помещений, где мы живем и работаем.

А уж когда изготовление стружечно-прессованных изделий идет с нарушением технологий, то фенольные испарения за самое короткое время могут привести к серьезному отравлению. Конечно, для помещений нет ничего лучше, чем цельная древесина, хотя она и стала сейчас существенно дороже. В крайнем случае, если уж нет другого выхода, древесностружечные плиты нужно обязательно покрывать краской, лаком, какими-нибудь стойкими соединениями, препятствующими выделению в воздух вредных испарений.

Небезразлично и то, какие материалы использованы для строительства. Дома повышенной этажности вызывают особую тревогу своим воздействием на организм человека. Такие дома, как правило, построены из экологически наиболее опасных стройматериалов – бетона, блочных конструкций. Для этих построек характерен нестабильный воздухообмен, недостаточная вентиляция, неравномерность нагрева помещений на верхних и нижних этажах, высокая концентрация загрязнений, поступающих из внешней среды. Некоторые авторы считают здания повышенной этажности источниками особо сильных загрязнений природной среды антропоксинами. Загрязненность воздушной среды в таких зданиях в 2–4 раза выше, чем загрязненность атмосферного воздуха. При толщине стен кирпичного здания 10 см концентрация озона внутри него уменьшена по сравнению с наружным воздухом в 60–95 раз, а в здании из железобетона – в 250 раз.

Особенно неприятным для многих оказалось недавнее открытие. Выяснилось, что стены домов из бетона, шлакоблоков, полимербетона радиоактивны. (Безопасным для здоровья считается уровень радиоактивности до 50 мк Рн/ч). Содержащиеся в этих материалах, пусть в микроскопических количествах, радий и торий постоянно распадаются с выделением радиоактивного газа радона.

Существенно снижает содержание радона в воздухе регулярное проветривание комнат. Не стоит заставлять вещами вентиляционные отдушины на кухне, в ванной и туалете. Выделение из стен радона и летучих органических полимеров уменьшается благодаря штукатурке, плотным бумажным обоям. Моющиеся обои с полимерной поверхностью экологически тоже не безвредны, но содержание в комнате радона и летучих полимеров они снижают почти в 10 раз.

Бетонные плиты таят в себе еще одну опасность: в новых домах они активно поглощают влагу из воздуха. Это известно многим новоселам. А сухость комнатного воздуха вызывает не только неприятные ощущения, но и заболевания верхних дыхательных путей, ведет к ломкости волос и шелушению кожи. В сухом воздухе легче происходят разряды статического электричества.

Решить проблему помогают увлажнители. Сосуды с водой можно просто повесить на батарее или подставить под них. Замечено, что дети, живущие в комнатах с аквариумами, реже страдают респираторными заболеваниями. Кроме того, вид воды, колышущихся водорослей, плавающих рыбок успокаивает нервы, развивает эстетическое чувство. Аквариум уместен в любом интерьере.

Повышенный уровень электромагнитного излучения (ЭМИ) приводит к снижению иммунитета, увеличению заболеваемости органов дыхания, кожи, дегенерации сетчатки глаза, увеличению продолжительности патологических процессов, тяжести течения беременно-

сти. Существуют данные о связи между интенсивностью ЭМИ и частотой возникновения злокачественных опухолей.

Статические электрические поля могут вызвать функциональные изменения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем, а также нарушения некоторых обменных процессов, снижение иммунологической реактивности организма и его воспроизводительной функции. Предельно допустимые уровни значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м,
- на территории зоны жилой застройки 1 кВ/м,
- на населенной местности вне зоны жилой застройки 5 кВ/м.

При напряженности электрического поля выше 1 кВ/м должны быть приняты меры по исключению воздействия на человека ощутимых разрядов и токов стекания.

На человека постоянно воздействуют различные физические факторы: вибрация, звуки, солнечное излучение, электромагнитные поля, радиационный фон. Интенсивность их воздействия также во многом зависит от того, какие материалы использованы для строительства и отделки помещения.

**Интерьер.** Существенное воздействие на состояние человека оказывает интерьер помещений. Правильно сформированный жилой интерьер создаст душевный комфорт, хорошее настроение и будет способствовать приятному отдыху. Большое значение при этом имеют размещение мебели и предметов обихода, освещение, цветовая гамма, текстуры отделочных материалов, т.е. дизайн в целом.

Правильное расположение вещей и мебели в комнатах способствует необходимой циркуляции воздуха, освещенности помещений, в противном случае в квартире нарушается воздухообмен, что может привести к появлению сырости и вредных бытовых насекомых. Жилые помещения должны быть чистыми – большое количество пыли вызывает аллергические заболевания. Особенно внимательно надо относиться к соблюдению правил содержания домашних животных, которые являются источником загрязнения помещений и также могут быть причиной аллергических заболеваний.

Важным фактором, влияющим на настроение и самочувствие человека, является и цветовая гамма помещения. Известно, что обилие красного цвета вызывает головную боль, быстро приводит к утомлению. В еще большей степени утомляют темные тона, серые и черные, а также белый цвет, а вот зеленый – успокаивает. Цвет может влиять и на ощущение пространства: «холодные» краски (голубая, светло-зеленая) зрительно увеличивают пространство, а «теплые» (красная, оранжевая, коричневая и т.п.) – уменьшают его.

Для создания комфорта в квартире необходима хорошая освещенность. Световой режим жилища оказывает большое влияние на самочувствие человека, его работоспособность, общий жизненный тонус. Правильное освещение оберегает наши глаза, создает так называемый зрительный комфорт. При низкой освещенности быстро наступает зрительное утомление, снижается общая работоспособность. Так, во время трехчасовой зрительной работы при освещенности 30–50 лк устойчивость ясного видения снижается на 37%, при освещенности 200 лк она снижается только на 10–15%. Большая яркость также утомляет и раздражает глаза. Поэтому освещенность помещения должна соответствовать физиологическим особенностям зрительного анализатора.

Световой комфорт в современных жилищах поддерживается сочетанием определенного уровня естественного (дневного) и искусственного освещения. В качестве критерия при оценке уровня естественного освещения принимается коэффициент естественного освещения (КЕО), который представляет собой отношение освещенности, создаваемой внутри помещения, к освещенности снаружи. Для Беларуси КЕО в жилых помещениях должен составлять от 0,4 до 0,5%.

Искусственное освещение имеет важное значение для человека, так как обойтись без него практически невозможно. Основные гигиенические требования к искусственному освещению сводятся к тому, чтобы его было достаточно, и оно было хорошего качества. Нормируемые величины искусственной освещенности составляют для жилых комнат и кухни 100 люкс (лк), коридоров, ванных комнат, туалетов – 50 лк.

Для разных видов деятельности необходимо разное освещение, поэтому кроме общего освещения необходимо и специальное (торшер, бра, настольные лампы и пр.). Быстрое утомление глаз наступает и при неправильном пользовании телевизором. Оптимальное расстояние между телевизором и зрителем должно быть в 6–8 раз больше ширины экрана.

Свои минусы имеет и увлечение электробытовыми приборами. Избыток их способствует появлению в квартире так называемого электросмога (Э-смога). Под этим подразумевают, прежде всего, излишне сильное электромагнитное поле, отрицательно влияющее на здоровье.

Правда, единого мнения о механизме специфического воздействия Э-смога нет. Есть мнение, что это всего лишь стресс. Однако врачи предупреждают, что излучение вызывает головные боли, бессонницу; аллергию, сердечную аритмию.

Еще одна опасность исходит от современной мебели и отделок «под старину» – под дуб или орех. Ведь все это клееное, а значит, испаряет. Правда, от жесткой мебели они со временем уменьшаются, неприятности бывают только первые три года.

А вот мягкая мебель – более серьезная угроза. Ведь в последнее время поролоновая или пенополиуретановая набивки полностью вытеснили старые материалы – конский волос, паклю, сухие водоросли. А ведь при механическом разрушении 1 г синтетической набивки выделяется 50–60 мг вредных веществ. И чем старше такая мебель, тем она опаснее. Поэтому мебель из натурального дерева следует сохранять в доме как можно дольше, реставрировать ее и обновлять. А вот от мягкой мебели после десяти лет службы лучше избавиться.

**Микроклимат жилища.** Особое место в создании комфортных условий труда и быта отводится микроклимату помещений, под которым понимается температура и влажность воздуха, а также скорость его движения. Для микроклимата жилищ особенно важно, чтобы каждый из его компонентов не выходил за физиологически допустимые пределы, оставался постоянным в течение суток и в разных точках жилого помещения.

Наиболее важным гигиеническим показателем состояния жилых помещений является температура воздуха. С точки зрения температурного комфорта в условиях умеренного климата температура в жилых помещениях должна быть не ниже 18°C, а в угловых комнатах – не ниже 20°C. Во избежание нарушения теплового равновесия и одностороннего охлаждения тела необходимо, чтобы разница в температуре воздуха по горизонтали от наружных стен до любой точки внутри помещения не превышала 2°. Такую разницу человек в обычной одежде не ощущает. Если разница между температурой воздуха и стенами помещения превышает 6°, может возникнуть тепловой дискомфорт.

Еще более важно с гигиенической точки зрения уменьшить перепад температуры воздуха по вертикали (на высоте 1,5 м и у пола), который не должен превышать 2–3°, что требует хорошего утепления полов. Низкие температуры воздуха у пола ведут к переохлаждению не только ног, но и всего организма, нередко вызывая рефлекторные изменения температуры верхних дыхательных путей. При оценке теплового режима необходимо уделять большое внимание температуре ограждающих поверхностей (стен, окон, потолков). Даже при оптимальной температуре воздуха тепловой комфорт может нарушаться из-за сравнительно низкой температуры стен. В этом случае происходит интенсивная потеря тепла тела, возникает ощущение зябкости и общего дискомфорта, хорошо знакомое обитателям домов с тонкими, хорошо проводящими тепло стенами.

Для отопления следует использовать специальные приборы. Совершенно недопустимо отапливать помещение, зажигая конфорки газовых плит.

Важным показателем микроклимата жилищ является влажность воздуха. Оптимальной в жилом помещении считается относительная

влажность 30-60%. Высокая влажность оказывает неблагоприятное влияние на организм, может вызывать сырость в помещении. По мере нарастания влажности уменьшается влагоотдача и повышается температура кожи, ухудшается самочувствие. При излишне сухом воздухе начинается пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей, что делает их наиболее проницаемыми для микроорганизмов, возникает першение в горле и т.д.

Часто сырость в помещениях возникает из-за наличия большого аквариума, крупных комнатных растений, длительного кипячения белья, нерегулярного проветривания. Высокая влажность при любой температуре воздуха плохо влияет на здоровье человека. С началом отопительного сезона влажность воздуха в помещениях сильно снижается. Для ее поддержания в это время в комнате площадью 15–18 м<sup>2</sup> должно испаряться в сутки не менее 1 л воды. Частые влажные уборки квартиры также способствуют повышению относительной влажности воздуха.

Для создания в жилых домах комфортного микроклимата нужно учитывать также и подвижность воздуха. Легкое движение воздуха субъективно человеком не ощущается, но оказывает на организм значительное влияние. В неподвижном или малоподвижном воздухе затрудняется теплоотдача организма. Подвижный воздух благоприятно влияет на самочувствие, стимулирует кожные рефлексы и улучшает терморегуляцию. При температуре 18–20°С и относительной влажности 30–45% наиболее благоприятна для организма скорость движения воздуха 0,1–0,15 м/сек. Для комфортного состояния человека имеет значение величина воздухообмена в жилых помещениях, то есть скорость замещения использованного воздуха более чистым наружным, для оценки которой применяется показатель кратности воздухообмена (число, показывающее, сколько раз в течение часа воздух в помещении заменяется наружным). Наилучшие физиологические показатели наблюдаются при воздушном объеме 30 м<sup>3</sup> на взрослого и 20 м<sup>3</sup> на ребенка и 1–1,5-кратном воздухообмене в час.

Естественный воздухообмен в жилищах обеспечивается за счет инфильтрации воздуха через поры строительных материалов наружных стен, форточки и фрамуги, разницы температур внутреннего и наружного воздуха. Усилить естественный обмен воздуха можно также устройством специальных каналов во внутренних стенах. Нагретый комнатный воздух будет выходить через эти каналы наружу, что позволит наружному воздуху свободнее проникать внутрь комнаты. Вытяжные отверстия располагаются в верхней части стены и обязательно должны устраиваться в кухнях, туалетах и ваннах комнатах (душевых).

При проветривании помещения в холодное время года надо на несколько минут широко распахнуть форточку, а не подолгу проветривать через узкую щель.

Для обеспечения воздушного комфорта в жилых помещениях определенное значение имеет электрическое состояние воздушной среды. Содержащиеся в воздухе отрицательно и положительно заряженные частицы (ионы) могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на самочувствие человека. Оптимальной, с гигиенической точки зрения, является такая воздушная среда, если в  $1 \text{ см}^3$  ее находится от 1500 до 3000 положительных и от 3000 до 5000 отрицательных легких ионов.

Важная составная часть комфорта – тишина. Человек постоянно испытывает воздействие вибрации и шума, от которого горожанину просто некуда скрыться. Допустимым уровнем шума в квартирах в дневное время (с 7 утра до 23 часов вечера) является интенсивность шума, равная 40 децибелам (дБ), а в ночное время – 30 дБ. Даже небольшое шумовое раздражение (35 дБ) может вызвать нарушение сна. Воздействие на вегетативную нервную систему ощущается уже при уровне шума в 55–75 дБ, а звуковое воздействие интенсивностью 80 дБ вызывает постепенное ослабление слуха.

Вибрация представляет собой механический колебательный процесс с широким диапазоном частот. В городах основными источниками вибрации являются транспорт и некоторые производства. При длительном воздействии вибрации могут возникнуть профессиональные заболевания, изменения сосудов конечностей, нервно-мышечного и костно-суставного аппарата.

Микроклимат можно улучшить с помощью различных приемов планировки и благоустройства жилых, общественных и производственных помещений, применением технических устройств, которые обеспечивают их вентиляцию, кондиционирование и ионизацию воздуха.

**Препараты бытовой химии.** Сейчас уже трудно обойтись без препаратов бытовой химии. Их используют при стирке белья, чистке одежды, уборке помещения, мытье и чистке посуды, ванн, унитазов, а также при дезодорации и дезинфекции, во время ремонта квартиры и т.д. К ним относятся также средства личной гигиены (дезодоранты для тела, лаки для волос, одеколоны), отдушки для ванн, дезодоранты для туалета, средства для мытья окон, борьбы с насекомыми и пр. Многие препараты бытовой химии выпускаются в аэрозольных баллонах.

Применение аэрозолей может вызвать у чувствительных людей аллергию, при попадании в глаза – конъюнктивиты.

Дезинфекционные средства предназначены для уничтожения патогенных микроорганизмов с целью предотвращения инфекционных заболеваний. Но в них часто присутствуют токсичные вещества (хлор, формальдегид, соединения тяжелых металлов, таких, как ртуть, и др.)

Следующее пагубное увлечение – синтетические моющие (СМС) и чистящие средства. Они являются источниками аллергенов,

активно воздействуют на кожу. Кроме того, как правило, содержат синтетические поверхностно-активные вещества, которые уже никогда полностью не удалить с вымытой ими посуды или мебели, или с выстиранной ткани. Поэтому, где возможно, лучше вернуться к хозяйственному мылу, горчице, пищевой соде, толченому мелу. А оставшуюся бытовую химию, без которой все же не обойтись, следует держать в плотно закрывающемся шкафу или на балконе.

Не следует применять для ручной стирки порошки, предназначенные для машинной. Нельзя эти порошки использовать и для мытья посуды. При стирке желательно пользоваться резиновыми перчатками, так как порошки обезжиривают и высушивают кожу, вызывают раздражение, появление трещин, ломкость ногтей. Изделия из натуральных тканей надо полоскать более тщательно, чем из искусственной – синтетической, так как порошок из них удаляется труднее. Нельзя сыпать порошок в воду, высоко держа коробку над водой – это может вызвать раздражение верхних дыхательных путей.

При использовании любых препаратов бытовой химии необходимо строго соблюдать правила их применения.

Ну а теперь несколько маленьких советов. Рано или поздно каждому придется столкнуться с ремонтом или покраской. Покупая краски, обратите внимание, что написано на банке: только для наружных работ или для внутренних работ. За этим стоит не только информация о стойкости покрытия, но и экологическое предупреждение: некоторые краски, например, на основе латекса, испускают пары ртути, другие могут содержать свинец и т.п.

**Состав и качество питьевой воды.** Суточный обмен воды в организме человека составляет 2,5 л, поэтому от ее качества сильно зависит состояние человека, его здоровье и работоспособность. Различные вещества, присутствующие в воде, придают ей запах, делают ее то сладковатой, то соленой, а то и горькой. Существует 5-балльная шкала оценки интенсивности запаха и привкуса питьевой воды.

При сомнении в качестве питьевой воды для очистки ее от примесей следует использовать специальные фильтры. Можно также употреблять искусственную или натуральную минерализованную воду, которая применяется также и в лечебных целях при ряде заболеваний кишечника, желудка, печени и почек.

Не стоит экономить газ или электроэнергию и пользоваться для приготовления еды горячей водой из-под крана. В конце концов, здоровье дороже. Ведь эта вода активнее, чем холодная, вымывает соли свинца и других металлов из труб, а, следовательно, содержит их в себе, к тому же в нее добавляют антинакипин, не безвредный для желудка. Зато ее можно использовать для удаления накипи с посуды: наполнить чайник горячей водопроводной водой и прокипятить 20–30

минут. Пользуясь холодной водой, обязательно сначала спустите ее немного из крана, чтобы избавиться от скопившихся солей металлов из старых труб.

**? Вспомните.** 1. Какие основные компоненты формируют комфортные условия обитания человека? 2. Какие факторы среды жилища являются неблагоприятными для человека? 3. В чем опасность для здоровья человека строительных материалов и как снизить риск их вредного влияния? 4. Как влияет на здоровье человека интерьер жилища? 5. В чем особенности микроклимата жилых помещений? 6. Какие неблагоприятные воздействия оказывают на организм препараты бытовой химии?

## § 46. РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ В ЖИЛИЩЕ

**Растения в жилище.** Горожанин сравнительно редко выбирается за город, скорее всего, не каждый день проходит по озелененной улице, зимой же и тем более не видит зелени, даже в ее скудных формах среди каменных стен и асфальта. Казалось бы, только жителям тропических стран доступна возможность в любое время года, ежедневно любоваться зеленью, разнообразием ее оттенков, формой листьев, окраской цветков. Однако и в умеренном климате, в условиях обычного города, мы не лишены такой возможности даже зимой, стоит лишь повернуть голову к окну, где на подоконнике непременно найдется хоть один цветочный горшок. Наши зеленые «соседи» по квартире – комнатные растения – составляют наиболее близкое и повседневное «растительное» микроокружение горожан. Все эти герани, бегонии, традесканции, аспарагусы и другие обычные в комнатах виды стали настолько привычными сообитателями, что мы уже относимся к ним, скорее, как к предметам интерьера, чем как к живым существам (и лишь когда они засыхают от недостатка внимания, вспоминаем, что они тоже живые...).

Любой растительный организм в процессе своей жизнедеятельности вырабатывает вещества различной химической природы, в том числе и те, которые помогают в борьбе с болезнетворными микроорганизмами, способствуют выработке у растений иммунитета против различных заболеваний.

К таким веществам относятся фитонциды – биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие не только различных микроорганизмов, но и паразитических червей, насекомых – переносчиков и возбудителей инфекционных заболеваний. Они выделяются как неповрежденными, так и механически разрушенными растительными тканями.

Фитонциды – один из многих факторов, влияющих на микрофлору воздуха. Воздух закрытых помещений насыщен микроорганизмами, в том числе и болезнетворными. Для оздоровления воздушной среды применяют комнатные цветочные растения, многие из которых обладают высокой фитонцидной активностью. Это различные виды рода бегония, герань, хлорофитум, колеус и др. Вот почему при подборе цветов для озеленения школьных помещений необходимо учитывать не только их декоративность, но и фитонцидные свойства. С учащимися целесообразно провести анализ фитонцидности имеющихся растений и подобрать такой их ассортимент, который бы наилучшим образом способствовал обеззараживанию воздуха, улучшал самочувствие и работоспособность школьников.

Подобные опыты были проведены. При изучении действия фитонцидов около 90 видов комнатных растений наиболее активными оказались бегония королевская, примула весенняя, пеларгония душистая, эухарис крупноцветковый, гиппеаструм гибридный, олеандр обыкновенный, хлорофитум пестролистный, гибискус китайский, колеус Блюме, фикус упругий, филодендрон Андре, папоротники – венирин волос, птерис пыльчатый, нефролепис высокий и др. Известно, что утром растения выделяют фитонцидов больше, чем вечером.

Запахи растений вызывают обонятельные ассоциации, влияющие на состояние человека. Стимулирующие и тонизирующие запахи имеют гвоздика, лавровый лист, черный перец, ирис, кофе, смородина, рябина, тополь черный, чай. Успокаивающими запахами обладают апельсин, мандарин, валериана, герань душистая, лимон, резеда, роза, цикламен (табл. 4.18).

Таблица 4.18

**Влияние запахов растений на некоторые функции организма, связанные с поддержанием работоспособности**

Функции	Стимулирующее действие	Угнетающее действие
Зрение	Розмарин, цитрусовые, герань	Гниющие растения
Сердечно-сосудистая система (частота пульса, артериальное давление)	Боярышник, зубровка, сирень, тополь, сосна и ель летом, камфарный лавр	Дуб, береза, ваниль, душица, лаванда, тимьян, сосна и ель зимой, лимон, мелисса, валериана
Дыхательная система (жизненная емкость легких, проходимость бронхов)	Береза, липа, тимьян, вереск, душица, лимон, эвкалипт	Тополь, сирень, валериана, сушеница
Газообмен	Пижма	Роза, лимон

Можно много говорить о том, насколько украшают комнатные растения наш быт – помогают оживить интерьер, улучшают гигиеническую обстановку, способствуют психофизиологическому комфорту и т.д. (недаром комнатным растениям уделяют внимание архитектурные и медицинские журналы, не говоря уже о прессе для любителей природы). Но сойдем на время с привычной позиции если и не «царей природы», то потребителей, постараемся взглянуть на условия обитания в комнатах «с точки зрения» растений и понять: как им живется в наших жилищах?

По мнению экологов, закрытые помещения (жилые, рабочие, общественные, салоны транспортных средств) – это особая экологическая ниша в городской экосистеме, со своим комплексом условий – «криптоклиматом» (от греч. *kryptos* – скрытый). Поскольку эти условия человек создает и поддерживает для себя, то они, естественно, соответствуют режимам температуры, влажности, состава воздуха и других факторов, оптимальным для человеческого организма. Растения же в закрытых помещениях попадают в обстановку «чужого» экологического оптимума, который далеко не всегда совпадает с их собственным. Человек диктует для них условия, в которых им приходится жить и расти.

Это хорошо видно на примере одного из наиболее важных для растения экологических факторов – света. Для человека условия освещенности в квартире, прежде всего, вопрос комфорта и благоустройства, для растений же в буквальном смысле – «вопрос жизни и смерти», поскольку отсутствие или недостаток света делают невозможным основной жизненный процесс – фотосинтез.

Свет, который получают комнатные растения, имеет несколько измененный состав лучей (так, оконные стекла не пропускают ультрафиолетовую часть спектра) и очень ослаблен. Если на открытом месте в ясный день освещенность в средних широтах составляет 70–80 тыс. люкс, то даже наиболее благоприятные комнатные условия (на подоконниках окон, обращенных к югу) по освещенности соответствуют лесным опушкам (10–15 тыс. люкс), а обычные – затенению под пологом густых лесов, например, темных ельников (1–2 тыс. люкс). Ну, а в глухих комнатах освещенность сравнима с густой тенью где-нибудь под нависающей скалой или у входа в пещеру (50–30 люкс). Недостаток света особенно ощутим в зимнее время. Естественная растительность «не замечает» зимнего снижения освещенности, поскольку находится в эту пору в состоянии покоя; комнатные же растения зимой испытывают настоящий световой голод.

Из-за неблагоприятных световых условий фотосинтез у комнатных растений обычно очень слабый, а в плохо освещенных местах газообмен идет с отрицательным балансом, т.е. поглощение углекислоты ниже, чем выделение ее при дыхании. При этом, естественно, ко-

личество создаваемого органического вещества столь невелико, что не покрывает его расходов на дыхание, и поэтому рост замедляется или вовсе прекращается, растения перестают цвести и чахнут.

Еще одно досадное следствие недостатка света: виды с ярко окрашенными листьями или пестролистными, на декоративность которых мы особенно рассчитываем, теряют окраску, приобретают тусклую и невыразительную внешность. Впрочем, у разных видов комнатных растений реакция на световой режим в помещениях неодинакова, поскольку среди них, как и среди растений природной флоры, есть виды светолюбивые (например, кактусы, алоэ и другие суккуленты, пеларгония, пассифлора и проч.) и теневыносливые (плющ, многие папоротники, аспидистра, фикусы и проч.), неплохо чувствующие себя и в темных комнатах. Для последних достаточно освещенности всего в 30–100 люкс, чтобы поглощение углекислоты при фотосинтезе уравновесило выделение ее при дыхании, или, как говорят физиологи растений, наступила «точка компенсации». Светолюбивым видам для этого нужно не менее 1–2 тыс. люкс.

В отличие от большинства естественных местообитаний, в комнатах растения получают одностороннее освещение. В этом отношении они напоминают травы, растущие на лесной опушке: замечали ли вы, что у самого края леса листья всех растений «смотрят» в одну сторону – повернуты к освещенной поляне? Такие же явления фототропизма – изгибание побегов и поворот листьев к свету – мы часто видим и у комнатных растений. Приходится время от времени поворачивать их, чтобы восстановить нормальную форму роста. Однако есть виды, которые плохо реагируют на такое обращение.

Еще одна особенность световых условий в помещениях – своеобразный фотопериодический режим. Известно, что соотношение светлой и темной частей суток – фотопериод – незначительно для живых существ. Среди растений есть виды «длиннодневные», которым для перехода к цветению требуется не менее 16 ч светлого времени в сутки, и «короткодневные» – они, наоборот, цветут лишь при длине дня не более 8 ч; есть и немногие виды, нейтральные к фотопериоду. В комнатных условиях фотопериодический режим далеко не всегда благоприятен для растений. Летом продолжительность естественного освещения может оказаться неподходящей для выходцев из других географических широт. В осенне-зимние месяцы комнатные растения живут не при естественном фотопериоде, а «по чужому расписанию» дня и ночи: в жилых помещениях – при продленном световом дне, в рабочих – напротив, нередко при сравнительно коротком, соответственно длине рабочего дня. А неподходящий фотопериод может вызвать у растений и задержку цветения, и различные нарушения роста и развития.

Температурные условия в помещениях, казалось бы, вполне комфортны не только для человека, но и для растений. Однако как раз на примере этого экологического фактора наиболее заметно неудобство жизни в условиях «чужого» оптимума. Обычная температура в наших комнатах слишком прохладна для теплолюбивых видов тропического происхождения, которые лучше всего растут при температуре около 30°C. Особенно вредны для них холодные потоки воздуха от окон и форточек, а при продолжительном охлаждении возможна даже «простуда» – подвядание листьев, появление на них темных пятен и т.д. И, наоборот, есть комнатные растения, для которых благоприятны пониженные температуры, порядка 12–14° С (например, цикламены). Добавим также, что пониженные температуры нужны многим видам зимой, когда приостанавливается рост или наступает период покоя.

И еще одно «нарушение» теплового режима с точки зрения растений – равномерная температура в комнатах в течение суток, в то время как в естественных условиях нормальны дневные повышения и ночные понижения температуры. Насколько они необходимы для растений, видно из такого любопытного примера. В Нидерландах, где томаты часто выращивают в закрытом грунте, было замечено, что у хозяев, которые старались поддерживать в теплице постоянную температуру, урожаи оказывались ниже, чем у более беспечных хозяев, ленившихся топить свои теплицы по ночам. Дело в том, что в теплые ночи у растений усиливается дыхание и растет расход органических веществ, а это приводит к общему снижению продуктивности фотосинтеза и замедлению роста.

Из всех экологических условий, необходимых для жизни растений, пожалуй, наиболее благополучно в помещениях обстоит дело с воздушной средой. В комнатах нет недостатка ни в углекислом газе – главном субстрате «воздушного питания» (фотосинтеза), ни в кислороде, обязательном для дыхания (впрочем, для усиления фотосинтеза растения «не отказались бы» от 3–5-кратного увеличения содержания углекислоты, но хозяева комнат этого не допустят.) Вредными для растений могут быть лишь различные газовые примеси, например, кухонный газ, некоторые аэрозоли «бытовой химии». Папоротники, растения из семейства геснериевых (сенполия, глоксиния и др.) плохо переносят табачный дым.

Раз уж зашла речь на тему «комнатные растения – комнатный воздух», затронем вопрос, который нередко случается слышать: не вредно ли для людей присутствие растений в жилых помещениях? Ведь растения, как и все живые существа, постоянно выделяют при дыхании углекислоту, а если комната небольшая и растений много? Можно с уверенностью сказать, что такие опасения неосновательны. В течение всего светлого периода суток – «светового дня» – в листьях

растений идет не только выделение углекислого газа, но и поглощение его при фотосинтезе, причем второй процесс по скорости значительно превосходит первый. Поэтому конечный результат дневного газообмена комнатных растений не обогащение, а, напротив, обеднение воздуха помещений углекислотой и увеличение содержания в нем кислорода, выделяемого при фотосинтезе (правда, как уже говорилось выше, нередко фотосинтез в комнатах из-за недостатка света еле теплится, а при сильном затенении может оказаться слабее, чем дыхание).

Что касается ночных часов, когда действительно идет лишь выделение углекислоты растениями, то для иллюстрации его возможного влияния на состав комнатного воздуха полезно произвести небольшой расчет. Сколько «дышащей массы» растений должно быть в комнате объемом  $50 \text{ м}^3$  ( $20 \text{ м}^2$  при высоте 2,5 м), чтобы за восемь ночных часов содержание углекислоты возросло вдвое – с 0,03 до 0,06% (это уже ощутимая духота)? Если  $1 \text{ дм}^2$  листьев при дыхании выделяет  $300 \text{ мм}^3 \text{ CO}_2$  в час (примерно таков уровень дыхания у тенелюбивых растений в естественных условиях при температуре  $15\text{--}20^\circ\text{C}$ ), несложно рассчитать, что для выделения заданного – сравнительно небольшого – количества углекислоты понадобится иметь в комнате растения с общей площадью листьев... примерно  $50 \text{ м}^2$ ! (это около 3 тыс. экземпляров герани, или 15–20 крупных пальм). Вряд ли удастся разместить в комнате такое количество растений, даже если выселить из нее всех жильцов и вынести всю мебель... Реально же наши скромные обитатели подоконников и настенных полочек выделяют  $\text{CO}_2$  в столь малых дозах, что для людей такая добавка практически неощутима. Об этом же говорят и результаты специальных экспериментов. Оказалось, что одно комнатное растение средних размеров за ночь выделяет углекислоты примерно в 600 раз меньше, чем один человек.

Но вернемся снова к «точке зрения» растений и попробуем оценить, насколько для них в комнатных условиях обеспечена потребность в воде? В природной среде водоснабжение растений подчиняется определенным закономерностям – в связи с климатом местности, положением растений в рельефе, в растительном покрове и т.д. Для комнатных растений этот экологический фактор полностью зависит от произвола хозяев и их опытности. Мы то забываем поливать наших питомцев, то беспощадно заливаем их, то не можем преодолеть недомумения – поливать или не поливать, когда и сколько (недаром это наиболее популярный сюжет среди всевозможных советов по уходу за комнатными растениями). Очевидно, здесь встречаются все случаи – от резкого пересыхания почвы до излишнего заливания, с благополучным водным режимом посередине, и трудно определить какую-либо закономерность, связанную именно со спецификой условий в помещениях (скорее, с характером хозяина).

Нужно помнить, что по отношению к воде комнатные растения не менее разнообразны, чем по требовательности к свету. Среди них есть ксерофиты-«сухотерпцы», способные долго жить при скудном поливе (например, мало испаряющие растения с кожистыми листьями, суккуленты – кактусы, молочай и др.). А есть и чрезвычайно влаголюбивые виды – гигрофиты, такие, как папирусы, у которых постоянно должна быть вода в поддоне. Специальные исследования физиологов растений показали, что многие комнатные растения лишь в малой степени способны регулировать испарение воды листьями с помощью обычного механизма – изменения ширины устьичных щелей. Такие виды увядают уже при совсем небольшой потере своего запаса воды (5–15%), тогда как в естественных условиях травянистые растения обычно без труда выдерживают потерю 20–40% запаса (а особо засухоустойчивые – и до 70–75%).

Очень трудно комнатным растениям преодолеть повышенную сухость воздуха в помещениях, особенно в комнатах с центральным отоплением. Это одна из наиболее обычных причин засыхания и опадения листьев.

Почвенное питание принадлежит к числу самых «узких мест» в жизни комнатных растений. При горшечной культуре корни вынуждены довольствоваться весьма ограниченным объемом почвы, притом часто неподходящего состава. К тому же комнатное растение, «вырванное» из растительного сообщества с естественным биологическим круговоротом, лишено постоянного притока питательных веществ, поэтому почва быстро истощается. И требуется ее обновление и искусственная подкормка, а с ростом растения – и увеличение объема почвы. На ее состоянии отражается и неправильный полив. Так, при неумеренном заливании нарушается доступ воздуха к корням, происходит «закисание» почвы (развитие анаэробных процессов, увеличение кислотности), к которому многие растения очень чувствительны.

Если теперь, после разбора отдельных экологических факторов, оценить весь комплекс условий в целом, то можно сказать, что мы создаем комнатным растениям условия, нелегкие для жизни и весьма своеобразные. Им трудно найти аналог во всем разнообразии природных местообитаний. В самом деле, с таким обычным для комнатных растений сочетанием, как недостаток света и большая сухость воздуха (нередко также и почвы), растения в природе не встречаются. Сильно затененные местообитания – это, прежде всего, напочвенный покров тенистых лесов, где растения живут под защитой верхних ярусов деревьев, в условиях смягченного лесного фитоклимата и высокой влажности воздуха. И, напротив, обилие солнечного света (например, в степях и пустынях) всегда связано с большой сухостью воздуха. Такие сочетания экологических факторов естественны для растений,

именно на них «нацелены» разнообразные приспособления в природной обстановке. В помещениях же приходится помогать растениям обрести привычную среду, насыщая влагой воздух в оранжереях и комнатных тепличках для тенелюбов, а для сухолюбивых видов создавая искусственную подсветку (особенно в зимнее время).

**Животные в жилище.** Наиболее обычны в домах тараканы, рыжий домовый муравей, комнатные мухи, вредители пищевых запасов (различные жуки, бабочки, клещи), а также вредители шерстяных, кожаных, меховых, пуховых материалов (жуки-кожееды и моли). Встречаются вредители книг и бумаги (книжная вошь), вредители мебели и других деревянных изделий (жуки-точильщики), есть и группа вредителей комнатных растений (различные червецы, клещи, нематоды, тли, щитовки и пр.).

У домашних животных могут быть паразиты (различные гельминты, блохи, вши, клещи), различные грибковые заболевания, кроме того, они могут болеть вирусными и бактериальными заболеваниями, опасными и для человека.

В квартиры залетают кровососущие насекомые (комары, мухи-жигалки), ядовитые насекомые (пчелы, осы, шершни), но могут быть и постоянные обитатели – постельные клопы, блохи, вши и клещи, а также чесоточный клещ. Представляют опасность и такие обитатели квартир, как клещи, вызывающие аллергии. Их насчитывается до 50 видов, а плотность популяций очень высока – до 70 тыс. и более на 1 г пыли (особенно при наличии ковров с ворсом). Наконец, в жилищах человека обитают и грызуны (домовая мышь, серая крыса-пасюк, черная крыса).

Проблема борьбы с вредными бытовыми животными актуальна для всего мира. Одна из причин их широкого распространения – приспособление к ядохимикатам, используемым для борьбы с ними в течение многих лет. Еще одна причина – увеличение число домов повышенной этажности, имеющих сложные системы водопровода и канализации, вентиляционных каналов, мусоропроводы, по которым они свободно перемещаются и которые служат удобными местами для размножения многих видов. В таких домах опасно применять сильнодействующие препараты, которые могут быть опасны для человека и домашних животных.

**? Вспомните.** 1. Какое значение для человека имеют комнатные растения? 2. Какие комнатные растения обладают высокой фитонцидной активностью? 3. Как влияет на комнатные растения свет, фотопериод и температура жилища? 4. Какие требования предъявляются к поливу комнатных растений? 5. Каково значение животных в жилище человека?

## V. ПРИРОДНЫЕ ОРИЕНТИРЫ

### § 47. КОМПАСНЫЕ РАСТЕНИЯ

Сразу же отметим, что с магнетизмом они никак не связаны. У компасных растений листья имеют определенную ориентацию относительно сторон света, причем эта ориентация возникла как защитное приспособление от действия интенсивной солнечной радиации. Компасными эти растения названы потому, что по ним, как и по компасу, можно узнать, где находится юг, а где – север.

Обычно компасные растения встречаются по открытым местам. Если же они находятся в гуще растений, то расположение их органов нарушается, и пользоваться ими в качестве ориентиров уже невозможно. Характерный признак компасных растений – расположение листьев в одной плоскости, ориентированной с севера на юг.

Особенно много таких растений среди представителей семейства сложноцветных. Классический пример – дикий латук, встречающийся по опушкам, огородам, сорным местам. Листовые пластинки этого растения (особенно верхние) в полуденные часы повернуты широкой стороной к востоку и западу, а ребром на юг. Такое расположение листьев способствует тому, что они в утренние часы хорошо освещаются солнцем, а днем, когда солнечные лучи особенно жгучи, нагреваются относительно слабо. Эта особенность обеспечивает нормальную работу листьев в самое жаркое время дня, предохраняет растения от избыточной потери влаги. Она наблюдается лишь на открытых сухих местах, во влажных или несколько затененных листья размещаются на стебле равномерно, ориентируясь во все стороны.

Наблюдая за диким латуком, ученые установили одну интересную особенность. Если он произрастает на очень крутом каменистом западном склоне или у обращенной на запад стены, то оказывается подверженным воздействию радиации с двух сторон: с юга – со стороны дневного светила и с запада – со стороны стены (склона горы), отражающей солнечную радиацию. Отраженная радиация оказывается, по-видимому, более губительной, чем прямая солнечная, поскольку заставляет латук ориентировать плоскость своей листовой пластинки перпендикулярно стене, несмотря на то, что теперь широкая сторона листьев оказывается обращенной на юг и подвергается действию прямых солнечных лучей.

Тенденцию к компасному расположению листьев в условиях интенсивного освещения можно заметить и у других представителей семейства сложноцветных, например, у пижмы, называемой еще полевой рябинкой. С июня до глубокой осени ее ярко-желтые тугие соцветия

видны вдоль тропинок и дорог. Особенно заметны они в пасмурную погоду. Компасное расположение листьев наблюдается у пижмы только при отсутствии затенения, в засушливых местообитаниях.

К особой разновидности компасных растений относятся растения-гномоны. Гномон – это очень древний астрономический инструмент, представляющий собой вертикальный стержень, укрепленный на горизонтальной площадке. По длине и направлению тени стержня можно определить высоту и азимут Солнца. Этот прибор в более поздние времена стал использоваться в качестве солнечных часов. Наименование его и определило название особой группы компасных растений, которое можно истолковать как «солнцеуказатели». Итак, растения-гномоны указывают то место, где в данный момент находится дневное светило.

К числу таких растений относится подсолнечник. Наблюдения показали, что движутся нецветущие корзинки подсолнечника. Утром они смотрят в сторону поднимающегося над горизонтом солнца. Верхушки стеблей в это время слегка изогнуты, и корзинки держатся вертикально. В полдень все корзинки наблюдаемых растений обращены к солнцу. Изгибов стеблей нет, корзинки принимают горизонтальное положение. По мере того как дневное светило склоняется к горизонту, изгибаются в его сторону верхушки стеблей и поворачиваются к солнцу корзинками.

Итак, еще не раскрывшиеся корзинки подсолнечника следуют за солнцем в направлении с востока на запад, и весь день солнечные лучи падают на них перпендикулярно их плоскости. За ночь корзинки «проходят» обратный путь в противоположном направлении. Интересно отметить, что днем они преодолевают его приблизительно за 15 часов, а ночью – за 4–5 часов, после чего «ждут» восхода солнца. Как только корзинки начинают распускаться, движение их за солнцем ослабевает и затем совсем прекращается.

По болотам, канавам, сырым местам, вдоль берегов рек и прудов нередко можно встретить череду трехраздельную, которая, как и подсолнечник, относится к семейству сложноцветных. После отцветания буро-желтых соцветий корзинок череды образуются плоды с двумя шипами, покрытыми загнутыми назад зубчиками. Благодаря этим шипам плоды череды застревают в шерсти животных, перьях птиц, цепляются за одежду человека.

Череда принадлежит к числу светолюбивых растений, поэтому она растет на открытых местах. Любопытно, что соцветия ее направлены в сторону дневного светила даже тогда, когда оно скрыто облаками. Утром (в 7 часов) соцветия череды обращены к востоку, в полдень (в 13 часов) – к югу, а вечером (в 19 часов) – к западу. Посмотрев на часы и на расположение корзинок череды, нетрудно определить

стороны горизонта. Так, например, в 10 часов корзинки череды быва-ют обращены к юго-востоку, а в 16 часов – к юго-западу.

Растения-гномоны даже на западных крутых склонах в отличие от компасных сохраняют свою ориентацию по отношению к дневному светилу и отклоняются от направления на полуденное Солнце не бо-лее чем на  $10^\circ$ .

Но не только цветки и соцветия в течение дня следуют за солн-цем. У многих растений за дневным светилом движутся и листья. Просвирняк приземистый – сорное растение, встречающееся по ого-родам, садам, паровым полям, возле дорог, имеет округло-сердцевидные листья, которые своей пластинкой повернуты к солнцу. Чтобы лучше улавливать солнечные лучи, они по мере движения све-тила поворачиваются вслед за ним. Если на пути солнечных лучей возникает какая-либо преграда, то движение листьев приостанавлива-ется, но едва солнечный свет начинает падать на них, они довольно быстро поворачиваются к нему. Сразу же после захода солнца листья просвирняка быстро переориентируются на восток. Они как бы ожи-дают восхода солнца, хотя до него еще много часов.

Изучая движение листьев разных растений вслед за солнцем, ученые пришли к заключению, что существуют две группы растений. У видов, принадлежащих к родам люпин, аброния, амарант (щирца), мальваструм, бурхавия, кальстремия и некоторым другим, листья сле-дят за солнцем, располагаясь перпендикулярно солнечным лучам. У видов, относящихся к родам астрагал, кассия, лядвенец, якорцы и другим, листья ориентируются параллельно потоку солнечных лучей. Приспособление первой группы растений можно рассматривать как адаптацию, направленную на более полное использование солнечных лучей для фотосинтеза и увеличения продуктивности растений, а вто-рой – как адаптацию к водному стрессу в засушливых местообитани-ях, позволяющую уменьшить интенсивность транспирации, ослабить перегрев листьев.

Свет – один из главнейших факторов жизни растений. Он опре-деляет не только ориентацию цветков и листьев, но и характерную асимметрию крон деревьев, очередность распускания цветков в соцвет-иях и формирования плодов.

У одиноко стоящего на поляне дерева крона несколько гуще и пышнее на южной стороне, в то время как на северной и ветвей мень-ше и листьев. Если же деревья расположены близко друг возле друга, то такой закономерности не наблюдается. В этом случае крона более густая с той стороны, где ничто не мешает ее росту.

Присмотритесь повнимательнее к цветущим растениям, и вы увидите, что во многих соцветиях первые цветки раскрываются на южной стороне. Вполне естественно, здесь и плоды созревают быст-

рее. Если рассмотреть в пору начала плодоношения нетронутые растительные земляники, то можно заметить, что самая красная ягода обычно располагается на южной стороне. На северной – ягоды более длительное время сохраняют зеленую окраску. Такое же явление можно наблюдать у боярышника и других растений.

Неодинаковая интенсивность солнечного освещения, а также связанные с этим температурные аномалии определяют целый ряд других признаков растений, полезных для сбившегося с дороги человека.

Натеки смолы у сосен, располагающиеся обычно на южной стороне дерева, подскажут вам правильное направление движения. Лишайники чаще покрывают северную сторону камней и деревьев. У березы кора с южной стороны более белая и чистая, тогда как с северной – обычно покрыта трещинами и пятнами. Опята дружнее появляются на южной стороне пней.

В пасмурную дождливую погоду у деревьев на северной стороне можно обнаружить вертикальную темную полосу. Она образуется от неравномерного высыхания коры. С южной стороны кора быстрее высыхает, а с северной – долго держится влага. Трава, растущая возле деревьев, также подскажет правильное направление движения. В первой половине лета она выше и гуще с южной стороны дерева, с северной – трава более низкорослая. Во второй половине лета на южной стороне трава более пожухлая, желтая, тогда как на северной – более свежая.

Если надо прибегнуть к помощи растительных «компасов», то обязательно следует осмотреть несколько деревьев или воспользоваться несколькими указателями направления движения. Дело в том, что из правил всегда есть исключения, поэтому на каком-то одном дереве лишайники могут расти не на северной, а на южной стороне.

**? Помните.** 1. Какие растения относятся к компасным и где они должны произрастать? 2. Почему среди компасных растений выделяют растения-гномоны? 3. По каким растениям и как можно определить направление движения солнца и стороны горизонта?

## § 48. ЖИВЫЕ ЧАСЫ

В течение суток освещенность и температура – одни из важнейших условий жизни растений – испытывают закономерные изменения, отражающиеся и на внешнем облике растений.

Взгляните на некоторые растения ночью, и вы удивитесь тем изменениям, которые они претерпели. У широко распространенной в наших лесах кислицы после захода солнца листочки опускаются и прижимаются нижней стороной к черешку и друг к другу. Пробужде-

ние наступает около 6 часов утра, и листочки восстанавливают свое нормальное положение. У моркови и незабудки в состоянии «сна» молодые соцветия опускаются вниз. Белая акация и фасоль, как и кислица, реагируют на приближение ночи опусканием листочков, а вот у клевера вечером листочки, напротив, поднимаются вверх.

«Сном» у растений называются периодические изменения положения органов (листьев, побегов, цветков, соцветий), которые совпадают со сменой дня и ночи. Во время «сна» листья занимают такое положение, которое обеспечивает им минимальные потери тепла. Благодаря этому растения приобрели способность защищаться от холода. Опыты с кислицей и другими видами показали, что в состоянии «сна», когда листья опущены вниз, растения лучше переносят низкие температуры, чем те, которые были лишены возможности складывать и опускать свои листочки.

Наблюдая за цветками какого-либо растения, можно заметить, что они распускаются приблизительно в одно и то же время. Наиболее рано, между 3 и 5 часами утра, открываются желтые соцветия козлобородника лугового. Затем, между 4 и 5 часами, «просыпаются» цветки мака, шиповника, соцветия кульбабы.

В 5 часов желтыми огоньками загораются соцветия осота огородного – самого заурядного сорного растения.

В 5–6 часов раскрываются ярко-желтые корзинки одуванчика лекарственного и скерды кровельной, цветущей в июне и июле среди посевов, по паровым полям, склонам, обрывам, среди кустарников.

В 6 часов «пробуждаются от сна» цветки картофеля и льна, соцветия ястребинки зонтичной, корзинки которой легко заметны по паровым полям, опушкам, придорожным канавам.

Несколько позднее, между 6 и 7 часами, раскрываются корзинки ястребинки волосистой, одиночные соцветия которой располагаются на верхушке безлистного стебля – стрелки. Этим она существенно отличается от своей сестры – ястребинки зонтичной, цветоносные стебли которой густоолиственны.

В 7 часов преобразается поверхность медленно текущих водоемов, прудов и стариц. Это кувшинка белая раскрыла свои великолепные крупные цветки. Одновременно с ней «просыпаются» в огородах цветки салата-латука.

В 9–10 часов распускаются бархатцы, а в лугах начинают розоветь цветки смолки и торичника, относящихся к семейству гвоздичных.

Конечно, в ясный день и в ненастную погоду соцветия одуванчика, да и других растений распускаются не в одно и то же время. Однако в целом можно говорить о том, что цветки того или иного вида растения «пробуждаются от сна» в свое определенное время.

Закрываются цветки и соцветия у разных видов растений также в свое определенное время. Например, в 14–15 часов закрываются цветки мака и торичника, соцветия цикория, одуванчика. В 15–16 часов «засыпают» соцветия ноготков, ястребинки волосистой. Голубые звездочки льна погружаются в «сон» в 16–17 часов. В 17 часов съезжают корзинки мать-и-мачехи и ястребинки зонтичной. Между 17–18 часами закрываются цветки белой водяной лилии и кислицы. В 18–20 часов складывают свои лепестки цветки шиповника, в 20–21 час меркнут розовые огоньки смолки.

Определенная периодичность открывания и закрывания цветков и соцветий была подмечена очень давно. Еще в Древней Греции и Риме на клумбах высаживались растения, с помощью которых можно было определить время суток.

Известный шведский ботаник Карл Линней, изучив периодичность открывания и закрывания цветков разных растений, написал труд «Сон растений». Его наблюдения легли в основу создания цветочных часов, которые были «пущены в ход» в Упсале в 20-х годах XVIII в. Они показывали время с 3–5 часов утра, когда раскрывались соцветия козлобородника.

С чем связано раскрытие и закрывание цветков и соцветий? Чаще всего на движение листочков около цветника влияют свет и темнота. В этом нетрудно убедиться на опыте. В ясный солнечный день выберите на лугу несколько цветущих экземпляров одуванчика, полейте вокруг них почву и закройте ящиком или ведром. Через некоторое время можно увидеть, что соцветия одуванчика закрылись. Оставьте растения открытыми. Если день солнечный и теплый, соцветия вновь раскроются.

Наряду с освещением на открывание и закрывание цветков влияет температура воздуха. Так, например, если срезанные тюльпаны внести зимой с холода в теплое помещение, то цветки начинают открываться.

Движения закрывания и открывания цветков относятся к так называемым настиям. Различают фотонастии (закрывание соцветий одуванчика при затенении), термонастии (открывание цветков тюльпана в теплом помещении) и др. В основе настических движений лежит неравномерный рост верхней (внутренней) или нижней (наружной) стороны лепестка. Если быстрее растет верхняя (внутренняя) сторона лепестков, то они отклоняются наружу, в результате чего цветок открывается. Напротив, в случае быстрого роста нижней (наружной) стороны лепестков цветок закрывается.

В течение суток температура и интенсивность освещения претерпевают закономерные изменения, что и приводит к открыванию или закрыванию цветков и соцветий в определенное время суток.

Периодически изменяется не только положение лепестков, но и интенсивность выделения цветками нектара и ароматических веществ. Так, например, у левкоев цветки открыты все время, однако их запах ощущается только после захода солнца. Пока опыляющие левкой насекомые неактивны, цветки не расходуют приманивающие душистые вещества.

У гречихи максимум нектара в ясную погоду выделяется в утренние и вечерние часы, в пасмурную – в 12–17 часов. У фацелии в ясную погоду нектаропродуктивность утром незначительна, но днем увеличивается в 3–4 раза.

Периодичность выделения растениями нектара является для пчел своеобразным ориентиром во времени.

**? Вспомните.** 1. Какие явления называют «сном» у растений? 2. Как по растению можно определить время? 3. С чем связано начало раскрытия и закрытия цветков и соцветий?

## § 49–50. ПРЕДСКАЗАНИЕ ПОГОДЫ

Ничто в природе Земли не оказывает столь заметного влияния на жизнь каждого человека, как погода. Погода, климат – это условия жизнедеятельности человека. Среди глобальных научных проблем, решенных и решаемых человечеством на протяжении всей истории его существования, трудно найти такую, которую по сложности и непрерывно растущей актуальности можно было бы поставить в один ряд с проблемой точного прогнозирования погоды.

Сложно встретить человека, которого не интересовало бы состояние погоды. «Потребителями» прогнозов погоды в наше время являются миллиарды людей самых различных профессий и специальностей: полеводы, садоводы, пчеловоды, агрономы, овощеводы, трактористы, шоферы, геологи, летчики, космонавты, моряки, лесозаготовители, строители, спортсмены, тысячи и тысячи любителей туризма, альпинизма, охоты и рыбной ловли. Прогнозы погоды прочно вошли в жизнь каждого горожанина, каждого сельского жителя. Мы привыкли и любим жить «по науке». Однако иногда подводят нас официальные метеосводки, создают богатейшую почву для иронии и сарказма.

Точное прогнозирование погоды – одна из древних проблем, она так же стара, как само человечество. Потребность в какой-то мере предвидеть погоду появилась у человека с переходом его к оседлой жизни, к занятию земледелием и скотоводством. Засухи и наводнения, ливни и ураганы, морские штормы и черные бури, запоздалые или ранние заморозки и другие стихийные бедствия зачастую уничтожали посевы и лишали людей пищи, корма для скота, а порой и крова.

Нужно было научиться вовремя узнавать о ненастье и предвидеть погоду, благоприятствующую работе.

Но, как ни обидно, а приходится признаться, что человек не властен над погодой. Более того, чем глубже наука проникает в тайны погоды, тем яснее становится, что об управлении ею в ближайшем обозримом будущем всерьез нечего и думать. Остается лишь одно – прогнозировать ее более точно. Это чрезвычайно важно, ибо даже небольшое повышение точности метеорологических прогнозов позволит сберечь в масштабах планеты сотни тысяч человеческих жизней, миллиарды рублей.

**Какая будет погода?** Погода – это определенное физическое состояние атмосферы в данный момент времени, на данной территории, характеризующееся конкретными числовыми показателями: температурой, влажностью воздуха, атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, облачностью, горизонтальной видимостью, атмосферными осадками и т.д. Стоит измениться одной только температуре на один градус, и изменяются все прочие параметры атмосферы, т.е. она приобретает новое физическое состояние.

Так, для арктического воздуха (сформировавшегося над полярной областью) характерны низкая температура (ниже обычной для данного времени года на  $10\text{--}15^\circ$ ), далекая видимость, до  $50\text{--}100$  км (хорошая прозрачность воздуха, глубокая синева неба, чистые зори с оранжевыми, желтыми и зелеными цветами от горизонта и выше).

Над обширными пространствами Средней Азии и Северной Африки в теплую половину года зарождаются массы континентального (сухого) тропического воздуха, которому свойственны высокая температура (выше обычной для данного времени года на  $10\text{--}15^\circ$ ), большая сухость воздуха, почти полное отсутствие облачности (летом), сильное помутнение атмосферы (видимость  $4\text{--}6$  км), небо в зените имеет грязно-голубой, а у горизонта – серый цвет, ветры восточные или юго-восточные (обычно несильные), зори имеют грязно-желтую окраску.

Тропические массы морского воздуха, сформировавшиеся над Средиземным морем, можно опознать по таким признакам, как высокая температура (летом выше обычной на  $10\text{--}15^\circ$ , зимой – на  $15\text{--}20^\circ$ ), большая влажность воздуха (летом очень душно), обильные дожди (летом сильные ливни, грозы), юго-западные, южные или западные ветры.

Воздушные массы, формирующиеся в умеренном поясе планеты, обладают промежуточными свойствами, между тропическими и арктическими и зависят от того, где они сформировались или из каких масс переродились. Эти массы в основном и определяют погоду умеренного пояса Земли. Зори в умеренном воздухе у горизонта обычно интенсивно красные, выше – оранжевые, желтые и далее – зелено-голубые.

При своем перемещении все воздушные массы постепенно трансформируются в зависимости от направления и скорости движения их и от свойств подстилающей поверхности.

Переходную зону между двумя соседними воздушными массами называют атмосферным фронтом, и чем сильнее отличаются между собой эти массы, тем резче выражен и фронт. В зависимости от того, какая масса наступает и будет брать верх, атмосферный фронт может быть теплым (волна тепла распространяется в сторону расположения холодного воздуха) или холодным (волна холодного воздуха наступает и оттесняет теплый воздух).

О приближении хорошо выраженного теплого фронта можно догадаться по появлению в западном секторе неба перистых коготкообразных облаков, затем через час-другой появляется сплошная прозрачная вуаль перисто-слоистых облаков (наползая на отступающий клин холодного воздуха, массы теплого воздуха, вследствие понижения атмосферного давления с высотой, расширяются и оттого охлаждаются, что и приводит к конденсации водяных паров), на фоне их вокруг солнца или луны появляется гало – разноцветный круг (в результате преломления, разложения на составные цвета и отражения солнечного света в облачных ледяных кристалликах). Облака, уплотняясь, переходят в более низкие высокослоистые. Сначала солнце слабо просвечивает сквозь них в виде бледного пятна, а потом и вовсе скрывается. Влажность воздуха увеличивается (о чем можно судить по отсырению соли, одежды, кожаных изделий), атмосферное давление устойчиво и длительно падает на 3–4 мм ртутного столба через каждые три часа. Зимой выпадают мелкие, редкие снежинки, через несколько часов из надвигающихся низких серых туч начинает валить снег, а весной или осенью идти мелкий дождик. Когда через данную местность пройдет линия фронта, то начнется вторжение теплого воздуха, наступит заметное потепление, прекратятся осадки, зимой может образоваться устойчивый туман, ветер перейдет от юго-восточного, южного на юго-западный или западный. Но если воздушные массы (особенно теплые) недостаточно увлажнены и между ними наблюдается слабый контраст температуры, то мощная облачность не образуется, и не выпадают сколько-нибудь значительные осадки.

К наиболее известным и часто повторяющимся местным признакам приближения и прохождения хорошо выраженного холодного фронта относятся: небольшое падение атмосферного давления; появление перисто-кучевых или высококучевых чечевицеобразных облаков с запада; появление и сравнительно быстрое движение с запада волнообразных высококучевых облаков (напоминающих гребни волн на море, или рябь на песке); усиление радиопомех, вызываемых удаленными грозовыми разрядами; перед самым прохождением фронта

(за 1–3 часа) появляются черные грозовые тучи, резко снижается атмосферное давление, выпадают кратковременные дожди с грозами (зимой – ливневой хлопьеобразный обильный снег). После прохождения линии холодного фронта наступает похолодание, как правило, прекращаются осадки, начинается интенсивный рост атмосферного давления и общее улучшение погоды. В часы сильного солнечного прогрева летом в массах вторгшегося холодного воздуха образуются кучевые облака, иногда настолько мощные, что из них выпадают ливневые осадки с грозами.

На границах соприкосновения теплых и холодных воздушных масс, перемещающихся в разных направлениях, зарождаются циклоны (на синоптических картах это обширная круговая область низкого атмосферного давления). В Северном полушарии в циклонах воздух движется против часовой стрелки по спиралеподобным траекториям, направленным к центру. Южные циклоны приносят нам обильные осадки и тепло, а северные – холод и сильные ветры. Чем больше тепловое различие вращающихся в циклоне холодных и теплых воздушных масс и чем больше в нем перепад давления между центром и периферией, тем быстрее наступает ненастье, грозящее иногда стихийными бедствиями. В области циклона погода далеко не одинакова. Приближение циклона можно распознать за сутки–двое по признакам теплового фронта, кроме этого, если движение высоких облаков заметно отклоняется в правую сторону относительно ветра (дующего у поверхности земли), значит, приближается передняя часть циклона, а если ветер усиливается, почти не меняя своего направления (с юго-востока), и давление быстро падает, то циклон пройдет над местом наблюдения своей центральной частью. Если наблюдается усиление и постепенный поворот ветра по движению часовой стрелки (южный, юго-западный, западный), то циклон будет проходить или уже проходит над местом наблюдения своей правой частью; а если поворот ветра против часовой стрелки (юго-восточный, восточный, северо-восточный), то – левой частью. В любой части циклона, если стать лицом в ту сторону, куда дует ветер, центр циклона будет слева и несколько впереди (на 20–30°).

Аналогичные признаки ненастной погоды повторяет и ряд примет, справедливых почти для каждой местности: «зашумела дубравушка к погодушке», «ночной ветер днем воду делает» и т.д. действительно, если нет поблизости циклонов, то ветер имеет хорошо выраженный суточный ход (днем – слабый или умеренный, а ночью тихо). Но если этот ход нарушается, то, значит, приближается циклон, а в циклоне ветер, действительно, «воду делает».

Улучшение погоды, как правило, вызывают антициклоны, движущиеся вслед за циклонами. Антициклон обычно вызывает солнеч-

ную, сухую и тихую погоду. Самое высокое атмосферное давление в антициклоне всегда в центре, и воздух вращается в нем по часовой стрелке. В области антициклона происходит постепенное, медленное оседание огромных масс воздуха, что приводит к их осушению и рассеиванию облаков. Погода в антициклоне в большей части случаев однородная, но все же правая (восточная) его половина, где дуют северные ветры, холоднее, чем западная, где господствуют ветры южные. Обилие солнца, тепла (летом) и безветрие, приносимые антициклонами, на первых порах благотворно сказываются на всей живой природе, но затем в случае длительного пребывания одного или нескольких антициклонов из-за отсутствия дождей может случиться неповторимая беда. Главными признаками наступления антициклональной погоды является снижение температуры воздуха и рост атмосферного давления. О начале вторжения можно знать по заметному отклонению движения облаков влево от приземного ветра или поворот приземного ветра с западного, северо-западного на северный и северо-восточный.

**Предсказание погоды по местным признакам.** Наибольшую ценность имеют местные признаки погоды, которые позволяют давать достоверные прогнозы без приборов, простыми визуальными наблюдениями (приложение 8).

**Роса** может образоваться после захода солнца только при ясной и тихой погоде и достаточно высокой влажности. Отсутствие облаков способствует увеличению испарения с поверхности земли и растений, благодаря чему они быстро охлаждаются, образуя капельки воды с внутренней стороны листьев. Но если роса, образовавшись с вечера, исчезла до утра, значит, во второй половине ночи вместо обычного дальнейшего понижения температуры воздуха наблюдалось ее повышение. А это возможно только при увеличении облачности до сплошной, вторжении более теплого воздуха, что после ясной или малооблачной погоды может свидетельствовать о предстоящем скором ухудшении.

**Влажность воздуха.** О влажности или сухости воздуха можно судить по дыму, распространению звуков, полетам птиц и насекомых. Повышение влажности воздуха в период устойчивой хорошей погоды обычно предшествует смене воздушных масс и приближению атмосферного фронта зачастую с осадками.

**Звук.** Во влажном воздухе звуки распространяются лучше, чем в сухом, поэтому, если в хорошую устойчивую погоду резко улучшается слышимость звуков, которые обычно не слышны или слышны плохо, то это свидетельствует о повышении влажности воздуха: если в поле далеко раздается голос, то будет дождь. Исключение составляет улучшение слышимости за счет попутного ветра.

**Дым.** Прямой столб дыма свидетельствует о сухости воздуха и безветрии, что обычно бывает при ясной (летом – сухой, зимой – мо-

розной) погоде или предшествует ей. При повышении влажности воздуха твердые частицы, из которых состоит дым, будучи гигроскопичными, набухают, тяжелеют и опускаются вниз либо горизонтально: дым столбом – к морозу или к ведру. Сухость воздуха способствует лучшему сгоранию топлива, влажность замедляет его горение: дрова в печи дымят, плохо горят – к оттепели; красный огонь в печи – к морозу, белый – к оттепели.

**Шерсть, соль.** При повышении влажности воздуха шерсть животных, волосы на голове, впитывая влагу, становятся мягкими; соль, сахар, табак и ряд других веществ сыреют; сахар сыреет – к ненастью; соль влажная – быть дождю.

**Вода.** Перед ухудшением погоды, которое обычно связано с понижением давления, в водоемах (колодцах, ключах, прудах) повышается уровень воды, на болотах появляются пузыри, слышно бульканье, острее начинают ощущаться запахи. Причиной этих явлений служит нарушение равновесия наружного атмосферного давления и давления воздушных пробок в подземных водоканалах: если в реках, озерах и колодцах вода прибывает – к дождю, убывает – к засухе.

**Зори.** Окраска зорь в красные цвета говорит о наличии водяного пара в нижнем слое атмосферы. Багряно-красная, похожая на зарево далекого пожара заря предупреждает о вероятном ухудшении погоды с усилением ветра: багровые зори – к ветру; летним утром красная заря предвещает дождь, а зимой – метель.

После захода солнца при совершенно ясном небе на западе в течение продолжительного времени может наблюдаться белое серебристое сияние без резких границ. Это показатель устойчивой хорошей погоды.

**Радуга.** Радуга возникает, когда на одной половине небосвода идет дождь, а на противоположной, свободной от туч, светит солнце. Таким образом, по радуге, как явлению, связанному с дождем, можно предугадать наступление дождя после продолжительного ведра или, наоборот, переход к ведру после длительного ненастья.

Дождевые облака обычно перемещаются с запада на восток, поэтому появление радуги утром – признак вероятного приближения дождя, вечером – признак вероятного прекращения дождя: радуга с наветренной стороны – день будет дождливый, радуга с подветренной стороны – день прояснится.

**Цветы, насекомые, птицы.** О влажности или сухости воздуха можно судить по реакции растений или поведению птиц, насекомых и животных. При повышении влажности воздуха многие цветы сжимаются, некоторые из них начинают отдавать лишнюю влагу в виде капелек воды на листочках.

Многие цветы и насекомые задолго до наступления изменений погоды чувствуют повышение влажности воздуха, падение атмосферного давления, ослабление солнечного света и скопление воздушного электричества перед грозой. На большой высоте, где летают птицы, эти перемены наступают раньше, чем у земной поверхности, и сказываются на поведении птиц и насекомых. Неприспособленность большинства насекомых к повышению влажности воздуха и усилению скорости ветра приводит к тому, что в такие периоды они опускаются низко к земле, забираются в поле и в лесу под листья. Вслед за насекомыми вынуждены опускаться вниз и птицы, добывающие пищу для себя и своих птенцов: ласточки низко летают – к дождю, а высоко – к ведру.

Говоря о прогностических свойствах птиц, следует отметить, что в ветреную погоду большинство из них, заботясь о сохранении тепла, садятся так, чтобы воздушный поток обдувал оперение, не проникая под него, и чтобы тело оказывало ветру наименьшее сопротивление: если вороны садятся как попало – день будет безветренный, если головами в одну сторону – с сильным ветром.

Особенно осторожно нужно относиться к способности птиц и животных предвидеть погоду на много дней вперед, а то и на целый сезон. Неоднократные проверки примет доказали их ошибочность. К примеру, запасы белок и мышей определяются в первую очередь урожайностью орехов и зерна. Ласточки отправляются на юг не в зависимости от приближающейся зимы, а тогда, когда молодые птенцы оперятся и наберут достаточно сил для длительного полета. Бедствия, происходящие почти ежегодно с птицами весной из-за возвратов снежного покрова или осенью (ранние и сильные холода), едва ли случались, если бы они могли заблаговременно их предугадать.

Можно сформулировать ряд важных положений для правильного ведения наблюдений:

1. Никогда не делать предсказание погоды по одному только признаку.
2. Чем больше признаков указывает на ту или иную погоду, тем больше вероятность ее наступления.
3. При наличии признаков, указывающих разную погоду, принимается во внимание большинство согласующихся между собой признаков.
4. Резкое изменение давления, облачности, ветра и т.п. при согласном значении связанных с ними признаков указывает, что вероятность соответствующего изменения погоды очень велика.
5. Наоборот, неясное или противоречивое изменение признаков указывает, что погода в ближайшее время мало изменится.
6. Обычно известный характер погоды удерживается чаще, чем резкие изменения погоды.

Наилучшие результаты предсказания погоды достигаются при каждодневных наблюдениях и ведении записей в специальном дневнике. Вместе с записью состояния и изменений погоды в нем рекомендуется фиксировать подмеченные признаки ее устойчивости или предполагаемого изменения. В дальнейшем это дает возможность учесть, через какой промежуток времени после появления тех или иных признаков происходит перемена погоды.

Ознакомимся с важнейшими признаками погоды для предсказания ее устойчивости или изменчивости путем самостоятельных наблюдений в течение теплого полугодия (конец весны, лето, начало осени).

### **Признаки устойчивой хорошей (малооблачной без осадков) погоды**

1. Давление воздуха высокое, почти не изменяющееся за день или медленно и равномерно повышающееся в течение нескольких суток.

2. Ветер: ночью тихо, днем усиливается, а к вечеру снова затихает. Может быть различного направления, обычно совпадает с движением облаков.

3. Облачность: иногда небо весь день безоблачно или с редкими, перистыми, кажущимися неподвижными облаками, к вечеру исчезающими или не увеличивающимися в количестве. Ночью чаще безоблачно, утром появляются кучевые облака, увеличивающиеся к полудню и вновь исчезающие к вечеру. Величина их относительно небольшая, движение медленно и по направлению совпадает с ветром у земли. Нижняя граница облаков днем заметно поднимается над землей.

4. Осадки: дождя нет, ночью сильная роса, исчезающая утром (весной и осенью – иней на траве). С вечера до утра по низинам туман осенним утром иногда вызывающий морось.

5. Температура воздуха: днем на солнце жарко, к вечеру и ночью (особенно к утру) прохладно. Ночью в низинах и поле заметно холоднее, чем в лесу или на холме. Весной и осенью заморозки на почве.

6. Влажность воздуха: днем сухо, к ночи сильно увеличивается.

7. Оптические явления: небо у зенита днем яркой темно-синей окраски. Венцы в облаках около луны большого диаметра. Сумерки короткие. Звезды мерцают слабо, зеленовато светятся. Вечерняя заря желтая, золотисто-желтая или розоватая. Солнце садится при безоблачном небе или тающих резко очерченных облаках.

8. Другие признаки: дым от костра, из труб поднимается прямо вверх. Угли в костре быстро покрываются пеплом. Дальние предметы покрыты дымкой. Пчелы вылетают за «взяткам» с самого утра. Вокруг цветков желтой акации много насекомых. В вечерние часы мошки и комары-толкуны вьются столбом. Ласточки и стрижи летают высоко. Жаворонки много и долго поют. Чайки сидят на воде.

### **Признаки ухудшения погоды (перемены к ненастью)**

1. Давление непрерывно понижающееся или колеблющееся. Чем быстрее понижение, тем скорее ухудшится погода.

2. Ветер: усиливается, становится ровнее, дует днем и ночью. Приближается по направлению к тому, которое в данной местности приносит ненастье, совпадает с движением облаков.

3. Облачность увеличивается. Сначала появляются быстро бегущие с запада или юга перистые в виде полос, конских грив, языков пламени облака, сходящиеся у горизонта. Число их увеличивается, контуры расплываются, постепенно все небо покрывают перисто-слоистые облака, затем более плотные и низкие. Направление их движения не совпадает с направлением ветра у земли. Если днем были кучевые облака, которые к вечеру скопились в форме гор, высоких башен, а нижний край их опустился, – приближается гроза.

4. Осадки: роса ночью слабая или ее нет, тумана в низинах не видно. Приземный туман, иней если и был ночью, то исчез до восхода солнца. Из появившихся низких облаков начинается дождь.

5. Температура воздуха: разница дневной и ночной температуры уменьшается. Вечером становится теплей, чем в тот же день утром. После дождя нет похолодания.

6. Влажность воздуха: воздух становится сырым даже днем.

7. Оптические явления: днем у зенита небо мутнеет. Венцы луны уменьшаются. Сумерки становятся продолжительнее. Усиливается, особенно к утру, мерцание звезд. Они отливают то красным, то синим цветом. Утренняя заря красная, вечерняя – багрово-красная. Гало вокруг луны или солнца в виде круга большого диаметра. Солнце заходит, закрытое облаками.

8. Другие признаки: дым от костров и труб стелется по земле, усиливается запах цветов, трав, сточных вод. Угли в костре ярко тлеют. Комары кусают не только с вечера, но и всю ночь. Рыба «играет», прыгает из воды. Ласточки и стрижи начинают летать низко над землей.

### **Признаки устойчивой ненастной погоды**

1. Давление неизменно низкое или продолжающее падать в течение нескольких суток. При быстром его падении ожидается короткое, но бурное ненастье.

2. Ветер постоянно умеренный или сильный, чаще всего юго-западный, реже северо-восточный. Направление изменяет мало.

3. Облачность: все небо сплошь или в большей части закрыто низкими плотными слоистыми или слоисто-дождевыми облаками, которые движутся поперек или навстречу ветру, дующему у земли.

4. Осадки: слабый, но непрерывный дождь, если с промежутками, то более сильный. Приземных: тумана, росы, инея, нет.

5. Температура воздуха днем и ночью отличается мало.
6. Влажность воздуха ощущается ночью и днем.
7. Оптические явления: в просветах облаков небо у зенита мутное, белесоватое. У луны малые, почти прилегающие к ней венцы. Сумерки длинные. Ночью в просветах облаков сильно мерцающие звезды, отливающие синеватым и красноватым цветом. Небо кажется низким, даль видна хорошо.
8. Другие признаки: ясная слышимость отдельных и слабых звуков.

### **Признаки перемены ненастной погоды к лучшему**

1. Давление воздуха медленно, но неуклонно повышается. При резком возрастании давления улучшение погоды будет непродолжительно.
2. Ветер становится порывистым, более холодным, меняет направление, ослабевает. Восстанавливается его суточный ход (днем сильнее – к ночи слабее).
3. Облачность уменьшается, становится переменной. Облака поднимаются над землей, переходят в кучевые, движущиеся соответственно направлению приземного ветра, затем «тают» на глазах наблюдателя, исчезают совсем.
4. Осадки: дождь выпадает только из отдельных туч и прекращается совсем. К вечеру появляются в низинах туман, на траве роса (осенью и весной – иней).
5. Температура воздуха сильнее отличается днем и ночью. Весной и осенью ночью заморозки.
6. Влажность воздуха заметно уменьшается. Ее суточный ход выражен ярче.
7. Оптические явления: днем небо у зенита в просветах облаков ясное, чистое. Сумерки становятся короче. Мерцание звезд уменьшается. Вечерняя заря желтой окраски. Воздух становится малопрозрачным.
8. Другие признаки: слышимость отдельных звуков уменьшается. Дым от труб и костров поднимается вертикально.

**? Вспомните.** 1. Для чего необходимо относительно точно прогнозировать погоду? 2. Что называют атмосферным фронтом? 3. По каким явлениям природы можно определить приближение теплого и холодного фронтов? 4. Как можно предсказать погоду по поведению насекомых, птиц и цветам? 5. Что следует учитывать при предсказании погоды? 6. Какие признаки указывают на ухудшение погоды? 7. Какие признаки указывают на перемену ненастной погоды к лучшему?

## § 51. ЖИВЫЕ БАРОМЕТРЫ

Растения и животные в процессе естественного отбора в течение длительного исторического развития приобретали защитные функции, благодаря которым приспосабливались жить в той или иной обстановке, реагировать на изменения в природе, особенно на неблагоприятные погодные условия. Годовые циклы в жизни растений и животных (появление листьев весной и листопад осенью, перелеты и миграции птиц), кратковременная реакция на изменения погоды (закрытие цветков у растений перед дождем, длительная кормежка у зверей и птиц перед наступлением ненастья и др.) – все это приспособительные функции живых организмов.

Являясь частью самой природы, человек в течение многих веков наблюдал всевозможные изменения окружающей обстановки, реакцию на эти изменения растений и животных, постепенно накапливал опыт, выявлял закономерности, которые затем аккумулировались в приметы, поверья. Особенное значение имело такое «поведение» растений или животных, которое предсказывало погоду. Живые барометры помогали человеку в его повседневной хозяйственной деятельности.

Предсказание погоды живыми организмами становится понятным, если проанализировать особенности их поведения, пищевые связи, образ и условия жизни, отношение к теплу и холоду, к влажному и сухому воздуху, к количеству кислорода в воде и т.д. Например, вьюн и пиявка, уклейка и сом перед бурей с грозой начинают метаться в воде, всплывают к поверхности, а то и выскакивают из воды. А почему? Давайте проанализируем, что предшествует такому изменению погоды. Прежде всего, изменение (снижение) атмосферного давления, что влечет за собой выделение воздуха из воды и, следовательно, уменьшение содержания в ней кислорода. Это и вызывает беспокойство водных животных: они начинают активно передвигаться, поднимаются к поверхности, где больше кислорода.

Перемене погоды предшествует изменение влажности воздуха, а это в первую очередь отражается на характере полета насекомых: крылья их становятся влажными, тяжелыми, и они вынуждены летать более низко. И как следствие, изменяется поведение птиц и рыб, которые связаны с насекомыми пищевыми цепями: ласточки начинают летать низко над землей, густера и уклейка выскакивают из воды и ловят насекомых.

Повышение влажности воздуха активизирует выделение нектара в цветках многих растений (акация, жимолость), что ведет к резкому увеличению количества насекомых над этими растениями. У других растений изменяется (снижается) тургор (напряжение) лепестков и

листочков – листья опускаются, цветочки и соцветия закрываются или сжимаются (кислица, клевер, одуванчик, календула и др.).

Спросите лесника или грибника, и они ответят вам, что в иные дни идешь по лесу и не замечаешь паутины, а иногда она прямо липнет к лицу. А ведь это тоже сигналы к изменению погоды. Или другой пример – поведение пауков в течение дня. Они не переносят сырости, боятся росы, а также зноя. Поэтому утром выходят на охоту, когда с паутины и окружающих жилище предметов сошла влага, то есть в росное утро погожего дня – позже, перед ненастьем, когда с утра на траве роса отсутствует, – раньше. В знойный полдень они обычно отсиживаются в укрытиях. Если же они вышли на охоту в жару, значит, следует ожидать резких изменений погоды – гроза, сильный ветер, град, которые могут порвать паутину и лишить их пищи на долгое время.

Способность животных предсказывать погоду часто связана с восприятием инфразвука, улавливанием колебаний атмосферного давления и других сигналов. Во время шторма, когда над морем бушует сильный ветер и морские волны образуют инфразвуки с частотой колебаний в 8–12 герц, многие морские животные улавливают их и стремятся укрыться от бури и шторма в глубине моря или за скалами. Например, в ухе медузы плавают крошечные камешки, которые приходят в движение от инфразвука, вызывают раздражение нервных клеток уха, «сообщая» о приближении бури или шторма, и она успевает вовремя укрыться от стихии.

Присматриваясь к поведению птиц, живущих возле домов или населяющих парки и скверы, дачные поселки, вы убедитесь, как резко меняются их поведение и голоса (пение) в зависимости от предстоящего изменения погоды (краткосрочного или долгосрочного). Они же являются и самыми первыми зримыми вестниками приближения весны и осени. Еще в марте большая синица своей песенкой-веснянкой оповестит вас о наступлении весны. Ее голос часами звенит на деревьях как колокольчик. Но вот все меньше и меньше птиц остается в населенных пунктах, все реже и реже они порхают на деревьях. Улетели дальше на север свиристели, снегири и чечетки. Изменился цвет коры у деревьев и кустарников, начинают набухать почки. Присмотритесь к грачам и другим перелетным птицам. Если весной грачи летят прямо на гнезда, а перелетные птицы возвращаются с юга большими стаями, то весна будет теплой и дружной.

Кто хоть раз видел ледоход, наверняка захочет еще раз увидеть это прекрасное зрелище. А как предвидеть его начало? В народе говорят, что если верба зацветает – скоро будет ледоход. Но прошел ледоход, а вода все прибывает и прибывает, а как знать – быть большому разливу или нет, меньший или больший будет паводок, чем в прошлом году? И здесь на помощь могут прийти наблюдения за птицами.

При сильных разливах дикие утки строят гнезда не на лугу, а на высоких берегах и небольших возвышенностях, а камышовки размещают свои гнезда выше старых. Спад весеннего половодья в народе связывают с первой песней соловья. Весна не только пора цветов, радости и любви, это и пора весенних полевых работ, посевная. Много неприятностей, особенно овощеводам, доставляют весенние заморозки. Живые барометры и здесь приходят на помощь людям: «Если дикая яблоня не цвела – ожидай морозов» или «Скворец на ночь не садится на деревья – жди утром заморозок или снег», «Морозам больше не бывать – кукушка стала куковать».

В основу многих прогнозов погоды, особенно долгосрочных, положены народные приметы, которые порой носят чисто символический характер: «Прилетела трясогузка и хвостом лед на реке разбила» или «Зацвела верба ранняя – скоро будет ледоход». Естественно, что ни ледоход не повлиял на птицу или вербу, ни птица и верба на ледоход. Все связано с весенним потеплением. В других случаях наблюдаются вполне закономерные явления, хотя и недостаточно объясненные наукой. Например, пчелы осенью по-разному реагируют на предстоящую зиму: почти полностью залепливают леток и только оставляют небольшое отверстие – к холодной зиме, летки оставляют открытыми – к теплой зиме.

Помощниками человека в предсказании погоды стали более четырехсот видов растений и животных, но это далеко еще не предел. Однако в последнее время проведение наблюдений за живыми барометрами значительно усложнилось в связи с загрязнением окружающей среды, появлением признаков парникового эффекта, осушением болот, и как следствие, изменением климата и резким нарушением взаимосвязей и взаимовлияний в живой природе.

Всем приметам без разбора верить не следует. Предварительно надо проверить их оправдываемость в данном районе. Ученые установили, что лишь очень небольшая часть примет о погоде действительно совпадает с научными данными о ней. Из ста наиболее распространенных среди примет о погоде только 9 оказались верными, 11 – правильными лишь при некоторых условиях, а 80 – ошибочными.

**? Вспомните.** 1. Почему живые организмы называют живыми барометрами? 2. Как изменяется поведение животных перед изменением погоды? Приведите примеры. 3. Какие народные приметы помогают прогнозировать погоду?

## VI. РЕКРЕАЦИОННЫЕ ТЕРРИТОРИИ

### § 52. РЕКРЕАЦИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

В наше динамичное время изменились не только темпы жизни, но и содержание отдыха: теперь это чаще всего деятельность и притом весьма активная, включающая и передвижение (прогулки, путешествия), и такие занятия, которые раньше входили в повседневный труд (гребля, охота, сбор грибов, ягод и т.д.). Поэтому теперь нередко вместо «отдыха» говорят о «рекреации» (активном восстановлении сил человека, израсходованных в процессе труда) и даже, еще точнее, о «рекреационной деятельности». Хотя это понятие довольно широкое – от туризма и спорта до художественного творчества и коллекционирования, – наиболее часто оно означает ту форму отдыха, которую раньше именовали отдыхом «на лоне природы».

С ростом городов, увеличением концентрации населения и изменением городской среды неизбежно усиливается тяга горожан к отдыху за пределами города, повышается их рекреационная активность. Так, из крупных городов в жаркие летние дни выезжает в зеленую зону до трети их жителей (хотя, конечно, распространена рекреация и в самом городе – в парках, скверах и других озелененных участках).

Главные магниты, притягивающие отдыхающих (рекреантов) за пределами города, – это водоемы и, конечно, растительность. Прежде причины такого притяжения были в основном чисто утилитарными (сбор съедобных растений и грибов, лекарственных трав). В наши дни эта «потребительская рекреация» тоже играет немалую роль: по наблюдениям ученых, каждая волна моды на какой-нибудь продукт леса (будь то целебная трава или коряги для лесной скульптуры) вызывает новую волну посетителей леса. Но теперь добавились и новые мотивы, привлекающие горожан на лоно природы: психологические, гигиенические и т.п., что некоторыми авторами определяется как «поиск психофизиологического комфорта» за пределами города. По-прежнему велика эстетическая притягательность природы.

Интересно, что далеко не все типы растительности и не все ландшафты в равной мере привлекательны для горожан. Наблюдения специалистов показали: наиболее предпочтительны для отдыха ландшафты с чередованием леса и открытых мест, светлые леса и редколесья с полянами и опушками, разнообразием солнечных прогалин и затененных участков. А литовские экологи попытались выразить это предпочтение в цифрах: по их данным, оптимальной считается такая структура рекреационных лесов, в которой «закрытые ландшафты» занимают 65–75%, полузакрытые – 15–20, открытые – 10–15%.

Влияние рекреации на природу получило в современной экологии выразительное название «рекреационная нагрузка». И, вероятно, не будет преувеличением утверждать, что наиболее тяжело ее бремя ложится на растительный покров. Рекреационные нагрузки действуют на растительность как комплексный фактор, сочетающий прямые влияния на растения и косвенные – это те разнообразные изменения, которые возникают в среде растительного сообщества в результате пребывания в нем людей. Некоторые из них: поломки деревьев и кустарников, неумеренные сборы цветущих трав, замусоривание и даже пожары – совсем не обязательны и связаны с низкой экологической культурой отдыхающих. Но есть и неизбежные последствия, которые определяются тем простым фактом, что мы ходим ногами по земле. Самое заметное из них – сильное уплотнение верхнего слоя почвы. Достаточно сказать, что в наиболее часто посещаемых участках лесов поверхностный слой почвы по твердости вполне сравним с асфальтом! А отсюда и различные нарушения водно-воздушного режима почвы. Так, снижается ее водопроницаемость, что приводит к иссушению, ухудшается доступ воздуха к корням. Зимой в несколько раз увеличивается глубина промерзания почвы. Сильно тормозится столь необходимая для нормального биологического круговорота деятельность почвенных микроорганизмов.

По исследованиям почвоведов, в парках и лесопарках под густой сетью переплетающихся дорожек возникает система «почвенных вазонов» – чашеобразных замкнутых участков. Основанием такого «вазона» служит довольно плотный нижний слой почвы (иллювиальный горизонт), стенками – уплотненные пешеходами участки почвы под дорожками. Внутри этого «вазона» почва еще достаточно рыхлая, но как-то расти в нем деревьям? Ведь в жару почва в «вазоне» сильно пересыхает, а после дождей здесь застаивается вода. Все эти нарушения не могут не сказаться отрицательно на почвенном питании и водном режиме растений в излюбленных местах загородных прогулок горожан.

Кроме косвенных влияний, растениям достаются и прямые «удары» при вытаптывании – давление, ранение, – а то и просто уничтожение. Больше других страдают травы с непрочными цепляющимися стеблями (например, горошек мышиный), лесные растения с нежными тонкими листьями (майник, седмичник), высокорослые растения с ломким стеблем (купырь и другие зонтичные).

По устойчивости к вытаптыванию первые места занимают обычные обитатели деревенских улиц, тропинок, придорожных обочин. Это птичья гречиха (или спорыш), подорожник, одуванчик и другие растения, имеющие распластанные по земле побеги или прижатую к земле розетку листьев, гибкие жилки листа, упругие прочные стебли, скрытые в почве точки роста и другие защитные черты, помогаю-

щие выдержать давление наших шагов. Немаловажны для устойчивости и такие свойства, как быстрая регенерация поврежденных частей, способность к быстрому размножению. Но и для этих видов вытаптывание не проходит бесследно: нарушаются процессы роста, образуются карликовые формы с неправильным ветвлением и крохотными листьями. Например, у подорожника на тропинках площадь листа примерно в 10 раз меньше, чем в луговом травостое, а у клевера ползучего – почти в 40 раз. В такой же степени вытаптывание задерживает рост мхов и лишайников. Ну, а когда у растения настолько уменьшилась «рабочая» поверхность, ясно, что оно обречено если и не на гибель, то на крайнее угнетение.

Даже зимой, когда, казалось бы, горожане оставляют пригородную природу в покое и дают ей отдохнуть, растительность кое-где продолжает испытывать бремя рекреационных нагрузок. Речь идет о любимых местах зимнего отдыха – популярных лыжных трассах и спусках. Исследования показали, что на таких участках сильно уплотнен снеговой покров, глубже промерзает почва, а это не безразлично для зимовки растений, особенно ранневесенних многолетников, у которых уже зимой начинается подснежное развитие. На склонах, где снег не только уплотняется, но и сгребается лыжниками при спусках и подъемах, раньше появляются проталины и весной идет интенсивный смыв почвы. В результате здесь исчезают многие обычные луговые и степные виды, растительный покров становится чахлым, разреженным и состоит в основном из мелких однолетников, которые охотно селятся на нарушенных местах. Иными словами, на жизни растительного покрова сказываются даже те рекреационные влияния, которые действуют не непосредственно на растения и не в период их развития, а косвенно и совсем в иное время, за пределами вегетационного сезона.

Для деревьев вытаптывание, на первый взгляд, не столь опасно, как для трав, ведь оно не затрагивает их фотосинтезирующие органы. Но здесь беда подкрадывается с другой стороны: от постоянного давления и уплотнения почвы страдают корни, особенно у древесных пород с неглубокой корневой системой, например у ели. Недаром у елей, растущих в парках близ популярных пешеходных тропинок, при раскопках обнаруживается одностороннее развитие корней. Обычно в верхних слоях почвы резко, в 2–3 раза, уменьшается количество наиболее интенсивно работающих частей корневой системы деревьев – тонких корешков, всасывающих воду и питательные вещества. Но иногда бывает и наоборот: при сильном уплотнении почвы эти корни сосредоточены в самом верхнем ее слое. Такое явление – «поднятие корней вверх» – отмечалось в часто посещаемых лесах. По-видимому, здесь происходит то же, что с корнями сосны на болоте: при недостатке воздуха в почве корневые окончания, чувствительные к снабже-

нию кислородом, начинают расти вверх, как бы спасаясь от удушья. Но если корни болотной сосны таким способом успешно преодолевают затруднения, то при вытаптывании происходит печальный парадокс: корни поднимаются навстречу гибели, поскольку их ждет еще и механическое разрушение.

Неудивительно, что один из результатов действия рекреационных нагрузок на деревья – снижение их прироста в высоту и по толщине ствола. Об ухудшении состояния древесных пород в рекреационных зонах можно судить и по тому, что многие деревья имеют отсыхающие верхушки (лесоводы называют это явление «суховершинностью»), больше поражаются насекомыми-вредителями и болезнетворными грибами. Даже безвредный опенок, обычно мирно сожительствующий с деревьями в качестве симбионта, в часто посещаемых лесах иногда начинает вести себя как паразит, особенно опасный для ослабленных деревьев.

Разные древесные породы неодинаково относятся к рекреационным нагрузкам. Наиболее устойчивы, как уже ясно из сказанного выше, виды с глубоко расположенными корневыми системами, к тому же сравнительно мало требовательные к почвенной влаге и аэрации (например, сосна, береза). Сильнее страдают от вытаптывания дуб, липа и особенно ель.

Рекреационные нагрузки действуют не только на отдельные растения, но и на растительные сообщества в целом. Ярче всего это проявляется в лесу, как наиболее привлекательном для горожан типе растительности. Естественно, что чем ближе участок леса к городу, тем он доступнее, чаще посещается и тем сильнее на нем сказываются рекреационные влияния. Исследования показали, например, что из потока рекреантов, устремляющихся из города в выходные дни, более двух третей оседает в ближней зоне, доступной за один-два часа пути.

Вокруг больших городов четко выделяются кольцевые зоны, в которых леса находятся на разных стадиях ухудшения под влиянием рекреации. Двигаясь от отдаленных ненарушенных лесов по направлению к городу, можно проследить, как изменяются леса по мере увеличения нагрузки, и различить стадии нарастания «рекреационной дигрессии» (от лат. *digredog* – ухудшать). Обычно выделяют пять таких стадий.

На первой стадии (в наиболее дальних участках, куда добираться лишь единичные отдыхающие) в лесу еще практически незаметны следы пребывания людей. Здесь полностью сохраняются видовой состав и фитомасса напочвенных трав и кустарничков, не нарушена лесная подстилка, молодой подрост древесных пород многочисленный, древостой совершенно здоров.

На второй стадии (ближе к городу) заметно вытаптывание подстилки, появляются тропинки, под полог леса начинают проникать некоторые травы – обитатели опушек.

На третьей стадии, когда вытоптанные участки составляют уже 10–15% территории, начинается замедление роста и отмирание отдельных деревьев, осветление под пологом леса. Появляются светолюбивые луговые и сорные виды, вытесняя менее конкурентоспособные лесные растения. Ухудшается состояние лесного подроста и почти нет всходов древесных пород.

На четвертой стадии, когда площадь вытоптанных мест достигает 20% и более, лес, по существу, уже теряет характер целостного растительного сообщества и распадается на отдельные «осколки» – группы деревьев и кустарников (лесные куртины), окруженные дорожками и полянами с луговой и сорной растительностью.

На пятой стадии подавляющая часть территории вытоптана и лишена напочвенной растительности, лишь кое-где у основания древесных стволов можно заметить единичные сорняки и придорожные растения. Почва утрамбована, древостой очень редкий. Сохранившиеся деревья – больные или ослабленные, с различными повреждениями, они уже не справляются с заживлением ран; у многих обнажены корни. Подрост практически отсутствует.

В лесах из разных древесных пород стадии рекреационной дигрессии сходны и различаются лишь в деталях. Так, в сосняках с напочвенным покровом из мхов или лишайников, чрезвычайно чувствительных к вытаптыванию (и особенно хрупких в сухом состоянии), уже при небольших рекреационных нагрузках обнажается почва. А вот в смешанных лесах с участием ели возможно даже некоторое улучшение состояния лиственных деревьев и кустарников в умеренно посещаемых местах. Дело в том, что на ранних стадиях дигрессии ухудшается рост ели и отчасти снимается тот пресс затенения, под которым вынуждены жить ее спутники. В дубовых лесах под влиянием рекреации исчезают ранневесенние «подснежники» (пролеска, хохлатка и др.): они очень чувствительны к уплотнению почвы и, кроме того, эти красивоцветущие растения становятся первыми жертвами горожан, «вырвавшихся» в лес после долгой зимы.

При большой посещаемости (на последних стадиях дигрессии) самые различные изначально леса превращаются в однообразные, так называемые рудеральные типы – сильно вытоптанные, с изреженным древостоем и скудным напочвенным покровом, в котором набор видов (в основном сорняков-однолетников) почти одинаков.

Регулировать рекреационные нагрузки на природу можно, лишь ориентируясь на такие чисто человеческие качества, как способность к плановым действиям, научно обоснованное самоограничение на базе осознанной необходимости. Иными словами, главный расчет – на планирование рекреационных нагрузок и экологическое воспитание горожан.

Первый шаг к планированию рекреационных воздействий на природу вокруг и внутри городов – определение допустимых нагрузок. Но если речь идет о каких-то пределах, значит, степень нагрузки должна быть выражена в количественных единицах.

Существуют разные способы количественной оценки рекреационных нагрузок: например, определение плотности нагрузки (число человек на гектар), ее интенсивности (то же в час), суммарного пути, пройденного людьми за единицу времени, и др. А как учесть число отдыхающих? Для этого применяют разнообразные методы – от прямого подсчета на «пробных» участках и анкетирования до способов, заимствованных из практики изучения пассажиропотоков на транспорте, в частности, установку фотоэлектрических счетчиков при входах в лесопарки, на пристани и т.д. На небольших территориях возможно даже нанести на карту распределение отдыхающих, подобно тому, как ботаники картируют распределение растений и растительных сообществ.

Для оценки состояния растительности под влиянием рекреации также предложены различные количественные показатели: процент площади вытоптаных участков, соотношение устойчивых и неустойчивых к вытаптыванию видов и др. Степень устойчивости растительного покрова иногда определяют с помощью экспериментальных методов, моделирующих влияние рекреантов.

Пока еще не существует общепринятых норм допустимых рекреационных нагрузок для разных ландшафтов и типов растительности. Инструкции по проектированию пригородных лесопарков дают разноречивые цифры (например, в Беларуси – 2,5 чел./га, Украине – 16 чел./га), но они не учитывают неодинаковую устойчивость разных природных объектов. Научная разработка предельных рекреационных нагрузок позволяет определить эти нормы для разных типов леса, с учетом их положения в рельефе, почвенных условий и т.д. Так, в Подмосковье для ельников с покровом из кислицы предельная нагрузка составляет 11–12 чел./га, для дубрав – 20, березняков – 25–30 чел./га; в лесопарковой зоне Санкт-Петербурга для тех же типов леса – соответственно 4, 11 и 19 чел./га.

Но как соблюдать нормы допустимых рекреационных нагрузок? Ведь в действительности они нередко превышаются во много раз. По подсчетам белорусских ученых, зачастую рекреационные территории используются с нагрузкой от 68 до 620 чел./га.

Очевидно, желательны какие-то меры, регулирующие посещения загородной природы. Если на первой и второй стадиях рекреационной дигрессии еще допустимо стихийное распределение отдыхающих по территории, то уже на третьей – необходима своего рода «канализация» их потоков, чтобы уменьшить, как говорят специалисты,

«коэффициент проникновения людей». Это может быть прокладка специальных прогулочных маршрутов по благоустроенным дорожкам, идущим по живописным местам и одновременно уводящим от наиболее уязвимых или нарушенных участков.

Неоднократные опросы отдыхающих показывали, что большинство предпочитает пользоваться в лесах дорогами: около 80% – грунтовыми, около 10% – асфальтовыми. Умело формируя привлекательные пейзажные группы из деревьев и кустарников, можно регулировать направление потока отдыхающих, защищая растительность с ее же помощью.

Рекомендуется также создание в лесопарках таких притягательных для отдыхающих объектов, как пейзажные поляны, места для костров, отдыха и игр, обзорные площадки с красивыми видами (бельведеры), пруды для купания, плантации экзотических растений. Благоустройство рекреационных территорий должно включать и защитные меры для растительности. Например, вокруг групп ценных древесных пород рекомендуется создавать плотные посадки кустарников (лучше даже колючих).

Ну, а если полностью остановить поток отдыхающих и закрыть поврежденные участки от посещений, можно ли рассчитывать, что пострадавшие леса «выздоровеют»? Иными словами, обратима ли рекреационная дигрессия, способен ли растительный покров к восстановлению?

Оказалось, что в «отдыхающем» лесу довольно быстро начинаются процессы восстановления; Исчезают агрессивные, но недолговечные сорняки, уступая место вначале луговым травам, а затем и лесной флоре; внутри куртин накапливается подстилка, появляются всходы древесных пород и кустарников, восстанавливается благоприятный для лесных растений микроклимат. Уже за шесть–семь лет куртины возвращаются к первоначальному «лесному» облику. Однако на вытоптаных участках растительный покров, естественно, «приходит в себя» гораздо медленнее и на полное возрождение лесного сообщества требуется 20–25 лет. Примерно таков же срок его формирования при создании искусственных куртин на месте тех рекреационных лесов, где изменения стали уже необратимыми. Еще дольше восстанавливается лесная растительность на участках с особо сильным уплотнением почвы: в литературе описаны случаи зарастания лесом заброшенных дорог – на это понадобилось не менее 50 лет.

Успешный опыт восстановления нарушенной рекреацией пригородной и городской растительности вселяет надежду: ситуация не безнадежна, природные экосистемы обладают определенной «упругостью» – способностью вернуться в исходное состояние после снятия деформирующей нагрузки. Надо только не превышать предел допус-

тимых нагрузок, чтобы изменения не стали необратимыми, иными словами, чтобы отдых утомленных «благами» урбанизации горожан «на лоне природы» не привел к уничтожению этой столь желанной для них возможности.

**? Вспомните.** 1. Что понимают под рекреацией? 2. Как проявляется рекреационная нагрузка на растительный и древесный покров? 3. Какие выделяются стадии рекреационной дигрессии? 4. Как можно регулировать рекреационные нагрузки на природу?

## § 53. ЛЕС

Лес – это природное сообщество, в котором основная роль принадлежит деревьям. В формировании лесных массивов Беларуси ведущая роль принадлежит малотребовательной к условиям произрастания и отличающейся широким экологическим диапазоном сосне. Чистые и смешанные ее насаждения обычны и повсеместны, как на песчаных пространствах Полесья, так и на верховых болотах северных частей республики. Не менее характерны для Беларуси живописные леса и лесные урочища, образованные елью, дубом, березой, осинной. Нередко в формировании древостоя принимают участие граб, ясень, клен и вяз, местами образующие самостоятельные насаждения. В поймах рек и на заболоченных почвах встречаются заросли ивы.

В Беларуси лесами покрыто около 38% территории.

Лес резко отличается от соседних открытых пространств своим микроклиматом. Изменение климата внутри леса вызывается, прежде всего, тем, что атмосферные факторы воздействуют здесь не прямо на поверхность земли, а на более или менее сплошную, хотя и неровную поверхность, образованную кронами деревьев. Кроны деревьев являются экраном, который первым испытывает влияние таких факторов, как лучистая энергия солнца, осадки и пр., частично задерживая их, частично пропуская дальше, но уже в измененном виде. Под пологом деревьев любой фактор физической среды приобретает совершенно иной характер, чем вне леса.

Сомкнутость древесно-кустарниковой растительности делает температуру в лесу более ровной; ее колебания (и суточные, и сезонные) значительно меньше, чем на открытых пространствах. Летом в лесу всегда прохладнее, зимой – теплее. Во время заморозков даже под кроной отдельно стоящего дерева температура на 2–3° выше, чем на поляне. Особенно устойчива температура в дуплах, под корой деревьев и пней, в пустотах между корнями, подо мхом и лесной подстилкой.

Защитные свойства леса проявляются и в ослаблении силы ветра. Более всего задерживается ветер еловыми насаждениями, в которых практически всегда господствует безветрие. Ослабление силы ветра в лесу приводит к образованию в нем глубокого и рыхлого снежного покрова, предохраняющего от промерзания почву и лесную подстилку.

Лесная растительность оказывает также влияние и на осадки, и влажность воздуха. Большая часть осадков задерживается кронами деревьев, далее попадает на стволы и нижележащие ярусы и лишь частично достигает поверхности земли. Много влаги впитывается почвенным покровом и подстилкой, и в почву проникает лишь небольшой процент выпавшего дождя. Вместе с тем подстилка препятствует испарению той влаги, которая проникла в почву, и таким образом обеспечивает большую равномерность влажности лесных почв. Уменьшает испаряемость почвы и повышает влажность воздуха в лесу и почти полное отсутствие ветра. Лес задерживает влагу, влажность в лесу всегда выше, чем на открытых пространствах.

Важный элемент среды обитания растений и животных леса – фактор освещенности. Относительная интенсивность света в лесу составляет 5–20% сравнительно с открытым местом, а в еловом лесу – даже 1–2%. С этим связано отсутствие ярких цветов в окраске насекомых и других беспозвоночных леса.

На распространение и размножение обитателей леса большое влияние оказывают почвы. Оно проявляется либо непосредственно через физико-химические свойства почв, либо косвенным образом, через различный состав и состояние растительности. Косвенно влияют на численность и качественное разнообразие обитателей леса не только сами почвы. Недостаток влаги или, наоборот, длительное затопление и заболачивание, расшатывание корневой системы деревьев проходящими бурями, накопление в лесу поваленных деревьев – все это ослабляет рост и защитные свойства деревьев и тем самым способствует увеличению в лесу фауны беспозвоночных, и в первую очередь насекомых-вредителей.

Очень сильное влияние на состав и распространение энтомофауны оказывают лесные пожары. Ослабленные пожаром деревья подвергаются массовому нападению вредителей. В огромных количествах появляются такие виды, которые до пожара в лесу не встречались вовсе или были редкими. Массовое появление на горях вредителей может вызвать гибель еще жизнеспособных деревьев.

Лес представляет своим обитателям почти неограниченные кормовые возможности. Прежде всего, это сами деревья и кустарники – их листья, хвоя, кора, побеги, цветы и семена. Ряд насекомых использует в качестве корма здоровую и гниющую древесину стоящих на корню и упавших деревьев, а также пней. Кормом многим лесным обитате-

лям служат травянистые растения леса, ягодники, мхи и лишайники. Для личинок некоторых насекомых питательным субстратом являются грибы. Многие насекомые питаются древесными трутовиками. Учесть запасы растительных кормов леса практически невозможно, настолько они разнообразны и велики.

Говоря об особенностях условий обитания в лесу, необходимо отметить так называемую ярусность леса. Высоко поднимаясь над поверхностью земли, лес значительно расширяет вертикальные границы существования животных. Число ярусов может достигать 4–5: два (редко три) древесных яруса, подлесок и подрост, наземный травяной, моховой или лишайниковый покров. Чем сложнее растительная группировка, тем больше в ней мест обитания для животных и тем выше, следовательно, плотность населения и разнообразнее видовой состав лесной фауны.

Ярусность леса проявляется и в несколько ином плане: различными ярусами могут быть названы крона деревьев, стволы деревьев, трава, мох, лесная подстилка и почва. Условия для существования животных и, прежде всего, условия питания в разных ярусах не одинаковы. С этим в тесной связи стоит ярко выраженная ярусность в распределении многих лесных животных и их специализация. Вы никогда не найдете жуков листоедов под корой деревьев, место их обитания – листья кроны. В то же время типичным местом обитания жуков-короедов являются именно стволы деревьев: размножение и развитие короедов протекает под корой.

Обилие и разнообразие кормов, а также прекрасные защитные условия в лесу привели к тому, что лес более, чем какая-либо другая растительная формация, густо населен всевозможными животными, использующими жизненное пространство от вершин деревьев вплоть до почвы. Исследования показали, что на одном листе клена в среднем живет 83 экземпляра насекомых и паукообразных, на листе дуба – 26, ольхи – 21, липы – 18, осины – 17, березы – 3, ивы – 3 и т.д. На целом дереве клена насекомых и паукообразных насчитываются сотни тысяч. Здесь и растительноядные формы, и хищники, и паразиты. Под кроной сосны на одном квадратном метре было обнаружено до 4000 жуков и их личинок.

Лесное население зависит от типа леса. Сложные смешанные леса обладают более разнообразной и богатой фауной, чем чистые древостои.

Одним из серьезных факторов, влияющих на состояние леса как природного сообщества, является деятельность человека.

**Факторы антропогенного воздействия на лесные сообщества.** Человек издавна использует лесные сообщества для удовлетворения своих материальных и духовных потребностей. И отказаться от

этого не может. Учитывая то, что леса относятся к возобновимым природным ресурсам, необходимо так хозяйствовать, так вести себя в лесу, чтобы как можно меньше нарушать эту сложнейшую экологическую систему, в максимальной степени способствовать ее восстановлению. Для этого необходимо знать основные факторы антропогенного воздействия на лесные биогеоценозы.

1. В Беларуси применяется преимущественно сплошная вырубка леса с хлыстовой вывозкой, практически разрушающая экосистему. Тяжелые гусеничные тракторы серьезно нарушают почвенный покров, который восстанавливается медленно. На лесосеках гибнет подрост. Далеко не всегда оставляются семенные деревья сосны и ели для естественного обсеменения территории рубки. Сплошные вырубки, особенно без оставления семенников, ведут к необходимости искусственного лесовосстановления (посев, посадка древесных пород), что снижает видовое разнообразие деревьев. Кроме того, оставление семенников и подроста в 7–10 раз дешевле создания культур. Нередко на лесосеках оставляются стволы деревьев, крупные ветви и другие части деревьев, которые заселяются насекомыми (например, короедами) и служат очагами заражения леса.

Более щадящими являются выборочные рубки. В разновозрастных лесах вырубается спелое дерево, но значительная часть деревьев сохраняется, а значит, сохраняется и функционирование леса. Положительное влияние на леса (курортные, водоохранные, почвозащитные, рекреационные) оказывают рубки ухода. При таком способе вырубается угнетенное, ослабленное, пораженное болезнями и вредителями дерево.

2. Искусственное восстановление леса на местах рубок имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Создаваемые монокультуры (в питомниках, на рубках) обладают слабой устойчивостью к вредителям и болезням. Кроме того, если семена собирают с низкорослых деревьев (шишки легче добывать), выросшие из них деревья часто оказываются ослабленными, пораженными болезнями. В этом случае ухудшается состояние посадок. Использование привозных семян (это часто делается) экономически невыгодно, так как привозные семена и растения, выросшие из них, не могут конкурировать с местными и часто гибнут. Следовательно, необходимо собирать шишки в Беларуси с хорошо развитых экземпляров, прежде всего при рубках леса.

3. Лесные пожары, губящие лес, чаще всего происходят по вине людей. Гарь зарастает травами и лиственными породами. Так, на месте хвойного вырастает менее ценный в хозяйственном отношении лес.

4. Использование химических средств борьбы с вредителями леса может приносить временную пользу человеку. Но ядохимикаты,

как правило, влияют и на другие живые организмы, аккумулируясь в цепях питания, накапливаясь в почве. Отдаленные последствия применения химических средств могут быть весьма негативными.

Перспективным является развитие биологических средств борьбы с болезнями и вредителями. Следует отметить, что появление насекомых-вредителей связано с действиями людей, ведущими к нарушению сбалансированности системы. Поэтому внимание должно быть направлено на уменьшение негативных воздействий на лесной биогеоценоз.

5. Загрязнение воздуха выбросами сернистого газа, окислов азота, фтористого водорода, углеводов губительно действует на лесные сообщества, особенно вблизи предприятий: гибнут или суховершинят хвойные деревья, изменяется окраска листьев у лиственных, наблюдается более ранний листопад и большая пораженность болезнями и вредителями. Вдали от предприятий опасность сохраняется, например, в виде кислотных дождей, которые негативно влияют на живые организмы.

6. В последние годы значительно увеличилась рекреационная нагрузка на лесные экосистемы, т.е. использование их для отдыха людей. Особенно страдают от бескультурья отдыхающих леса зеленой зоны, мест массового отдыха. Наблюдаются неграмотное (и без особой нужды) разведение костров, вырубка деревьев для установки палаток, на топливо, вытаптывание почвы, сбор красиво цветущих растений, крупных красивых насекомых, захламление леса консервными банками, стеклянной посудой, полиэтиленовыми упаковками, бумагой (неестественными для природы материалами) и т.п.

Пребывание людей в лесу является фактором беспокойства для многих лесных обитателей. Разведенный в лесу вблизи деревьев костер обжигает ветви и корни деревьев, выжигает живой напочвенный покров и органические вещества почвы, загрязняет лесной воздух, беспокоит лесных жителей. Гибнут в огне насекомые, уходят крупные животные, улетают птицы, даже покидая при этом кладки.

7. Особенно следует отметить плохо регулируемый сбор грибов и дикорастущих ягод, лекарственных растений в наших лесах. С развитием коммерческой деятельности, к сожалению, усугубляется варварское отношение к «дарам природы». Например, неправильный сбор плодовых тел грибов губит грибницу, лекарственные растения заготавливаются в больших количествах без учета времени и места сбора, тех частей растений, которые дают лечебный эффект и т.п.

8. Влияет на лесное сообщество и выпас скота, который приводит к вытаптыванию и нарушению почвенного покрова, изменению видового состава организмов.

9. Широкое распространение в республике получило осушение болот, что дает некоторые позитивные результаты в виде ускоренного прироста древесины, использования осушенных земель для сельскохозяйственных и лесохозяйственных нужд. Однако наблюдается нарушение гидрологического режима, изменение видового состава растений и животных. Нередко и экономически выгоднее сохранить болота (например, как источники ягод).

10. Разнообразные воздействия человека на лесные сообщества приводят к нарушению среды обитания многих видов растений, животных, грибов, микроорганизмов. Вместе с прямым уничтожением это ведет к снижению численности особей в популяциях различных видов, что в конечном итоге чревато истощением генофонда лесов Беларуси. Редкие и нуждающиеся в охране виды требуют особого внимания, особенно в плане сохранения среды их обитания.

11. Практически все названные выше воздействия на лесные сообщества в большей или меньшей степени ведут к снижению эстетических качеств леса, его рекреационных возможностей.

? **Вспомните.** 1. Чем отличается микроклимат леса от микроклимата открытых пространств? 2. Как влияет ярусность леса на расселение животных? 3. Какие существуют факторы антропогенного воздействия на лесные сообщества?

## **§ 54–55. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСА (практическая работа)**

I. Изучите рельеф территории, занятой лесом, на площади, доступной для проведения исследований. Изучите особенности рельефа для последующего нанесения на план.

II. Определите типы леса на изучаемой территории и их местоположение.

III. Выберите типичный участок леса для изучения его как лесного биогеоценоза.

1. Найдите деревья полога леса. Изучите степень сомкнутости их крон. При этом определяется проекция крон на пробную площадку и находится отношение площади проекции крон к площади пробного участка. При полной сомкнутости крон это отношение равно единице, в других случаях – меньше единицы.

2. Определите видовой состав деревьев полога леса.

3. Выявите наличие деревьев второго яруса, определите их видовой состав.

4. Определите, если возможно, какой вид деревьев является доминирующим в лесном сообществе.

5. Выявите наличие подлесочных пород и их видовой состав.

6. Определите, есть ли в лесу подрост, из каких пород он состоит. Обратите внимание на особенности развития подроста в условиях затенения.

7. Найдите живой напочвенный покров. Определите, какие травянистые растения растут на участке. Найдите разные виды мхов на земле, в обрастаниях камней и южной части стволов деревьев, пней и т.п. Отметьте наличие папоротников и лишайников, определите их по возможности.

8. Рассмотрите мертвый напочвенный покров. Что здесь можно обнаружить?

9. Найдите грибы в лесном сообществе. Проще всего обнаружить трутовики и шляпочные грибы (состав их зависит от времени года). Обратите внимание, на живых или мертвых деревьях растут трутовики, оцените их роль в сообществе.

10. Изучите видовой состав беспозвоночных животных в лесу и их роль в сообществе. Найдите муравейники, подсчитайте их количество на гектаре леса (четыре средних муравейника на гектаре обеспечивают защиту от насекомых-вредителей). Выявите жужелиц, мух, шмелей, божьих коровок, тлей, жуков листоедов, усачей, щелкунов, навозников, наездников и других заметных животных. Определите виды бабочек. Найдите следы обитания насекомых в шишках (по осмолам, пятнам, продуктам жизнедеятельности), на листьях и хвое (по погрызам, минным ходам, скелетированию, свертыванию листьев, паутине, галлам). Если на участке есть мертвые деревья, снимите с них кору, выявите наличие ходов короедов.

11. Изучите видовой состав позвоночных животных. Используйте результаты визуальных наблюдений за животными и косвенные данные: наличие птичьих гнезд, помет (лося, например), погрызы стволов, «кузниц» дятла, «столовых» белки и т.п.

12. Выясните у специалистов, какой тип почвы характерен для леса.

13. Выявите особенности микроклимата в лесу по сравнению с открытой местностью.

14. Сделайте описание леса как биогеоценоза. Соберите коллекции для иллюстрации текста описания, не приносящие вреда лесу: поврежденные насекомыми листья, шишки, которые использовали клесты, белки, дятлы, полевки, трутовики. Для школьного музея можно собрать гербарий растений леса (не используя охраняемые растения). Редкие растения можно фотографировать, зарисовать. После

вылета из гнезд птиц можно зарисовать или сфотографировать птичьи гнезда.

IV. С помощью «Красной книги Беларуси определите, какие из видов растений и животных в вашем лесу являются редкими и нуждающимися в охране. Подготовьте предложения по созданию школьных микрозаказников (если в этом есть смысл).

V. Оцените эстетическое значение леса. Какие виды организмов привлекают к себе внимание красотой цветков, резными листьями, яркими красивыми плодами, окраской оперения, изящностью форм и движений. Найдите живописные, на ваш взгляд, уголки леса (например, с зарослями цветущих растений, с валунами, родниками, ручьями, скалами и т.п.), определите их местоположение. Попробуйте описать ваши впечатления от встречи с прекрасным. Сфотографируйте или зарисуйте красивые уголки.

VI. Выявите факторы антропогенного воздействия на лес.

1. В лесах зеленой зоны обратите основное внимание на рекреационную нагрузку на сообщество. Выявите факты негативного влияния людей на лес: костровища, обломанные ветки. Порезы на стволах, срубленные деревья, захламленные участки и т.п.

2. В лесах, где ведется (велась в недавнем времени) вырубка леса, побывайте на лесосеке. Оцените, как сказывается сплошная вырубка леса на лесном сообществе. Сравните видовой состав организмов на вырубке с таковым в лесу, выявите сохранность подроста, состояние почвенного покрова, изучите заселенность оставленных мертвых деревьев насекомыми, оцените захламленность лесосеки стволами деревьев, ветками и т.п.

VII. Опишите факторы антропогенного воздействия на лес. При этом используйте сведения, полученные от местных жителей, о состоянии леса ранее. Изучите традиции отношения местного населения к лесу.

VIII. Составьте план местности: отразите рельеф, нанесите основные лесообразующие породы, отметьте наиболее живописные участки, ягодные и грибные места, наличие редких и ценных видов и форм растений и животных, а также источники и результаты антропогенного воздействия на лес (вырубки, свалки-мусора, костровища и т.п.). Последние можно отметить красным цветом.

IX. Заполните аттестационный лист экологического состояния леса.

#### **Аттестационный лист экологического состояния леса (парка)**

1. Видовой состав растительности:

- деревья (... видов);
- кустарники (... видов);
- травянистые растения (... видов).

## 2. Признаки загрязнений:

Признаки загрязнения и разрушения	Степень загрязнения
1. Поломанные деревья 2. Поломанные кустарники 3. Сухие деревья 4. Сухие кустарники 5. Суховершинные деревья 6. Трутовики на стволах деревьев 7. Гниль на древесной растительности (а также дупла, расщепление ствола) 8. Виды, не свойственные данному сообществу 9. Отсутствие растительности на почве, вытаптывание	

Степень загрязнения определяется по следующим критериям:

I – очень слабая: 1–5% от общего количества объектов (1 балл);

II – слабая: 6–20% (2 балла);

III – средняя: 21–30% (3 балла);

IV – сильная: 31–50% (4 балла);

V – очень сильная: более 50% (5 баллов).

3. Сделайте вывод о состоянии исследуемой территории на основании подсчета общего количества баллов. Очень сильная загрязненность – 27–36 баллов; сильная – 18–27 баллов; средняя – 9–17 баллов; слабая – менее 9 баллов.

X. Разработайте программу экологических действий в защиту леса. Она может включать просветительную работу с учащимися школы и населением (родителями), дальнейшую исследовательскую работу, обращение к местным органам власти, проведение соответствующих акций, практические дела по рекультивации (восстановлению) сообщества – уборка мусора, засыпание дорожек в пригородном лесу, оборудование мест отдыха, ям для костровиц, проведение рубок ухода вместе со специалистами, подкармливание птиц и т.п., а также участие в восстановлении лесов (сбор шишек, посев и посадка леса, работа в лесных питомниках), активизацию сбора вторичного сырья – макулатуры.

## **§ 56–57. ВЛИЯНИЕ ТУРИЗМА НА ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ (практическая работа)**

Туризм стал активно влиять на жизнь биоценозов с начала XX в. В экологии сформировалось целое направление, занимающееся рекреационной дигрессией – негативными (регрессионными) изменениями под влиянием массовых посещений человека (рекреации).

В данной работе предлагается с использованием геоботанических и фитоценологических методов установить, какими изменениями

видового состава сообществ сопровождается рекреационная дигрессия. Исследования рекомендуем проводить на примере растительных сообществ леса. Дело в том, что в других биоценозах изучать дигрессию затруднительно либо из-за их подверженности многим другим факторам воздействия помимо туризма, либо из-за нестабильности самих биоценозов. Что же происходит с лесными сообществами под влиянием человека?

Прежде всего, следует отметить, что туризм включает несколько форм воздействия на лес:

1. Прокладка пешеходных троп.
2. Массовое вытаптывание растительности (при отсутствии тропинок).
3. Устройство туристских стоянок.
4. Подбор сушняка и валежника.
5. Вырубка деревьев и кустарников на дрова.
6. Сбор цветов, ягод, грибов.
7. Засорение отходами.
8. Выгул домашних животных. Последствия этих форм воздействия на лесную растительность неодинаковы. Это, прежде всего, вытаптывание растительного покрова – полное или частичное уничтожение растений – частичное (сбор ягод, грибов), полное (многие случаи сбора трав). Наконец, засорение продуктами деятельности человека и животных (остатки пищи, упаковки, экскременты).

Естественно, рекреации различаются по силе воздействия, т.е. по стадии рекреационной дигрессии. Большинство ученых выделяют шесть таких стадий:

*I.* «Идеальное» состояние фитоценоза, когда воздействие человека отсутствует или крайне мало. Растут типичные лесные растения в живом напочвенном покрове. Развит подрост. Сравнительно равномерно распределена подстилка.

*II.* В лесу появилась редкая сеть тропинок. Тропинки занимают 5–10% общей площади, стоянок нет. Подрост древесных пород в хорошем состоянии. Среди травянистых растений стали появляться светолюбивые виды. Начала разрушаться подстилка.

*III.* Вытаптывание усиливается, тропинки занимают 10–15% площади. Подрост начинает усыхать. В травяном покрове появляются луговые травы (ромашка, мятлик, овсяница, тысячелистник), что говорит об уплотнении почвы в 3–4 раза. На участках, где нет тропинок, возобновление леса еще удовлетворительное.

*IV.* Тропинки густо опутывают лес, они занимают 20–40% площади. Молодого подроста практически нет (до 6–7 лет). Кустарники начинают уничтожаться. В травяном покрове количество лесных растений незначительно. Лесные и даже луговые травы «прижимаются» к

деревьям, а на открытых местах их заменяют самые жизнеспособные растения – подорожник, лапчатка, птичья гречишка. Это говорит об уплотнении почвы в 6 раз (уплотнение грунтовой дороги). Подстилка встречается лишь у стволов деревьев.

V. Тропинки занимают 50–60% площади, есть стоянки. Характерно полное отсутствие подроста. На плотной утопанной земле встречаются лишь отдельные экземпляры наиболее жизнестойких растений.

VI. Сплошное вытаптывание – до голой земли либо редкого дернового покрова. Подрост уничтожен, стоят отдельные деревья.

Конечно, это только краткие характеристики стадий. Границы между ними весьма относительны, поэтому неизбежна (и это не должно смущать) «подгонка» природных ситуаций под имеющиеся описания. За основу изучения дигрессии в лесу рекомендуется брать травяно-кустарничковый и кустарниковый ярусы, учитывая также состояние подроста древесных пород верхних ярусов.

Необходимо выбрать относительно большой участок, неоднородный по составу основных лесообразующих пород (членов верхнего яруса). Здесь должны быть площадки, в разной степени подвергшиеся воздействию человека. Например, весьма наглядные результаты можно получить, изучая какую-нибудь зону отдыха, если на ней есть места, где отдыхающие бывают мало или не бывают совсем. Если выбрать цельный участок невозможно, изучают отдельные фрагменты, но объединять их следует с крайней осторожностью: состав лесообразующих пород (их процентное соотношение) на объединяемых областях должен быть одинаковым. Желательно участок закартировать, отметив особенности рельефа, речек и т.д.

На участке выделяют площадки (10 × 10 или 20 × 20 м), каждая из которых целиком относится к той или иной стадии дигрессии. Изучают и описывают видовой состав растений, используя определители. Если определение растения затруднительно, употребляют шифр, например, «вид 1». По одному–два экземпляра каждого встреченного вида (в том числе и неопределенных) необходимо включить в гербарий и приложить к работе. Далее составляется список встреченных семейств (на латыни) и для каждого указываются обнаруженные виды. Семейства, а также виды внутри каждого семейства располагают по алфавиту; растения под шифрами приводятся в конце списка. К каждому названию дописывают номер площадки, на которой собран данный вид. Здесь же удобно привести показатель обилия вида на этой площадке, используя шкалу Браун-Бланке:

ч – вид чрезвычайно редок;

+ – вид редок;

1 – число особей велико, но они в тесных группах, или мало, но они разрежены;

2 – число особей велико, они занимают 20–25% площади;

3 – особи занимают 26–50% площади;

4 – особи занимают 51–75% площади;

5 – особи занимают больше 75% площади.

Точное определение занимаемых площадей весьма трудоемко, поэтому показатели обилия можно оценивать на глаз. Затем, исходя из соответствия между номерами площадок и характерными для них номерами стадий дигрессии, переходят к составлению основного итогового документа – описания видового состава стадий дигрессии. Оно включает номера стадий в порядке возрастания и списки видов для каждой из них. Виды в каждом списке располагают в порядке убывания обилия. Это описание позволяет провести дальнейший как качественный, так и количественный анализ особенностей рекреационной дигрессии на исследованном участке.

При описании регрессии крайне важно выявление эдификаторов стадии – видов, контролирующих растительное сообщество и определяющих его видовой состав. Разумеется, без продолжительного изучения нельзя установить, что именно данный вид обуславливает формирование фитоценозов. Однако в порядке предварительного анализа попробуйте (опять-таки на глаз) выделить часто встречающиеся виды (хотя это свойство отсутствует у части эдификаторов), которые были бы характерны в основном на данной стадии.

Полезно и словесное описание признаков каждой стадии дигрессии. Описание может включать анализ общего вида растительного покрова, замеченные отличия в строении и развитии отдельных видов (в том числе растений из других ярусов, а также животных).

Геоботанические методики весьма разнообразны, и практически все они могут применяться в этой работе. Можно анализировать взаимное расположение особей различных видов, характеризовать, насколько на разных стадиях угнетается развитие разнообразных видов растений. Более того, целесообразно предложить школьникам самостоятельно придумать способ анализа воздействий массового туризма на растительные сообщества.

## § 58. ПАРК

Города и поселки городского типа отличаются своеобразием растительного и животного мира, особенностями атмосферного воздуха, вод и почвы в связи с повышенным антропогенным влиянием на окружающую среду.

Среди древесно-кустарниковых растений часто встречаются представители лесной флоры: береза, рябина, черемуха, ива, осина, липа мелколистная, клен остролистный, вяз шершавый, лиственница сибирская, реже ель и сосна. Часто древесные породы перенесены из леса или оставлены при застройке. Однако значительную часть зеленого наряда городов составляют растения-интродуценты, то есть такие, которые не растут в Беларуси в естественных условиях и являются выходцами из других географических областей. Растения-интродуценты специально выращиваются людьми для озеленения.

Деревья и кустарники, используемые для озеленения городов, как правило, отличаются пыле- и газоустойчивостью, могут выносить уплотнение почвы, часть из них обладает повышенной способностью восстанавливать вегетативные части (при стрижке, повреждении ветвей, вытаптывании). Хвойные породы малоустойчивы к загрязнению воздуха, поэтому в городах они или погибают, или суховершиняют (т.е. отмирает верхняя часть дерева).

Размещение деревьев и кустарников в городских посадках отличается от расположения растений в естественных системах. В парках, скверах, на улицах наблюдаются аллеи, бордюрные, групповые посадки растений.

Нередко можно наблюдать в городе самосев некоторых древесных растений – это молодые растения, выросшие из семян, распространившихся естественным путем. Часто самосев дает клен остролистный, вяз гладкий, береза бородавчатая, несколько реже встречается самосев черемухи обыкновенной, рябины обыкновенной, боярышника колючего. Некоторые из названных растений трудно специально размножить с помощью семян (вяз, рябина, черемуха, боярышник). К сожалению, самосев практически не используется, хотя является прекрасным посадочным материалом при создании древесно-кустарниковых питомников. Подрост в городских посадках обычно погибает при подстрижке кустарников и травы от недостатка света, почвенного питания, при уплотнении почвы, от механических повреждений людьми.

Травянистая растительность в парках и скверах городов, во дворах домов в целом беднее, чем в естественных сообществах. Преимущественно это неприхотливые растения. Чаще всего в городе встречаются луговые растения – злаки (овсяница луговая, мятлик луговой,

пырей ползучий, реже ежа сборная, тимофеевка луговая), а также одуванчик обыкновенный, подорожник большой, гусиная лапчатка, сныть обыкновенная, лютик едкий, клевер белый и красный, манжетка обыкновенная, ястребинка обыкновенная. На пустырях поселяются донники белый и желтый, ромашки пахучая и непахучая, мать-и-мачеха и др. Злаковыми растениями засевают газоны и пространства между групповыми посадками кустарников. Другие растения поселяются сами, видовой состав их зависит от освещенности, степени уплотнения почвы.

В сырых, затененных местах в парках, около домов можно встретить мхи, преимущественно мелкие зеленые.

В городах и поселках городского типа обитают и лишайники: накипные, листоватые и даже кустистые. Накипные проще всего обнаружить на камнях, они имеют вид пятен разного цвета, их невозможно отделить от субстрата, т.к. они прочно срастаются с ним. Листоватые лишайники имеют вид чешуек или лопастных пластинок, довольно легко отделяются от субстрата, чаще всего встречаются на деревьях, а также на почве. Кустистые лишайники действительно напоминают разветвленные кустики, колокольчики, цилиндры, срастающиеся с субстратом только основанием. В городах и поселках кустистые лишайники обычно редки, т.к. не выносят загрязнения среды обитания, чаще всего это обитатели лесных почв.

В городских парках и скверах, в озеленении дворов можно обнаружить немало насекомых: жуков жужелиц, божьих коровок, листоедов, долгоносиков, бабочек крапивниц, белянок, боярышниц, лимонниц, голубянок, малиниц, молей, а также ос, шмелей, пилильщиков, комаров, тлей, кузнечиков, растительных клопов, стрекоз. При несвоевременном вывозе отходов могут наблюдаться скопления мух – домашней, серой падальной, зеленой мясной.

Деревья и кустарники в городе часто поражаются насекомыми, которых можно обнаружить как по скоплению (например, тлей, гусениц пилильщиков), так и по следам жизнедеятельности и их личинок – погрызы листьев, свернувшиеся листья, сплетения из паутины, мины, скелетированные листья, галлы и др.

Среди птиц и млекопитающих выделяются так называемые синантропные виды, жизнь которых связана с человеком – домовые крысы и мыши, сизые голуби, вороны, воробьи. Кроме этих постоянных спутников человека в городах временно появляются и другие: чайки (стали кормиться в городе сравнительно недавно), галки, свиристели, снегири, синицы, скворцы, трясогузки. В поселках птичье население более разнообразно – встречаются сороки, ласточки, славки, мухоловки, овсянки и другие.

В целом парк представляет собой сообщество организмов, имеющее своеобразные черты по сравнению с естественными экосистемами.

В городских посадках можно встретить немало удивительных растений: редко встречающихся в условиях республики, долгожителей, ценных форм и просто красивых.

**? Вспомните.** 1. Что такое растения-интродуценты? 2. Какими свойствами должны обладать деревья и кустарники, используемые для озеленения городов? 3. Какие виды растений и животных обитают в парках?

## **§ 59–60. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАРКА (практическая работа)**

I. Выберите для изучения парк или большой сквер, желательно в микрорайоне школы. Соберите сведения о том, когда и кем он был заложен, какие претерпел изменения. Изучите местоположение парка. Определите его размеры, площадь. Начертите общий план.

II. Выявите, изучите расположение и нанесите на план дорожки, игровые площадки, павильоны и т.п.

III. Изучите особенности биогеоценоза парка.

1. Определите, какие древесные породы растут в парке, сколько ярусов они образуют. Выявите, какие деревья являются интродуцентами, т.е. не растут в республике в естественных условиях. Определите сомкнутость крон деревьев. Для этого найдите отношение площади проекции крон к площади пробного участка. Сомкнутость крон измеряется в долях единицы, при полном смыкании равна единице.

2. Определите, есть ли в парке подрост, т.е. молодые растения тех же видов, что и взрослые деревья. Если есть, то обратите внимание, в каких местах встречается самосев. Если самосева нет, подумайте, почему он отсутствует.

3. Определите, какие виды кустарников растут в парке, выявите среди них растения-интродуценты.

4. Изучите, как расположены деревья и кустарники в парке: найдите групповые посадки, аллеи, бордюры из кустарников. Сравните с расположением деревьев и кустарников в лесу.

5. Найдите травянистые растения в парке, определите их видовой состав. Сравните видовой состав и численность травянистых растений на разных участках парка. Какие отличия удалось обнаружить, с чем это может быть связано.

6. Попытайтесь найти мхи и лишайники (на земле, камнях, де-

ревьях), водоросли (на стволах деревьев), грибы; по возможности определите их.

7. Изучите мертвый напочвенный покров в парке (опавшие ветки, листья), подумайте, какое значение имеет он для паркового сообщества.

8. Изучите беспозвоночных животных в парке. Могут быть найдены жуки, бабочки и их гусеницы, шмели, осы, мухи, тли, кузнечики, стрекозы, клопы, моллюски, дождевые черви (после сильного дождя на поверхности почвы). Выявите следы обитания насекомых и их личинок: погрызы листьев, мины, скелетированные листья, галлы и т.п.

9. Понаблюдайте, какие птицы встречаются в парке в разное время года, как изменяется их видовой состав в зависимости от времени года.

10. Выясните взаимовлияние живых и неживых компонентов биогеоценоза.

IV. Оцените эстетическое значение растений и животных парка. Обратите внимание на красоту формы листьев, цветков, плодов, формы растения в целом, разнообразие осенней раскраски листьев. Отметьте наиболее красивых насекомых и птиц. Найдите наиболее живописные уголки в парке. Сфотографируйте объекты, которые привлекли ваше внимание, зарисуйте их, соберите гербарий осенних листьев и т.п.

V. Выявите: деревья-долгожители, редкие в озеленении города и ценные породы деревьев, а также растения с особыми эстетическими качествами. Сфотографируйте их, зарисуйте, сделайте описание.

VI. Выясните факторы антропогенного влияния на парк: на растения, животных, почву, воздух. Учтите расположение вблизи парка промышленных предприятий, дорог с автомобильным движением (загрязнение воздуха, шум). Выявите, какие вещества содержатся в выбросах предприятий, что делается для уменьшения выбросов.

Оцените, как организовано передвижение людей по парку (есть удобные дорожки, специально оборудованные игровые площадки или беспорядочная тропиночная сеть; игры организуются прямо на полянах среди деревьев и кустарников). Выявите, как сказывается посещение парка большим количеством людей на состоянии почвы на разных его участках. Определите, есть ли повреждения деревьев, кустарников людьми, какие именно. Оцените чистоту территории парка, выявите особо загрязненные участки.

VII. Используя знания по биологии и результаты наблюдений, выясните значение парка в жизни городских жителей.

Можно определить уровень шума в разных частях парка, интенсивность слоя пыли и сажи на листьях. Уровень шума определяется с помощью прибора шумомера. Интенсивность налета пыли и сажи на

листьях можно выявить с помощью липкой ленты: кусок ленты наклеивается на лист, затем снимается и приклеивается на листок чистой белой бумаги, сравнение отпечатков, сделанных в разных частях парка, покажет различия в степени загрязненности листьев.

VIII. Используя лишайники как биоиндикаторы, попробуйте определить степень загрязнения воздуха в микрорайоне парка. Показателями загрязнения воздуха могут служить также: отмирание вершин у хвойных (сосны), более раннее изменение окраски и опадение листьев.

IX. Сделайте описание парка как экосистемы. Нанесите на план размещение основных посадок деревьев и кустарников, отметьте положение редких и ценных форм деревьев, живописные уголки парка, места гнездования птиц, а также тропинки, протоптанные людьми, дороги и предприятия неподалеку от парка, свалки мусора, повреждение древесно-кустарниковых пород людьми и т.д.

X. На основе данных, полученных при изучении парка, разработайте программу действий в его защиту. Она может включать просветительскую деятельность, обращение в органы местной власти, практические дела по улучшению состояния парка – уборка мусора (не листьев), посадка кустарников, подрезка кустов (усохших и обломанных веток), залечивание ран на деревьях, разбивка клумб, подкормка птиц, изготовление птичьих домиков и размещение их в парке для привлечения птиц, создание древесно-кустарникового питомника для выращивания растений для озеленения города или поселка.

## § 61. ВОДОЕМ

На территории республики насчитывается более 2,9 тыс. рек, около 10 тыс. озер, 130 водохранилищ. Кроме того, в республике имеется несметное количество мелких водоемов – прудов и прудиков, ручьев, родников, болот, луж, существующих постоянно или возникших временно после таяния снега, в дождливую погоду.

За счет чего же существует жизнь в водоеме? Гидробиологи-исследователи, которые изучают жизнь водоемов, отвечают на этот вопрос вполне определенно: так же как и на суше, за счет энергии солнца.

Почти в каждой речке, в каждом озере, ручье у берега и под водой мы находим множество растений. Используя энергию солнечного света, из углекислого газа и воды они создают органическое вещество своего тела. В этом веществе (клетчатке, сахарах и других органических соединениях) запасена энергия. Под водой не всегда есть свободный углекислый газ, в этом случае растения отнимают его от двууглекислого кальция (это вещество растворено в воде и обуславливает

ее жесткость). Образующийся нерастворимый в воде углекислый кальций оседает на дно или растения, покрывает их известковой корочкой. Обычные растения, связанные с водоемами (высшие водные растения, или водные макрофиты), всем нам хорошо знакомы. Однако в крупных озерах, где у берега почти всегда прибой, они не развиваются, мешает волна. В таких местах не меньшую роль, чем высшие растения, играют одноклеточные водоросли. Они мелкие, но их очень много, и разрастаются они быстро. Разные группы водорослей сменяют одна другую в зависимости от температуры воды и содержания в ней соединений азота и фосфора, необходимых для жизни растений. Когда этих соединений оказывается слишком много (часто в этом виноват человек, загрязняющий водоемы), начинается массовое развитие таких водорослей – «цветение» воды. Особенно часто ее вызывают сине-зеленые водоросли, или, как теперь их принято называть, цианобактерии.

Водоросли и высшие водные растения накапливают органическое вещество собственного тела и тем самым накапливают солнечную энергию. Мера этого накопления – первичная продукция (потому что это первое органическое вещество, которое появляется в водоеме) – величина, которую можно выразить или в количестве накопленного углерода, или в количестве накопленной энергии на единицу площади за единицу времени.

Растительноядные организмы, поедая растения (высшие или одноклеточные), строят на этой основе собственное тело. При этом часть энергии расходуется на движение и другие функции организма и рассеивается в пространстве. Накопление вещества и энергии в теле организмов, так или иначе получающих пищу от растений или от растительноядных организмов, или же от поедателей их хищников, называется вторичной продукцией.

Растительноядные организмы становятся жертвами хищников, те, в свою очередь, – жертвами хищников более крупных и т.д. Получается как бы цепь, которая начинается растениями, использующими для своей жизни неорганические вещества. Как правило, самые последние звенья этой цепи составляют рыбы, рыбоядные млекопитающие (например, выдра), рыбоядные птицы и, конечно, человек, использующий рыбные запасы.

Несъеденные остатки растений и животных, отмершие их тела разрушаются бактериями, гнивают. Бактерии, перерабатывая органические остатки до углекислого газа и воды (и некоторого количества неорганических соединений азота, фосфора, серы), используют выделяющуюся при этом энергию для построения собственного тела. Но ведь есть организмы, питающиеся, в свою очередь, бактериями и разлагаемыми ими органическими остатками.

Таким образом, неиспользованная органика и оставшаяся нерасеянная энергия вновь включаются в общий круговорот. В результате такого процесса происходит круговорот углерода. Из углекислоты растения создают органическое вещество, которое на разных этапах, отдав свою энергию, вновь превращается в углекислоту. Полученная растениями солнечная энергия при движении веществ по цепи питания постепенно рассеивается, выделяясь в виде едва уловимого тепла.

Так, вкратце и сильно упрощенно, можно охарактеризовать процесс жизни в водоеме. Этот процесс создает особое свойство водоема – его продуктивность, так же как аналогичные процессы в почве создают очень важное для нас свойство – плодородие почвы.

Мы сознательно не упомянули еще об одном факторе – приносе органического вещества (и, соответственно, энергии) извне. Очень часто в озера поступают органические вещества с окружающей их суши (например, растительный опад, смываемый тальми водами). Нередко они попадают сюда не без «помощи» человека, например, в виде бытовых и сельскохозяйственных стоков, смыва с удобренных полей и огородов. До поры до времени эти вещества перерабатываются населением водоемов и тем самым идут им на пользу. Это свойство водоемов, особенно проточных, называется способностью к самоочищению. Однако может оказаться, что имеющиеся в воде живые организмы не в состоянии переработать все попавшее туда органическое вещество. Система начинает нарушаться, животные и растения гибнут, и остаются лишь главные переработчики (деструкторы) органического вещества – бактерии. Водоем гниет. Такой же результат получится, если в водоем попадут ядовитые, вредные для жизни водных организмов вещества.

**Объектами изучения могут служить любые экологические группировки водных организмов.**

**Планктон.** Под термином «планктон» объединяются водные растения и животные, главным образом микроскопических размеров, парящие в толще воды. Животную часть планктона называют зоопланктоном. Наиболее широко известны низшие ракообразные (дафнии, циклопы), коловратки, простейшие и др. Растительную часть планктона называют фитопланктоном. Это, прежде всего, микроскопические водоросли. Фитопланктон является одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества воды.

**Бентос.** Это животные, которые всю жизнь или определенные стадии развития проводят в придонном слое воды либо в грунте водоемов. Организмы бентоса различаются по размерам, таксономической принадлежности, способам существования и т.д. В систематическом отношении бентос можно разделить на растительный, или фитобентос, и животный, или зообентос. Сюда относят многих моллюсков и червей, личинок ручейников, комаров-хирономид и др.

Бентосные организмы не способны длительное время плавать в воде. В отличие от организмов планктона, парящих в толще воды, бентосные организмы не нуждаются в облегчении веса тела, поэтому многие, особенно обитатели прибрежья, отличаются крепостью строения. В состав бентоса входят как микроскопические виды, так и видимые невооруженным глазом. Видовой состав макробентоса служит хорошим, а в ряде случаев единственным гидробиологическим показателем загрязнения грунта и придонного слоя воды.

**Перифитон.** Это сообщества водных организмов, обрастающих подводные предметы (камни, коряги, сваи, макрофиты и др.). Основные компоненты перифитона составляют простейшие, коловратки, черви, водные личинки насекомых, моллюски, губки и др. Изучение перифитона при биологическом анализе имеет первостепенное значение. По своему составу и развитию перифитон отвечает средним условиям, в которых существовало или формировалось сообщество до момента исследования. Сравнение биоценоза перифитона на чистом и загрязненном участках очень четко отражает качество воды. Под влиянием загрязнения выпадают отдельные виды или целые сообщества, наиболее чувствительные к загрязнению. Их место занимают другие формы, выносящие ту или иную степень загрязнения.

Далеко не всегда насыщенную жизнь водоемов легко рассмотреть. Иногда для этого требуется микроскоп, иногда – специальные методы сбора и всегда – большое терпение.

**Факторы антропогенного воздействия на водоемы.** Водоем, как сложная экологическая система, может претерпевать изменения в силу естественных причин. Но сегодня наиболее существенно антропогенное воздействие на водные экосистемы. В Беларуси основными антропогенными факторами являются следующие.

1. Загрязнение вод – изменение их состава или свойств, в результате которого они становятся непригодными для водопотребления и водопользования.

В результате интенсивной хозяйственной деятельности человека происходит антропогенное загрязнение воды разнообразными жидкими, твердыми и коллоидными веществами. По характеру выделяют загрязнение воды биологическое (микроорганизмами и способными к брожению органическими веществами), химическое (веществами токсическими или изменяющими состав водной среды), физическое (тепловое, радиоактивное и др.). Основные источники антропогенного загрязнения воды: сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, отходы производства при разработке рудных и нерудных ископаемых, воды шахт, рудников, нефтепромыслов, отходы древесины при заготовке, обработке и сплаве лесных материалов, сбросы водного и железнодорожного транспорта, первичная обработка льна и других технических культур.

В Беларуси в реки ежегодно сбрасывается несколько кубических километров стоков, наибольший объем загрязнений дают нефтехимическая и пищевая промышленность, электроэнергетика. Для Солигорского горнопромышленного района актуальна проблема засоления вод.

Наибольшие объемы стоков поступают в бассейны Западной Двины и Березины (бас. Днепра). Способность большинства рек к самоочищению не превышена, однако особенности речной системы Беларуси (большое количество малых рек, замедление самоочищения из-за плавного течения и др.) усложняют проблему загрязнения вод. Критические периоды для самоочищения рек Беларуси – зима и лето.

2. Негативное влияние на водоемы оказывают стоки сельскохозяйственных производств. Среди них особенно выделяются животноводческие фермы по берегам рек и озер. При незначительном водопотреблении фермы наносят значительный ущерб водоемам. Стоки ферм приносят в водоемы органические и минеральные вещества, патогенную микрофлору. Происходит ухудшение санитарного состояния воды. Изменяется цвет, прозрачность, запах, вкусовые качества воды. Избыток веществ в водоеме вызывает развитие растительности. Наблюдается обрастание камней, развитие зеленых водорослей и цианобактерий (последние отрицательно влияют на состояние воды ввиду выделения токсических веществ).

3. Негативно на состояние водоема влияет и расположение полей по берегам рек и озер. Здесь же нередко размещаются и склады удобрений и ядохимикатов. Дождями минеральные и органические удобрения вымываются с полей и выносятся в водоемы, вызывая их эвтрофикацию, ускоренное развитие растений, в том числе цианобактерий. Попадание ядохимикатов (прежде всего пестицидов) негативно действует на живые организмы водоема, прежде всего на планктон и микроорганизмы, нарушая цепи питания в водоеме. Сельскохозяйственные стоки ухудшают санитарное состояние вод.

4. Значительная часть всего водозабора приходится на жилищно-коммунальное хозяйство. В республике не все бытовые стоки проходят очистку. Бактериологический показатель воды, используемый в качестве питьевой, в ряде районов неудовлетворительный. В бытовые стоки попадают синтетические вещества, прежде всего, моющие средства.

5. Развитие сети дачных кооперативов также связано с водоемами. В результате озера и реки загрязняются бытовыми отходами, происходит локальный перелов рыбы. Кроме того, наблюдается действие фактора беспокойства на обитателей водоемов (например, при использовании моторных лодок).

6. Маломерный флот вносит свою лепту в нарушение экосистем водоемов. Это и загрязнение нефтепродуктами, шумовое воздействие,

являющееся фактором беспокойства для водных обитателей, и механическое воздействие винтов на организмы в водоеме. Влияние маломерного флота нередко недооценивается, в то время как несложные расчеты показывают, что водоемы республики ежедневно получают около 10 тысяч литров отработанных отходов горючего. Особый вред при этом наносится нерестилищам и нагульным участкам.

7. Рыболовство промышленное и спортивное любительское – еще один фактор. Промышленный промысел ориентируется, прежде всего, на увеличение отлова ценных видов рыб и сокращение вылова малоценных пород. В результате в водоемах нарушается биологическое равновесие. Любительское рыболовство недостаточно упорядочено. Кроме того, этот род занятий увеличивает рекреационную нагрузку на водоем и его окрестности (стоянки автомашин, разведение костров на берегу и т.п.).

Необходимо отметить и браконьерство, которое позволяют себе как бригады госпредприятий и кооперативов, так и любители. В первом случае браконьерский лов проявляется в превышении величины возможного прилова молоди ценных пород рыб, что влияет на их воспроизведение. Отдельные граждане пользуются запрещенными орудиями лова, вылавливают рыбу в запрещенное время, на запрещенных участках, нерестилищах и т.п.

8. На некоторые водоемы или их участки оказывается значительное рекреационное воздействие, возникающее при использовании их для отдыха и туризма: захламливание берегов бытовым мусором (банки, пакеты, бумага), образование костровищ, использование растений, растущих по берегам рек и озер для топлива, установки палаток, вытаптывание традиционных мест отдыха и др. Следует помнить и о том, что люди, шум, который они создают, являются фактором беспокойства для животных.

9. Загрязнению водоемов способствует ливневый сток с улиц городов и поселков, с территорий предприятий, включающий как мусор, так и токсические для живых организмов вещества.

10. Негативное влияние на состояние берегов и природные качества воды оказывает мытье автомашин, вызывающее загрязнение вод моющими средствами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами.

11. В последнее время в связи с растущим загрязнением атмосферного воздуха оксидами серы, азота, углерода (особенно сернистым газом) возникла опасность подкисления вод так называемыми «кислотными дождями» (дождевая вода содержит кислоты). Такие дожди изменяют активную реакцию воды в кислую сторону, что негативно влияет на продуктивность водоемов.

Воздействия общества на реки и озера республики не проходят бесследно для самих людей. Загрязняется питьевая вода, распростра-

няются болезни, уменьшаются запасы ценных промысловых рыб при увеличении малоценных, нарушается качество рыбной продукции и т.п. Особенно хотелось бы отметить нарушение эстетических достоинств внутренних водоемов Беларуси. Для современного человека, утомленного ритмом жизни, шумом, мельканием экранов телевизоров, выхлопными газами и малоподвижным образом жизни, просто необходимо общение с природой, необходима красота природы, плеск волн, шелест листвы для восстановления физических и духовных сил.

**? Вспомните.** 1. Каким образом водные растения накапливают солнечную энергию? 2. Что такое первичная продукция? Вторичная продукция? 3. Как происходит круговорот углерода в водоемах? 4. Какие экологические группировки водных организмов вам известны? 5. В чем проявляется антропогенное воздействие на водоемы?

## **§ 62–63. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОЕМА И ВОДООХРАННОЙ ПОЛОСЫ (практическая работа)**

### **Рекогносцировочное обследование водоема**

Для наблюдений может быть выбран любой водный объект, то есть река, ручей, пруд, озеро, водохранилище, который представляет интерес и доступен для работ на нем.

Начальный этап работ на водном объекте – рекогносцировочное обследование, позволяющее получить предварительную картину экологического состояния водоема. Рекогносцировка – это предварительное обследование, основанное только на визуальном наблюдении и не требующее для своего проведения никаких орудий лова, оборудования и инструментов.

Рекогносцировочное или визуальное обследование водного объекта осуществляется в следующих целях: для получения первоначальной общей картины экологического состояния водного объекта; для выбора пунктов наблюдений.

При выборе маршрута заранее определите предполагаемые точки сбора информации. На участках реки, где можно предполагать наличие слабого однородного загрязнения, точки обследования могут располагаться на расстоянии 2–3 км друг от друга; на сильно загрязненных участках – через 0,5–1 км. Каждая точка получает свой номер.

Результаты наблюдений записываются на месте в полевой дневник.

В полевой дневник включают следующую информацию:

1. Дата наблюдений – число, месяц, год.
2. Тип и название водного объекта (например, р. Витьба, пруд, канава).
3. Место расположения водоема на карте населенного пункта (номер квадрата), если в квадрате несколько водоемов, то каждому из них следует присвоить номер и обозначить его на карте.
4. Описание окружающей местности (промышленная зона, лесная зона, район сельскохозяйственных угодий и т.п.).
5. Описание грунта на дне и берегу водного объекта (каменисто-песчаный, песчаный, илесто-песчаный, илистый, глинистый).
6. Общая характеристика воды:
  - а) цвет воды;
  - б) запах (присутствие, отсутствие запаха; если запах есть, может ли быть его идентификация, например, «рыбный», «гнилостный» и т.п.);
  - в) наличие или отсутствие плавающих на поверхности воды скоплений водорослей, пены и т.п.
7. Общая оценка состояния прибрежно-водной растительности. Нормальное – отсутствуют визуальные нарушения растительного покрова. Нарушенное – присутствуют визуальные нарушения растительного покрова. Деградированное – наблюдается гибель растительности.
8. Присутствие или отсутствие обрастаний на подводных предметах. Описание обрастаний – цвет, форма, обилие (много, умеренно, мало).
9. Наличие или отсутствие фауны вблизи водоема (например, моллюсков, летающих насекомых и т.п.).
10. Примените знания об организмах-индикаторах (биоиндикаторах), количественный и качественный состав которых позволяет судить о загрязненности водоема.
11. Заполните аттестационный лист экологического состояния водоема.

#### Аттестационный лист экологического состояния водоема

Показатели	Оценка в баллах	
	Да	Нет
1. Физическое загрязнение		
Обилие наносов на дне	1	0
Свалки отходов на берегу	1	0
Наличие кострищ	1	0
Стихийно возникшие пляжи	1	0
2. Химическое загрязнение		
Реакция воды:		
Кислая	1	0
Щелочная	1	0
Радужные и маслянистые пятна на поверхности	1	0

3. Биологическое загрязнение		
Бурное развитие водорослей (цветение воды)	1	0
Наличие ряски в водоеме	1	0
4. Степень повреждения растительности на берегу (вытаптывание, поломки) больше 50%	1	0
5. Отсутствие околководных птиц		
Уток	1	0
Куликов	1	0
Трясогузок	1	0
6. Отсутствие водомерок на поверхности воды	1	0

Итого: 14 баллов

Сделайте вывод о состоянии исследуемой территории на основании подсчета общего количества баллов. Очень сильная загрязненность – 11–14 баллов; сильная – 8–10 баллов; средняя – 4–7 баллов; слабая – 1–3 балла.

### **Оценка экологического состояния водоохранной полосы водоема в населенном пункте**

Водоохранная полоса – это прилегающая к акваториям водоемов территория, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод, нарушения водной и прибрежной экосистемы. В пределах прибрежной полосы запрещается: распашка земель, выпас скота, организация летних лагерей, применение минеральных удобрений, размещение садоводческих товариществ, баз отдыха, палаточных городков, стоянок автотранспорта, сельскохозяйственной техники, строительство зданий, сооружений. В пределах прибрежной полосы разрешается: строительство водозаборных объектов, водорегулирующих объектов, других гидротехнических объектов, размещение лодочных причалов в пределах, отведенных для этих целей местах.

#### ***Ход выполнения работы***

1. На схеме водоема отметить точки (ключевые участки), где будет выполняться оценка экологического состояния водоохранной полосы.

2. При описании ключевых участков выполнить визуальное полевое картографирование географических объектов с указанием степени их экологического состояния. Современное экологическое состояние природных и хозяйственных объектов оценивать по трехступенчатой шкале: нормальное (1), нарушенное (2), т.е. требует работ по реконструкции; деградированное (3), т.е. требует работ по восстановлению.

3. Обработанную информацию представить в виде тематических карт, где показать степень состояния географических объектов.

### *Примеры.*

1. Степень экологического состояния акватории при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – на водной поверхности отсутствует плавающий мусор;

нарушенное (2) – на водной поверхности отмечается плавающий хозяйственно-бытовой мусор;

деградированное (3) – на водной поверхности и на дне водоема отмечается хозяйственно-бытовой и строительный мусор.

2. Степень экологического состояния береговой линии при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – отсутствуют визуальные признаки коррозии бетонного покрытия;

нарушенное (2) – присутствуют визуальные дефекты бетонного покрытия (трещины, сколы на плитовых покрытиях, перекосы, выход арматуры), т.е. необходимы работы по восстановлению;

деградированное (3) – наблюдается полная деформация бетонного покрытия, т.е. необходимы строительные работы по его замене.

3. Степень экологического состояния травяного покрова при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – отсутствуют визуальные нарушения травяного покрова;

нарушенное (2) – присутствуют визуальные нарушения травяного покрова – признаки вытаптывания, выгорания, замусоренности;

деградированное (3) – наблюдается развитие процессов эрозии, необходимы мероприятия по подсеву травы.

4. Степень экологического состояния древесно-кустарниковой растительности при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – отсутствуют визуальные признаки нарушений древесно-кустарниковой растительности;

нарушенное (2) – присутствуют визуальные признаки повреждения наземной части древесно-кустарниковой растительности (сломанные ветви, угнетенное состояние и т.д.);

деградированное (3) – наблюдается гибель древесно-кустарниковой растительности (сломанный ствол, засыхание и т.д.), т.е. необходимы мероприятия по посадке древесно-кустарниковой растительности.

5. Степень состояния дорожно-тропиночной сети при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – отсутствуют визуальные повреждения дорожно-тропиночной сети;

нарушенное (2) – присутствуют визуальные повреждения дорожно-тропиночной сети (ямы, трещины, отсутствие сплошного покрытия и т.д.);

деградированное (3) – в современном состоянии дорожно-тропиночная сеть не выполняет своих функций и требует восстановления.

6. Степень состояния элементов благоустройства (скамейки, оборудованные спуски к воде, детские и спортивные площадки и т.д.) при визуальном обследовании оценивается как:

нормальное (1) – отсутствуют визуальные признаки механических повреждений;

нарушенное (2) – отмечаются визуальные признаки механических повреждений элементов благоустройства (т.е. поломанные скамьи, разобранные детские площадки и т.д.);

деградированное (3) – элементы благоустройства не выполняют своих функций.

7. На схеме водоема указать расположение ближайших хозяйственных объектов, представляющих потенциальную экологическую опасность для поверхностных вод (возможность аварийного сброса сточных вод, нефтепродуктов и т.д.).

Результаты сбора и обработки информации по современному состоянию природоохранной полосы водоема в населенном пункте могут быть переданы в местные комитеты по экологии в форме аналитического доклада.

### **Изучение водной и прибрежной растительности**

Макрофиты, или высшая водная растительность, чутко реагируют на изменения окружающей среды. При загрязнении водоемов изменяется видовой состав, возникают морфологические аномалии, происходит смена доминирующих видов. Из всех экологических группировок высшая водная растительность наиболее доступна для визуального наблюдения. Уже при рекогносцировочном осмотре водоема по составу и распределению в нем макрофитов можно в первом приближении составить заключение об уровне его загрязнения.

Вокруг озер растительность обычно размещается в виде концентрических колец. Проверьте, сохранилась ли такая закономерность для озер, находящихся в городских условиях, на окраине, в пригороде. Составьте соответствующую картосхему. Для этого на лист ватмана (в полевых условиях – на миллиметровку) нанесите озеро или его фрагмент и пояса растительности, которые отмечаются на картосхеме так же, как и сообщества по профилю.

Водная растительность является одним из наиболее достоверных показателей глубины водоема. Каждый вид водного растения произрастает только на определенной глубине.

### Оценка глубины водоема по растительности

Глубина водоема	Виды водных растений
До 1 м	Осока, стрелолист, рогоз
До 2 м	Камыш озерный, тростник, хвощи
До 3 м	Кубышки, кувшинки
Около 4 м	Элодея, харовые водоросли, роголистник, уруть

Не считая непосредственного промера глубин, этот способ является одним из самых надежных для изучения подводного рельефа прудов и озер.

Обилие высшей водной растительности можно определить по приведенной шкале.

Шкала	Характеристика обилия растительности
Ч	Растительность чрезвычайно редка, с незначительным покрытием
1	Проективное покрытие растительности менее 5%
2	Проективное покрытие растительности от 6 до 25%
3	Проективное покрытие растительности от 26 до 50%
4	Проективное покрытие растительности от 51 до 75%
5	Проективное покрытие растительности выше 75%

Если есть возможность, изучите растительность вблизи очистных сооружений, в местах сброса заводских стоков в водоемы, в местах отдыха горожан. При этом необходимо обратить внимание на исчезновение в таких местах ряда видов растений, характерных для подобных местообитаний в вашей географической зоне. Анализ видового состава растительных сообществ вблизи таких источников загрязнения поможет вам выявить виды, наиболее устойчивые к загрязнению водоемов. Попробуйте спрогнозировать, к каким изменениям в экосистеме исследуемого вами водоема может привести исчезновение ряда растений и замена их другими видами. В качестве эталона – для анализа изменений растительности в городских водоемах – берется растительность долины той же реки или сходного по экологическим характеристикам озера за пределами города, где влияние человека минимально.

Сделайте *описание водоема* и начертите его *план*. Нанесите на план:

а) неблагоприятные участки (промышленные предприятия, животноводческие фермы, склады удобрений и ядохимикатов, дачные кооперативы, стоянки моторных лодок, пленки нефтепродуктов, свалки мусора по берегам, места отдыха людей, костровища и т.п.;

б) места произрастания редких растений и обитания редких животных;

в) живописные уголки водоема.

Разработайте *программу экологических действий* в защиту водоема. Она может включать разъяснительную работу, обращение в местные органы власти, практические дела по сохранению и улучшению состояния водоема (очистка берегов, дна мелких речек, участие в спасении мальков рыб, оборудование мест отдыха и т.д.).

### **Правила поведения на водоеме**

1. Будьте всегда начеку. Водоем может быть глубокий с холодной водой и опасными течениями.

2. Не уходите далеко от своей группы, будьте всегда на виду.

3. Не переходите реку вброд, не узнав точно, что это безопасно. Не входите туда, где глубина больше высоты ваших резиновых сапог.

4. Не брызгайтесь, не толкайте друг друга в воду.

5. Все ранки и порезы заклеивайте пластырем и надевайте резиновые перчатки перед тем, как начнете работать в воде. Водоемы не всегда чистые.

6. Не пейте сырую воду. Не ешьте и не пейте во время опытов. По окончании работы сразу вымойте руки с мылом водой из-под крана.

7. Опасно проводить исследования во время паводка!

Помните: нельзя оставлять после себя мусор. Не причиняйте вред водоему. Знать правила недостаточно, их надо выполнять!

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ И ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

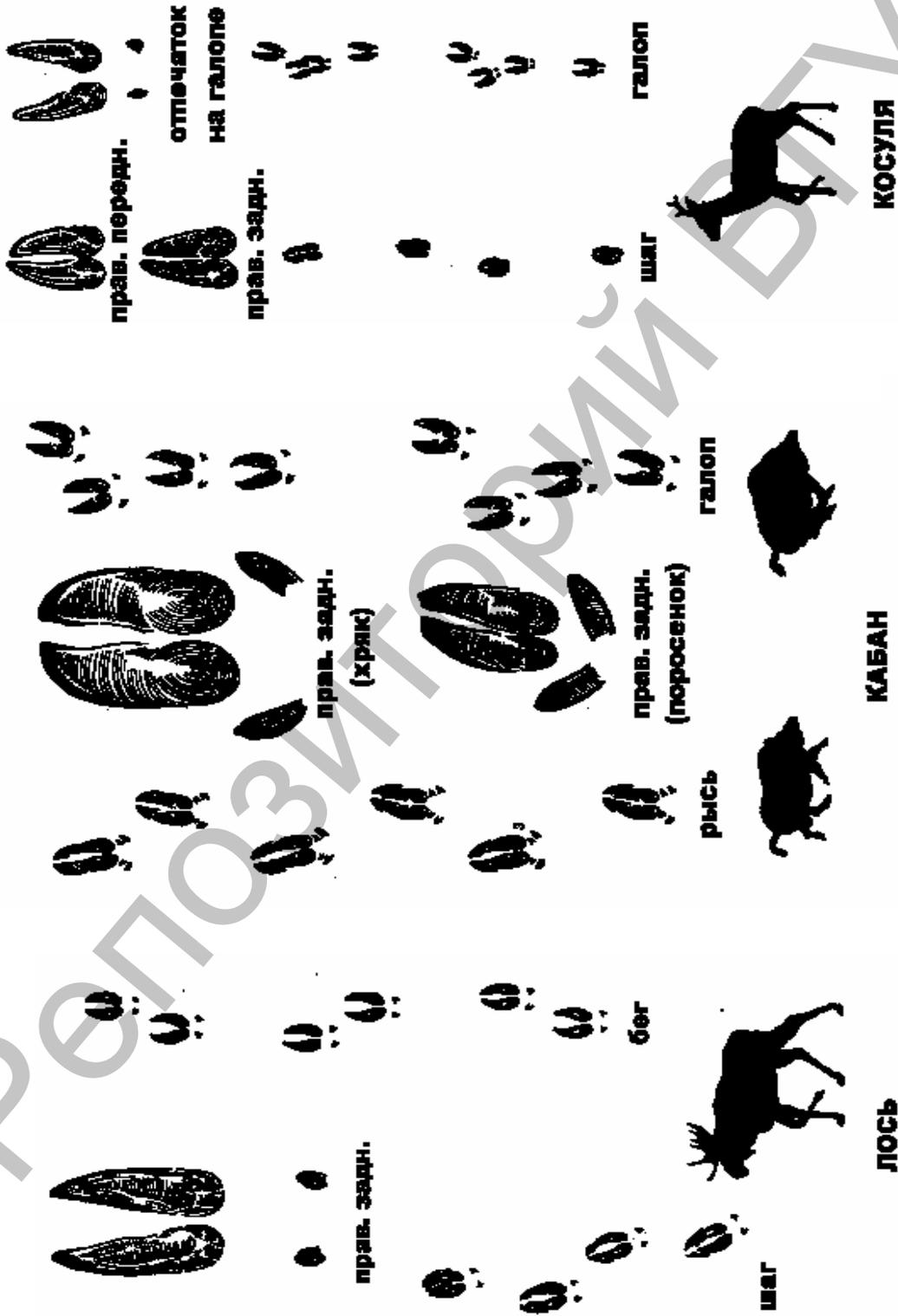
1. Алексеев С.В., Беккер А.М. Изучаем экологию экспериментально. – СПб., 1993.
2. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М., 1986.
3. Арманд-Ткаченко Г.В. Календарь по охране природы. – М., 1964.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М., 1988.
5. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. – М., 1985.
6. Бухвалов В.А. и др. Методы экологических исследований. – М., 1995.
7. Велек И. Что должен знать и уметь юный защитник природы. – М., 1983.
8. Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. – М., 1964.
9. Винокурова Н.Ф. Изучаем экологию города // Биология в школе. – 1990. – № 3.
10. Войнич А., Херцег Э. Одна ласточка весны не делает... – М., 1985.
11. Галахов Н.Н. Фенологические наблюдения / Карманная книга натуралиста и краеведа. – М., 1961.
12. Гиляров М.С., Криволицкий Д.А. Жизнь в почве. – М., 1985.
13. Гладков Н.А., Рустамов А.К. Животные культурных ландшафтов. – М., 1975.
14. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и ее охрана: кн. для учителя. – М., 1985.
15. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л., 1991.
16. Денисова С.И. Полевая практика по экологии. – Мн., 2000.
17. Долейш К. Следы зверей и птиц. – М., 1987.
18. Зарубин В.Г., Новиков Ю.В. Гигиена города. – М., 1988.
19. Захлебный А.Н., Суравегина И.Т. Экологическое образование школьников во внеклассной работе. – М., 1984.
20. Заянчковский И.Ф. Живые барометры. – М., 1987.
21. Конюшко В.С., Лешко А.А., Чубаро С.В. Страницы экологического краеведения. – Мн., 2000.
22. Куприянова М.К., Щенникова З.Г. Фенологические наблюдения // Биология в школе. – 1979. – № 5; 1980. – № 1, 2, 3.
23. Курсков А.Н. Школьный календарь природы. – Мн., 1969.
24. Лысенко Н.Л. Биоиндикация и биотестирование водоемов // Биология в школе. – 1996. – № 5.
25. Литовка О.П. Город как среда обитания. – М., 1982.
26. Лярский П.А. Пособие по краеведению. – Мн., 1966.
27. Мариковский П.И. Следы животных. – М., 1970.

28. Методика оценки экологического состояния водоемов по организмам зообентоса. – Выпуск 1. – М., 1994.
29. Методические рекомендации по осуществлению экологического экспресс-картирования на территории Ленинградской области. – Л., 1990.
30. Мэннинг У.Дж., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – Л., 1985.
31. Николаев С.Г. и др. Метод биологического анализа уровня загрязнения малых рек Тульской области. – М., 1992.
32. Новиков Г.А. Жизнь на снегу и под снегом. – Л., 1981.
33. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина Э.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М., 1990.
34. Ошмарин П.Г., Пикунов Д.Г. Следы в природе. – М., 1990.
35. Подольский А.С. Фенологический прогноз. – М., 1974.
36. Покровский С.В. Календарь природы. – М., 1958.
37. Попов Н.В. Фенологические наблюдения в школе. – М., 1953.
38. Природа Белоруссии. Популярная энциклопедия. – Мн., 1986.
39. Природа служит человеку / сост.: В.С. Конюшко, С.Е. Павлюченко. – Мн., 1982.
40. Ромашова А. Фенологические предсказания // Химия и жизнь. – 1984. – № 5.
41. Руковский Н.Н. Охотник-следопыт. – М., 1984.
42. Руковский Н.Н. По следам лесных зверей. – М., 1988.
43. Руковский Н.Н. Убежища четвероногих. – М., 1991.
44. Рыжов И.Н., Рыжова Н.Л. Городская среда // Биология в школе. – 1995. – № 1.
45. Сергейчик С.А. Растения и экология. – Мн., 1997.
46. Стрижев А.Н. Календарь русской природы. – М., 1973.
47. Суравегина И.Т., Кучер Т.В., Березина Е.Е. Изучай и охраняй природу родного края (Полевая экологическая практика). – М., 1988.
48. Тарарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников (Биоиндикация загрязнения среды). – М., 1997.
49. Фенологические исследования природы Белоруссии. – Мн., 1986.
50. Формозов А.Н. Спутник следопыта. – М., 1959.
51. Хомченко С.И. Как организовать фенологические наблюдения // Биология в школе. – 1985. – № 4; 1986. – № 1.
52. Шамоди В.Э., Санько В.А. Разговор с природой. – Мн., 1990.
53. ШигOLEV А.А., Шиманюк А.П. Изучение сезонных явлений. – М., 1962.
54. Шкляр А.Х. Календарь природы Белоруссии. – Мн., 1979.
55. Шклярова О.А. Изучение экологического состояния школы (практическая работа) // Биология в школе. – 1990. – № 3.
56. Школьный экологический мониторинг / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М., 2000.
57. Шульц Э.Г. Общая фенология. – Л., 1981.
58. Энциклопедия природы Беларуси. – Мн., 1982–1986. – Т. 1–5.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### СЛЕДЫ ЗВЕРЕЙ



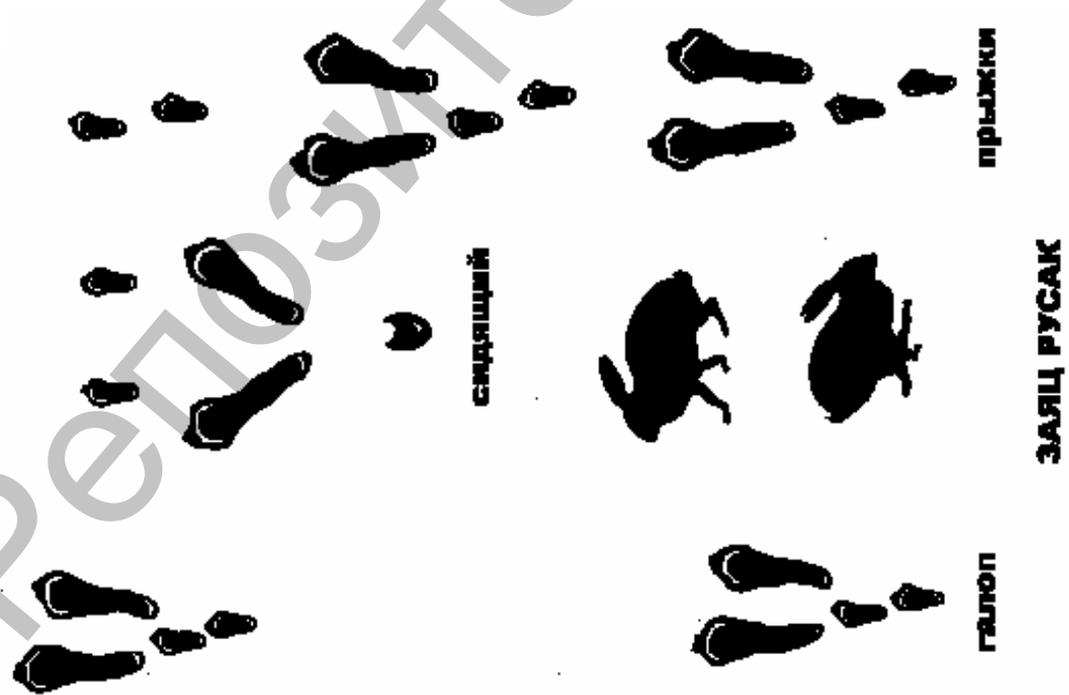




**КОШКА ДОМАШНЯЯ**

**ЕНОТОВИДНАЯ СОБАКА**

**ЛИСИЦА**

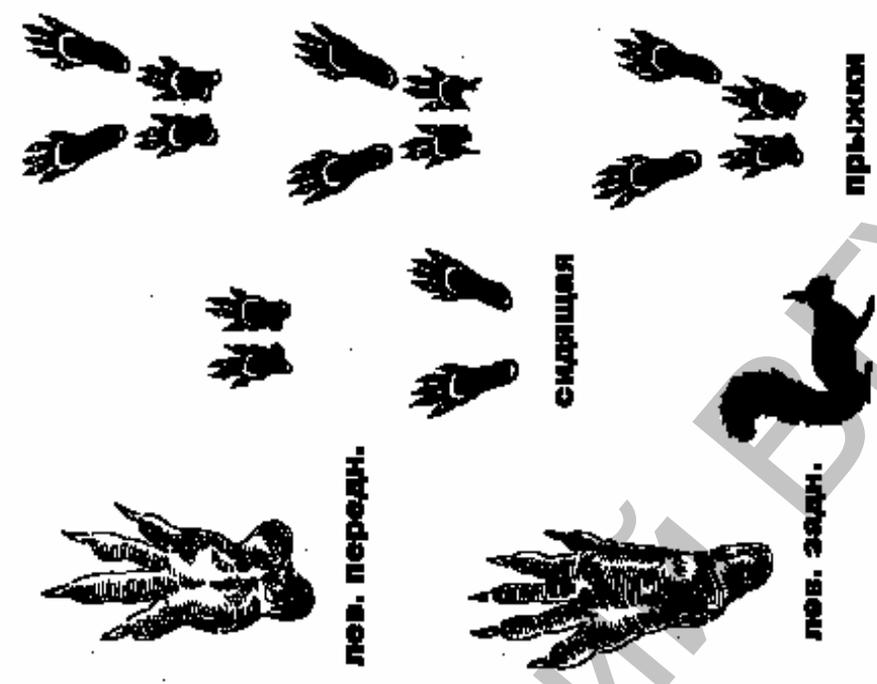


сидящий

прыжки

ЗАЯЦ РУСАК

галоп



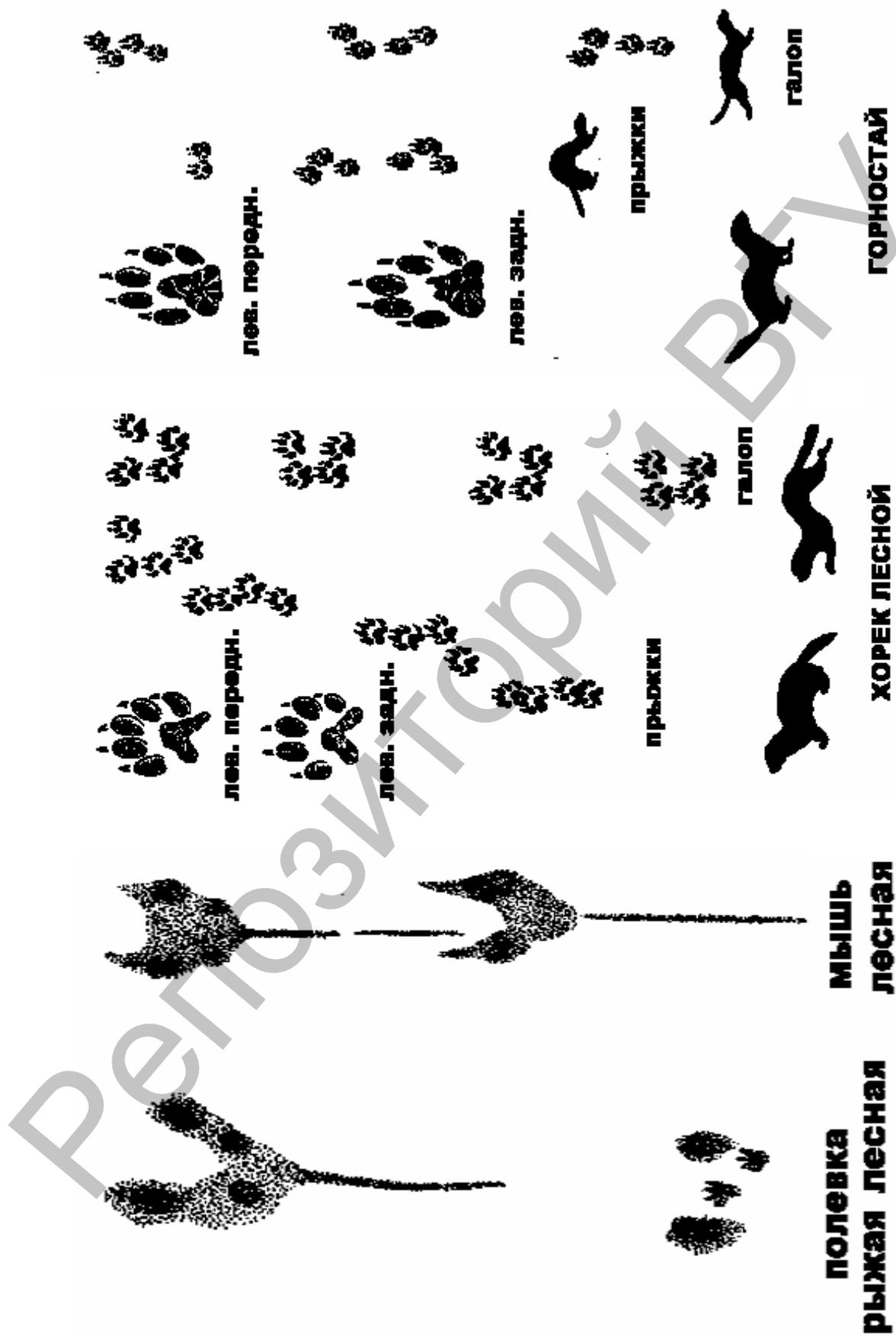
лев. передн.

сидящая

лев. задн.

прыжки

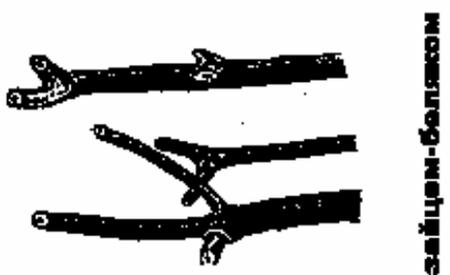
БЕЛКА







ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
СЛЕДЫ КОРМОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ



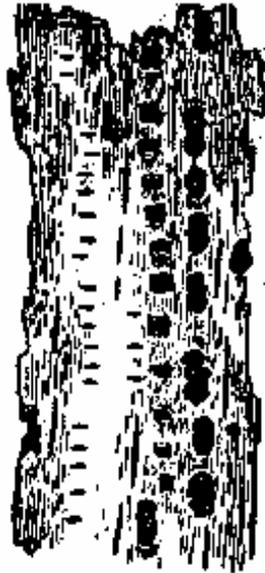
ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕБЛОВ И ВЕТВЕЙ ДЕРЕВЬЕВ



защел-беляком



лосем



дрялом



мшкандыныи грызуныи

**ПОВРЕЖДЕНИЯ КОРЫ**



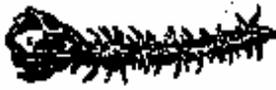
дятлом



клякстом



белкой



полевкой



сойей-толчком



мышью лесной



белкой



дятлом



сойкой

### ПОВРЕЖДЕНИЯ ШИШЕК И ПЛОДОВ

ПОГАДКИ ПТИЦ. ЭКСКРЕМЕНТЫ ЖИВОТНЫХ



**орлана-  
белохвоста**



**коршуна**



**канюка**



**вороны**



**совы болотной**

**ПОГАДКИ НЕКОТОРЫХ ПТИЦ**



**глухаря**



**тетерева**



**куропатки**



**куропатки**



**куропатки**



**рябчика**

**ПОМЕТ НЕКОТОРЫХ ПТИЦ**

**самца**



**самки**



**лося**



**оления благородного**



**кабана**



**косули**



**ПОМЕТ НЕКОТОРЫХ КОПЫТНЫХ**



**медведя**



**лисицы**



**выдры**



**куницы**

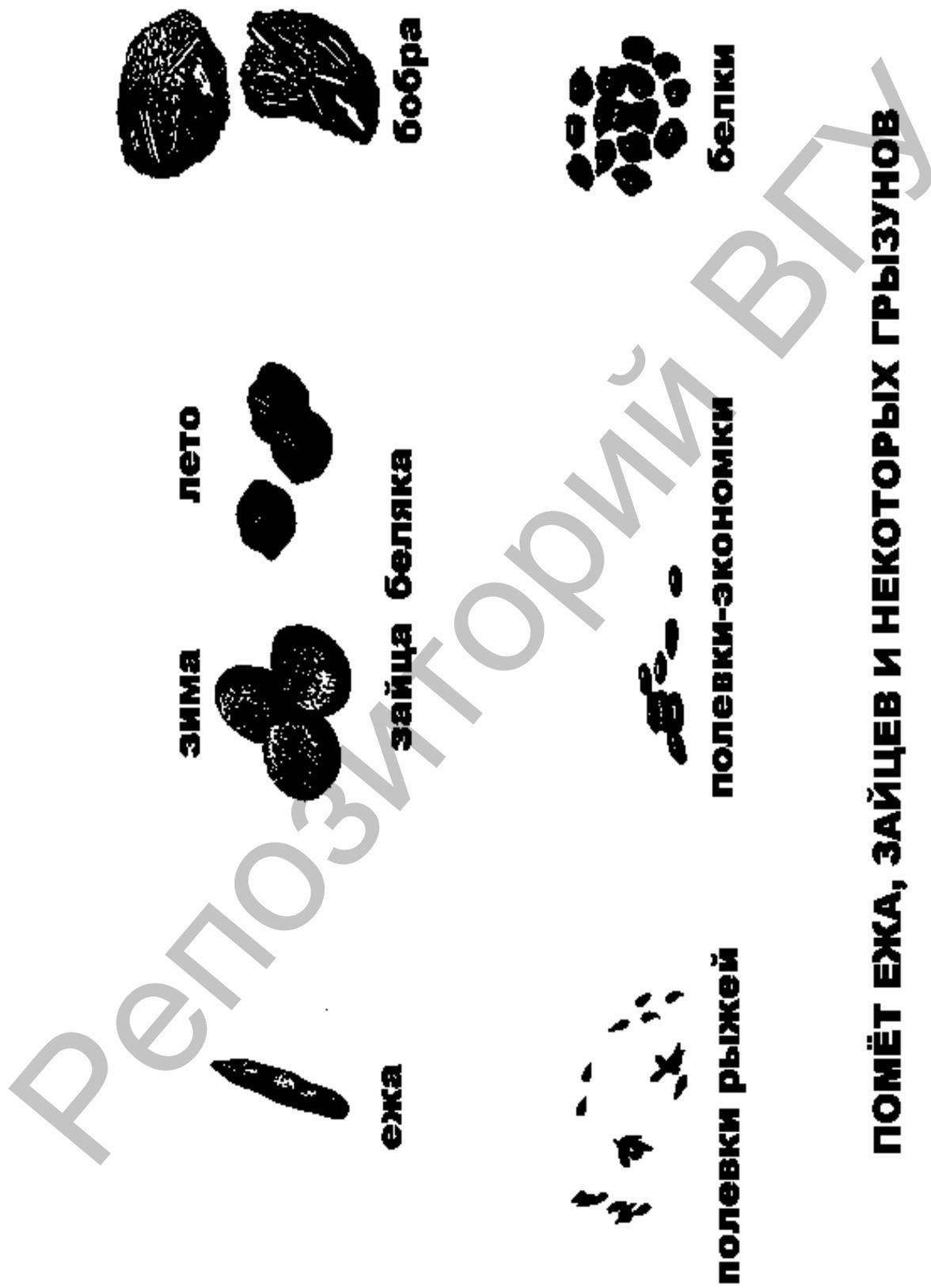


**горносталя ласки**



**енотовидной собаки**

## **ПОМЕТ ХИЩНЫХ ЗВЕРЕЙ**



**ПОМЁТ ЕЖА, ЗАЙЦЕВ И НЕКОТОРЫХ ГРЫЗУНОВ**

## ПРОГРАММА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Программа фенонаблюдений для широкого круга натуралистов должна удовлетворять следующим требованиям:

- а) давать сведения о периодических явлениях растительного и животного мира, а также и окружающей их физико-географической среде;
- б) охватить представителей растительного и животного мира в различных местах их обитания (поле, луг, лес, сырые места и водоемы);
- в) распространяться по возможности на все сезоны года;
- г) включать в первую очередь наиболее широко распространенные и известные виды растений и животных.

Составленная программа включает основные объекты природы, за которыми следует вести наблюдения в хронологическом порядке по отдельным сезонам, начиная от ранней весны и кончая началом зимы.

Минимальная программа фенонаблюдений в основном такова: (Даты соответствуют средним многолетним в окрестностях Минска). Перечень объектов может быть дополнен или уменьшен исходя из особенностей местности, в которой проводятся наблюдения.

### *Весна*

Первые проталины	14/III
Вскрытие реки (Свислочь)	14/III
Прилет жаворонков и зябликов	16/III
Начало сокодвижения у остролистного клена	19/III
Прилет скворцов	20/III
Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°	28/III
Появление бабочек-крапивниц	28/III
Начало цветения ольхи серой	2/IV
Начало сокодвижения у березы бородавчатой	3/IV
Начало цветения мать-и-мачехи	5/IV
Полное оттаивание почвы	11/IV
Переход среднесуточной температуры воздуха через 5°	14/IV
Начало цветения ивы остролистной	16/IV
Прилет белых трясогузок	17/IV
Прсыхание почвы до мягкопластичного состояния	18/IV
Распускание почек у черной смородины и крыжовника	18/IV
Начало цветения осины	19/IV
Появление первых ос и шмелей	19/IV
Начало цветения ивы-бредины	22/IV
Появление первых листьев у черемухи обыкновенной	26/IV

Начинает куковать кукушка	28/IV
Прилет деревенских ласточек	30/IV
Переход среднесуточной температуры воздуха через 10°	1/V
Последний заморозок в воздухе	3/V
Развертывание первых листьев у березы бородавчатой	4/V
Появление сморчков и строчков	6/V
Появление майских жуков	8/V
Первая песнь соловья	10/V
Начало цветения вишни	12/V
Начало цветения одуванчика обыкновенного	13/V
Начало цветения черемухи обыкновенной	13/V
Начало цветения яблони антоновки	16/V
Начало цветения ландыша майского	17/V
Начало цветения желтой акации	18/V
Начало цветения конского каштана	22/V
Начало цветения сирени обыкновенной	22/V
Последний заморозок на почве	24/V
Начало цветения рябины обыкновенной	26/V

### *Лето*

Переход среднесуточной температуры через 15°	4/VI
Начало цветения калины обыкновенной	5/VI
Начало цветения шиповника	8/VI
Начало цветения ржи озимой	12/VI
Первые зрелые плоды лесной земляники	17/VI
Начало цветения иван-чая обыкновенного	18/VI
Начало цветения цикория обыкновенного	25/VI
Начало цветения липы мелколистной	5/VII
Созревание плодов черники, смородины красной	11/VII
Начало цветения дикой рябинки (пижмы)	16/VII
Начало рассеивания семян березы бородавчатой	17/VII
Созревание плодов вишни Владимирской	22/VII
Созревание (восковая спелость) озимой ржи	23/VII
Созревание плодов малины лесной	1/VIII
Первые зрелые плоды сливы	11/VIII
Первые зрелые плоды лещины	13/VIII
Переход среднесуточной температуры воздуха через 15°	25/VIII

### **Осень**

Переход среднесуточной температуры воздуха через 10°	24/IX
Первый заморозок на почве	24/IX
Первая паутина в воздухе	24/IX
Первый заморозок в воздухе	3/X

Полное изменение окраски листьев у клена остролистного	24/IX
– // – рябины лесной	29/IX
– // – липы мелколистной	4/X
– // – осины	8/X
– // – березы бородавчатой	14/X
Переход среднесуточной температуры воздуха через 5°	18/X
Появление первых снегирей и свиристелей	18/X
Конец листопада у клена остролистного	18/X
– // – липы мелколистной	22/X
– // – березы бородавчатой	24/X
Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°	15/XI

### *Зима*

Начало устойчивого промерзания почвы	11/XII
Образование устойчивого снежного покрова	15/XII
Переход среднесуточной температуры через – 5° (вниз)	19/XII
Замерзание реки (Свислочь)	21/XII
Переход среднесуточной температуры через – 5° (вверх)	28/II
Прекращение устойчивых морозов	3/III

**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ НАТУРАЛИСТА**

Фенологические явления	Выполняемые работы
<b>Предвесенье. Средние даты: 24.02 – 27.03.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры через <math>-5^{\circ}\text{C}</math>).</i>	
Прилет первых грачей. Первая ба- рабанная дробь дятла.	Обрезка плодовых деревьев. Продолжение заготовки черенков для при- вивки. Борьба с замором рыб.
Начало сокодвижения у клена. При- лет первых жаворонков, скворцов. Начало токования тетеревов.	Развешивание искусственных гнездовий.
<b>Начало весны. Средние даты: 27.03 – 15.04.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры через <math>0^{\circ}\text{C}</math>).</i>	
Начало гнездования грачей. Пер- вая песня жаворонка. Появление зайчат-настовиков.	Сбор зимующих гнезд вредителей сада.
Начало движения сока у березы. Появление бабочек крапивниц, мух, муравьев. Прилет чибисов, уток, чаек, трясогузок. Первая песня зяблика.	Закладка картофеля на яровизацию. Снятие зимнего укрытия с роз и лилий. Обливание кипятком кустов смородины и крыжовника (от мучнистой росы). Закладка холодных парников.
Зацветает мать-и-мачеха. Первые пролетные стаи журавлей и гусей.	Снятие зимней обвязки с молодых деревьев. Обрезка ягодных и декоративных кустарни- ков, винограда.
<b>Разгар весны. Средние даты: 16.04 – 24.05.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры выше <math>+5^{\circ}\text{C}</math>).</i>	
Зацветает ольха серая, лещина. Набухают почки крыжовника, черной смородины.	Начало пахоты. Посадка деревьев, цветов- многолетников, лука-репки. Обрезка роз.
Зацветает красная верба, волчье лы- ко. Вылет шмелей. Появляются ля- гушки. «Зеленение» рябины, малины.	Посев свеклы, семян капусты на рассаду. Землю под ягодными кустарниками обрабо- тать 1% дегтярной эмульсией (от огневки).
«Зеленение» калины, бузины, чер- ной смородины. Зацветают осина, крокусы, нарциссы. Начинает ку- ковать кукушка.	Посев моркови, петрушки, укропа, салата. Прикапывание веток-отводков ягодников. Высадка на постоянное место саженцев. Выщипывание крупных почек черной смо- родины (почковый клещ).
«Зеленение» ольхи, березы, яблони, садового жасмина. Зацветает крыжовник. Прилет большинства птиц. Появление майских жуков, сморчков и строчков. Первые кон- церты лягушек.	Посадка картофеля. Посев редиса, репы, од- нолетних цветов. Ремонт грядок садовой земляники. Подкормка жидким органиче- ским удобрением цветов, ягодников. Опры- скивание плодовых деревьев растительными настоями, отварами.
Зацветают одуванчики, береза, первоцвет весенний (примула). «Зеленение» желтой акации, виш- ни. Первая песня соловья.	Посев гороха, фасоли. Прививка плодовых деревьев (черенком).
«Зеленение» дуба, липы, сливы. Зацветают черемуха, вишня, чер- ника, крыжовник, красная сморо-	Посев лука-батуна. Внекорневая подкормка плодовых деревьев. Высадка в школку око- ренных черенков ягодных и декоративных

<b>Фенологические явления</b>	<b>Выполняемые работы</b>
дина.	кустарников. Конец посадки деревьев.
Зацветают яблони, желтая акация, черная смородина, бузина, тюльпаны, лесная земляника.	Посев огурцов в теплицу, кабачков в укрытия. Подкормка жидким органическим удобрением ягодников и цветов.
<b>Предлетье. Средние даты: 24.05 – 16.06.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры выше +10°С).</i>	
Зацветают сирень обыкновенная, рябина лесная, купальница европейская, ландыши, незабудки. Колошение ржи. Первый слой грибов-кокосовиков. Лет капустной мухи.	Высадка рассады свеклы, капусты, томатов в грунт. Посев огурцов в грунт. Окучивание картофеля. Наложение ловчих поясов. Опрыскивание крыжовника раствором соды (0,5) с мылом. Обработка сада раствором хлорокиси меди (0,1%) от парши.
Зацветает клевер красный, спирея, малина. Вылет первого роя пчел, первых скворчат. Появление плододжорки.	Посадить зеленые черенки ягодников на укоренение. Развешивание ловушек для плододжорки.
Зацветают люпин синий, поповник (нивянник обыкновенный).	Удаление пораженных огневкой ягод крыжовника и черной смородины. Сжигание ловчих поясов. Начало сбора лекарственных трав.
<b>Полное лето. Средние даты: 16.06 – 23.08.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры выше +15°С).</i>	
Зацветают калина, шиповник. Умолкают птицы, начинают стрекотать кузнечики.	Пикировка рассады цветов-летников. Сбор первых зрелых плодов земляники. Начало промысла кротов. Первый рой пчел.
Зацветают липа, картофель. Созревает малина, черная смородина.	При обнаружении мучнистой росы обрезать верхушки ягодников. Начало работ по борьбе с капустной белянкой.
Зацветают гладиолусы, астры, флоксы. Появляются грибы-жнивники.	Прививка (окулировка) плодовых деревьев. Начало посадки усов земляники садовой. Начало уборки ржи озимой. Начало сбора брусники, малины.
<b>Спад лета. Средние даты: 23.08. – 11.09.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры ниже +15°С).</i>	
Начало раскраски листьев березы, осины, липы.	Удаление отплодоносивших побегов малины, старых веток ягодников.
Начало заметного листопада у березы, осины. Первые пролетные стаи журавлей. Появление грибов-листопадников.	Начало уборки картофеля, сбора клюквы. Удаление листьев смородины, пораженных ржавчиной.
<b>Начало осени. Средние даты: 11.09. – 5.10.</b> <i>(От устойчивого перехода средней суточной температуры ниже +10°С).</i>	
Полная раскраска листьев осины, березы. Появление летающей паутины. Первое появление снегирей.	Посадка сада. Подзимний сев овощных и декоративных растений.
Конец листопада у осины, липы, клена. Последние грибы.	Уборка капусты. Обвязка защитным материалом молодых деревьев. Укрытие на зиму роз и винограда.
Конец листопада у березы, сирени. Последние скворцы.	Сбор мумифицированных плодов, гнезд боярышницы.

**АССОРТИМЕНТ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЫ,  
ЗАГРЯЗНЕННОЙ ОКИСЛАМИ АЗОТА И СЕРЫ**

**Промышленная зона.** Бересклет европейский. Боярышник колючий. Боярышник кроваво-красный. Боярышник однопестичный. Бузина красная. Бузина черная. Виноград амурский. Девичий виноград пятилисточковый. Дерен белый. Дуб северный. Ива белая. Кизильник блестящий. Клен Гиннала. Клен остролистный. Лох серебристый. Лох узколистный. Малина обыкновенная. Облепиха крушиновая. Пузыреплодник калинолистный. Робиния лжеакация. Роза морщинистая. Снежноягодник белый. Таволга Маргариты. Таволга средняя. Тополь Болле. Тополь канадский. Тополь черный. Форзиция европейская. Форзиция овальная. Черемуха обыкновенная. Яблоня домашняя. Яблоня маньчжурская. Яблоня Недзвецкого. Ясень зеленый. Ясень обыкновенный.

**Санитарно-защитная зона.** Айва низкая. Айва японская. Аморфа кустарниковая. Арония черноплодная. Барбарис обыкновенный. Береза повислая. Бересклет европейский. Боярышник колючий. Боярышник кроваво-красный. Боярышник однопестичный. Бузина красная. Бузина черная. Бук лесной. Виноград амурский. Вяз перистоветвистый. Груша обыкновенная. Девичий виноград пятилисточковый. Дерен белый. Дерен кроваво-красный. Древогубец круглолистный. Дуб северный. Дуб черешчатый. Ель колючая серебристая. Жимолость каприфоль. Жимолость синяя. Жимолость татарская. Ива белая. Ива козья. Карагана древовидная. Кизильник блестящий. Клен Гиннала. Клен остролистный. Конский каштан обыкновенный. Липа войлочная. Липа крупнолистная. Липа мелколистная. Лох серебристый. Лох узколистный. Малина обыкновенная. Можжевельник казацкий. Облепиха крушиновая. Орех маньчжурский. Пузыреплодник калинолистный. Робиния лжеакация. Роза морщинистая. Сирень венгерская. Сирень обыкновенная. Снежноягодник белый. Таволга березолистная. Таволга Маргариты. Таволга средняя. Тополь Болле. Тополь канадский. Тополь черный. Туя западная и ее формы. Форзиция европейская. Форзиция овальная. Черемуха обыкновенная. Чубушник вечный. Чубушник Лемуана. Яблоня домашняя. Яблоня маньчжурская. Яблоня Недзвецкого. Ясень зеленый. Ясень обыкновенный.

## НАРОДНЫЕ ПРИМЕТЫ О ПОГОДЕ

### Весенние приметы

Из березы течет много сока – к дождливому лету.  
 Когда цветет черемуха, всегда живет холод: черемухины холода.  
 Дуб перед ясенем лист пустит – к сухому лету.  
 Жаворонок летит к теплу, зяблик – к стуже.  
 Жаворонка не слышать с самой зари – к дождю или плохой погоде.  
 Прилетел кулик из-за моря, вывел весну из затворья.  
 Гуси высоко летят – воды будет много, низко – мало.  
 Воробьи гнездятся – к ведру.  
 Вороны купаются ранней весной – к теплу.  
 Журавли тянут на север – к теплу, летят обратно – к холоду.  
 Перелетная птица течет стаями – к дружной весне.  
 Чибис летит низко – к продолжительной сухой погоде.  
 Ласточка прилетела – скоро гром загремит.  
 Соловей запел – вода на убыль пошла.  
 Много хрущей весной – к засухе.  
 Лягушка заквакала весной – гроза уже была.

### Летние приметы

Перед дождем полевой вьюнок и просвирняк закрывают свои головки, шишки репейника расправляют крючки, листочки клевера выпрямляются, цветки заячьей капусты остаются на ночь открытыми.  
 Если звездчатка не раскрывает свои цветки утром и держит их закрытыми целый день – ожидай дождя.  
 Клевер сближает листочки, наклоняется – перед ненастьем.  
 За сутки или двое перед дождем на листьях конского каштана видны «слезы» (липкие капельки сока).  
 Летом на деревьях желтеют листья – к ранней осени.  
 Нюхотки развернут свои венчики рано утром – к ясной погоде, если позже – к дождю, грозе.  
 Одуванчик сжимает шар – к дождю.  
 Утром трава сухая – к ночи ожидай дождя.  
 Утром трава пахнет сильнее обычного – к дождю.  
 В устойчивую погоду колючки чертополоха расходятся в стороны, в пасмурную – прижаты к головке.  
 Цветы сильнее пахнут перед дождем.  
 Воробьи летают стайками – к сухой, ясной погоде.  
 Воробьи сидят, напыжившись – перед дождем.  
 В продолжительное ненастье птицы защибетали – жди ясной погоды.  
 Ворона каркает – к ненастью.  
 Вороны под тучи взвиваются – к ненастью.  
 Вороны хохлятся – к непогоде.  
 Галки стаями летают – к дождю.  
 Голуби разворковались – установится ведро.

Голуби прячутся – погода портится.  
Журавли летают высоко – к ненастью.  
Коростель вечером «дерется» – на погоду.  
Кулик оставляет болото и летит по полю – на ясную погоду.  
Ласточки летают то вверх, то вниз – перед бурей.  
Мелкие пташки прячутся в гнездах – к дождю.  
Птицы поют весело – к хорошей погоде.  
Перед ненастьем птицы сильно кричат, но песен не поют, много и низко летают, кружатся, ошипываются.  
Соловей всю ночь поет неумолчно – перед ведренным днем.  
Стрижи летают низко и с криком – к дождю.  
Сыч кричит по ночам – к дождю и холоду.  
Чайки много купаются – к ненастью.  
Чибисы с вечера кричат – к ясной погоде.  
Ночная бабочка залетает в избу – к сиверу (холодному ветру).  
Божья коровка, взятая на руку, быстро слетает – к ведру.  
Жуки летают вечером – к хорошей погоде, копошатся в кучах, не взлетая – перед ненастьем.  
Комары толкутся – к ведру.  
Комары и мошки столбом – к ведру.  
Вечером сильно стрекочут кузнечики – к хорошей погоде.  
Мошки лезут в лицо – на дождь.  
Мухи жужжат оживленно – к теплу.  
В муравейнике ходы открыты и заметно бойкое движение насекомых на куче – к хорошей погоде.  
В хорошую погоду ходы в муравейнике закрыты и муравьев видно мало – жди ненастья.  
Возле желтой акации кружится много насекомых – перед ненастьем.  
Паук-крестовик при заходе солнца сидит в своей паутине – сухая погода впереди.  
Паук забился в угол – к ветру.  
Паук недвижим посреди паутины – к непогоде.  
Паук вечером спускается – к теплу.  
Паук располагает паутину колесом – жди ведро.  
Паук усиленно плетет сети – к сухой погоде.  
Если главные нити своей паутины пауки делают особенно длинными и распространяют их широко – ожидай продолжительное ведро, если же пауки главные нити делают короткими – будет дождь.  
Светлячки горят ярко в траве – на хорошую погоду.  
Хрущи летают с жужжанием – к ясной погоде.  
Лягушки на суше прыгают – к дождю.  
Лягушки квакают вечером с приятной трелью – на ясную погоду, крикливо – к дождю.  
Лягушки с вечера долго кричат – к хорошей погоде.  
Лягушки в сухую погоду держатся в воде, а в сырую – выходят на сушу.

Рыбы выскакивают из воды – к ненастью.  
В безоблачный день вдруг перестала брать рыба – надвигается ненастье.

Плотва перед дождем покрывается густой скользкой пеной.  
Раки на берег выходят – перед дождем и ненастьем.  
Кроты выбрасывают земли больше обыкновенного – к дождю.  
Уж на дороге греется – перед дождем.

### **Осенние приметы**

Много желудей на дубе – к строгой зиме.  
Если с дерева листья не чисто опадают – будет строгая зима.  
Пока лист с вишен не опал, сколько бы снегу не намело, оттепель его сгонит.

Осенью листопад пройдет скоро – ожидай крутой зимы.  
Поздний листопад – к суровой и продолжительной зиме.  
Листья осины лежат на земле кверху лицом – зима будет холодная, а изнанкой – теплая.

В лесу много рябины – к дождливой осени.  
Воробьи перелетают стайками с места на место – перед сильным ветром.

Если журавли осенью летят высоко – осень будет продолжительная.  
Птица на землю садится – к ведру, на крыши – к непогоде.  
Комары появились поздно осенью – к мягкой зиме.  
Муравьи строят большие кучи – на суровую зиму.  
Если в зайцах много жиру, зима будет продолжительная и холодная.  
Кроты с осени натаскивают в свои норы много жнивья или соломы – зима будет холодная.

Мыши вьют гнезда наверху копен – осень будет мокрой и продолжительной, если же снизу копен или вовсе в земле – весну ожидай сухую.

В какую сторону спиной ложатся животные, с той стороны и подует ветер.

Кошка в печурку – стужа на двор.  
Куры начинают линять рано осенью – к ранней, теплой зиме.  
Куры ощипываются – к дождю или снегу.  
Домашняя птица прячет голову под крыло – к холоду.  
Много тенетника (паутины) – к долгой, сухой осени.  
Осенний тенетник – на ясную погоду, на ведро.  
Паутина стелется по растениям – к теплу.

### **Зимние приметы**

Длинные сухие еловые веточки к метели сгибаются, а к спокойной погоде – распрямляются.

Шумит дубравушка – к непогодушке.  
Лес шумит зимой – к снегу, к оттепели.  
Воробьи прячутся в хворост – на мороз или перед метелью.  
Воробьи дружно расчирикались – к оттепели.

Ворона кричит на полдень в сторону юга – к теплу, на север – к холоду.

Ворона купается – к ненастью.

Ворона кричит летом – к дождю, зимой – к метели.

Ворона клюв под крыло прячет – к холоду.

Ворона всегда садится клювом к ветру.

Вороны и галки зимой выются в воздухе – перед снегом, садятся на землю – к оттепели, садятся на вершины деревьев – к морозу, на нижние ветки – к ветру.

Вороны играют на лету – к ведру.

Зимой вороны летают и кружатся стаями – к морозу.

Галки на вечер собираются гурьбой и кричат – к ясной погоде.

Галки тепла накричали.

На тепло галки садятся на верхушки деревьев, к морозу – на ветках в полдерева.

Синички с утра пищат – ожидай мороза ночью.

Снегирь зимой скрипит – на снег, вьюгу и слякоть.

Сорока под застреху лезет – к вьюге.

Зимой мухи начинают летать по комнате – к оттепели.

Сверчок сильно трещит – к теплу, снегу, летом – к дождю.

Волки воют возле жилья – к морозу.

У зайцев шерсть побелела – зима близка.

Зайцы держатся около жилья – к морозам.

Заяц выбирает себе лежку выше обыкновенного – к непогоде.

Приходит заяц в сады – зима еще постоит суровой.

Гуси и утки зимой купаются в снегу – к оттепели и метели.

Гуси хлопают крыльями, полощутся – к теплу.

Гусь лапу поджимает – к стуже.

Корова сопит и фыркает – к морозу зимой, к дождю летом.

Кошка стену дерет к непогоде, клубком лежит – на мороз.

Кошка скребет пол к ветру и метели, крепко спит – к теплу.

Курица на одной ноге стоит – к стуже.

Курица машет крыльями и хвостом – на ветер, зимою – на метель.

Куры рано на насест садятся – к морозу.

Лошадь ложится на снег зимой – к теплу.

Лошадь перед теплом ложится, перед морозом стоит.

Копыта у коней потеют – к теплу.

Петух не вовремя поет: летом – к дождю, зимой к теплу.

Петух на одной ноге стоит – ожидай холода.

Петухи поют перед оттепелью.

Зимой рано запели петухи – к теплу.

Птицы на морозе около домов поют или роются в снегу – к сырой погоде.

Репозиторий ВГУ