Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Институт леса и природопользования

Кафедра экологии, природопользования и защиты леса

ПРОГРАММА

ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Направление 022000.62 (05.03.06) "Экология и природопользование"
Профиль (специализация) 0220001.62 "Природопользование"
уровень бакалавриата
Количество зачетных единиц (трудоемкость, час) 10 ЗЕТ (360 ч.)

Разработчики программы: д.б.н., профессор Ю.Е. Михайлов
к.б.н., доцент Е.А. Зотеева
к.б.н., доцент М.В. Воробьева
к.б.н., профессор В.А. Крючков

Екатеринбург 2015 г.

Электронный архив УГЛТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение …….. 5

Глава 1. Структура и темы выпускных квалификационных работ …… 6
1.1. Структура выпускной квалификационной работы ……. 6
1.2. Темы выпускных квалификационных работ ……... 8

Глава 2. Выполнение выпускной квалификационной работы ……... 16
2.1. Мониторинг состояния растительных сообществ …….. 16
2.2. Таксономическая структура и видовое разнообразие растительных сообществ ……..…….. 21
2.3. Экологическое и фитоценотическое разнообразие фитоценозов …….. 24
2.4. Биоморфологический состав экотонных сообществ …….. 26
2.5. Методика фенологических наблюдений ……. 27
2.6. Инвентаризация древесных растений населенного пункта (улицы) и внутривидовая изменчивость …… 34
2.7. Изучение распространения синантропных и сорных растений как индикатора антропогенных нагрузок …….. 35
2.8. Лесопатологическая оценка состояния взрослых насаждений …… 36
2.9. Лесоэнтомологическое обследование насаждений …… 49
2.10. Методика изучения закономерностей распространения и внутривидовой дифференциации дуба черешчатого на северо-восточной границе ареала …….. 56
2.11. Методика оценки жизненного состояния ценопопуляций древесных растений по типу онтогенетического спектра ……. 58
2.12. Методика определения биологически активных (защитных) веществ растений …… 61

Глава 3. Оценка запасов растений, имеющих хозяйственное значение 70
3.1. Метод оценки запасов растительного сырья на конкретных зарослях …… 71
3.2. Метод изучения запасов растительного сырья на ключевых участках ……. 75
3.3. Расчет объемов возможных ежегодных заготовок ……. 76

Электронный архив УГЛТУ

Глава 4. Методы изучения семенной продуктивности растений …….. 78

Глава 5. Методы изучения ценопопуляций растений ……. 82

Глава 6. Количественная оценка биоразнообразия ……. 90
6.1. Индексы разнообразия …….. 91
6.2. Коэффициенты сходства участков растительного покрова …….. 92

Глава 7. Методы изучения лесных сообществ в условиях нарушенных местообитаний …….. 95
7.1. Диагностика повреждений и оценка жизненного состояния деревьев и древостоев в условиях промышленного атмосферного загрязнения ……. 95
7.2. Диагностические признаки повреждения ассимиляционных органов деревьев при воздействии различных типов загрязнения ……..….. 98
7.3. Диагностические признаки состояния деревьев в условиях атмосферного загрязнения……... 102
7.4. Оценка жизненного состояния древостоев…….. 105

Библиографический список ……... 107

Электронный архив УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Наука – особая сфера человеческой деятельности, направленная на объяснение явлений окружающего мира и раскрытие его тайн. Недостаточное владение методологическими знаниями, отсутствие опыта научной работы часто не позволяют реализовывать весь творческий потенциал молодого ученого.

Задача пособия – дать дипломнику четкое представление о стоящей перед ним научной проблеме. От правильной формулировки темы, выбора методики и приемов обработки полевых материалов зависит качество выпускной квалификационной работы (дипломной работы).

Задачей выпускной квалификационной работы по специальности «Природопользование» и направлению «Экология и природопользование» является решение научных проблем, связанных с проведением экологических исследований на внутривидовом, видовом, популяционном и экосистемном уровнях.

Приоритетные научные направления кафедры ботаники и защиты леса УГЛТУ имеют 70-летнюю историю. В 40-е годы XX столетия академик В.Н. Сукачёв создал учение о биогеоценозе. В 50-е годы профессор П.Л. Горчаковский провел геоботанические исследования во всех горных районах Урала. В 60-е годы профессор Л.И. Вигоров создал новое научное направление – лечебное садоводство. В 70-е годы профессор А.В. Хохрин внес существенный вклад в развитие стереобиологии древесных растений. В 80-е годы большое значение имели разработки профессора Д.А. Беленкова по созданию антисептика «Ултан» для защиты древесины. Научные традиции кафедры ботаники и защиты леса сохраняются и сегодня.

Электронный архив УГЛТУ

Глава 1

СТРУКТУРА И ТЕМЫ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

1.1. Структура выпускной квалификационной работы

Структура выпускной квалификационной работы предполагает наличие нескольких обязательных частей.

Реферат. В реферате в предельно краткой и ясной форме излагаются содержание и основная научная (научно-техническая) новизна работы, а при необходимости - значение полученных результатов для практики, экономический и социальный эффекты. Объем реферата обычно составляет 6 - 8 строк.

Введение. Во вводной части работы формулируется цель и обосновывается необходимость проведения исследования. При анализе ранее опубликованного материала рекомендуется упоминать только те работы, которые непосредственно относятся к теме исследования. Не включайте во введение собственные результаты и выводы, которые вы намереваетесь изложить в дипломной работе. Иногда вводная часть пишется на последнем этапе, что позволяет более строго соотнести ее содержание с остальными частями рукописи.

Глава **Природно-климатические особенности (условия) района исследования.** Приводятся географические координаты объектов исследования, административное подчинение предприятия, на территории которого находятся научные объекты, описываются рельеф, гидрология, почвы, дается характеристика лесных насаждений, ООПТ и т.д.

Глава **Состояние вопроса (Литературный обзор).** Анализируется информация по проблемам, рассматриваемым в дипломной работе. Делаются ссылки на авторов, внесших определенный вклад в изучение данных вопросов. Любая научная работа обязательно основывается на предыдущих исследованиях, поэтому как правило содержит библиографические ссылки в качестве документального подтверждения ранее полученных результатов. Значительная часть утверждений, приводимых в работе, обычно имеет определенную литературную предысторию. Как показывает практика, на каждые 10 - 15 строк текста литературного обзора приходится одна ссылка (Сергеев, 1999).

Электронный архив УГЛТУ

Прежде всего необходимо сослаться на самые важные публикации в исследуемой области, причем из множества ссылок по одному вопросу выбирают наиболее значимые. В большинстве случаев ссылаются на статьи из более цитируемого журнала (если таковые имеются). Не последнюю роль в подобном выборе играет степень известности и доступности издания для мирового научного сообщества. Старайтесь избегать ссылок на резюме статей (докладов).

При подтверждении наиболее общих научных проблем или достижений приемлемо делать ссылки на лидера данного научного направления или хорошо известного, зарекомендовавшего себя в определенной области науки автора. Но и в этом случае предпочтительнее ссылаться на те издания, где данная проблема (вопрос) изложена наиболее детально. Это могут быть монография, обзор проблемы и т.п.

Глава **Методика и объем выполненных работ** – один из важнейших разделов дипломной работы. Здесь подробно описывается, где и каким образом отбирался материал для исследования. Указывается объем материала. Описываются методы, аппаратура и все процедуры в деталях, достаточных для того, чтобы другие исследователи смогли воспроизвести полученные результаты. При необходимости приводятся ссылки на общепринятые методы, включая статистические, а также дается краткое описание уже опубликованных, но еще недостаточно известных методов. Желательно подробно описать новые или существенно модифицированные методы и обосновать их использование.

Экспериментальная часть. Здесь представляются результаты работы в логической последовательности с использованием таблиц, рисунков, графиков и диаграмм. В тексте не допускается повторять все данные табличного и наглядного материала. Необходимо выделить или суммировать только наиболее важные наблюдения и материалы.

В отдельном параграфе выделяют новые и важные аспекты полученных данных, а также выводы, которые из них следуют. Здесь же можно обсудить практические возможности научного исследования и дать обоснованные рекомендации. Уместно сравнить собственные данные с другими исследованиями в этой области. Выводы должны соответствовать фактическому материалу, целям и названию работы. Желательно делать выводы для каждой главы.

В тексте работы обязательно должны быть от 3 до 10 или более ключевых слов и/или коротких фраз, которые будут способствовать правильному восприятию темы.

Использованная литература (библиографический список). Оформление списка литературы проводится по правилам. В России библиографическое описание публикаций регулируется ГОСТ 7.0.5-2008. Необходимо помнить, что вопрос о цитировании принадлежит скорее к категории нравственности и морали, чем к сфере права.

Электронный архив УГЛТУ

1.2. Темы выпускных квалификационных работ

Темы выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению 022000.62 «Экология и природопользование» и по специальности «Природопользование» (020802.65), различны, индивидуальны, зависят от производственной необходимости и от мест проведения предквалификационной практики. Студент по согласованию с научным руководителем выбирает тему.

1. Влияние условий внешней среды на качество растительного лекарственного сырья.

2. Влияние промышленных предприятий (в городах Карабаш, Кировград, Ревда, Первоуральск) на гидрологическое состояние водных объектов Уральского региона.

3. Восстановление сообществ живых организмов разных групп (например, насекомых, зверей, птиц, растений) после природных катаклизмов: пожаров разных типов, ветровалов и др.

4. Геоэкологические принципы охраны водоемов Уральского региона.

5. Гидрологические ограничения природопользования в бассейнах рек Уральского региона (например, Исети, Пышмы, Чусовой и др.).

6. Гидрологическое состояние озер Уральского региона (например, Таватуй, Аятское, Увильды и др.).

7. Гидрологическое состояние соленых озер степной и лесостепной зоны Уральского региона.

8. Мониторинг загрязнения рек и озер Уральского региона методами биоиндикации.

9. Дешифрирование растительного покрова на спутниковых снимках.

10.Загрязнение компонентов экологических систем на примере влияния СУМЗа, Карабашского и Кировградского комбинатов, Рефтинской ГРЭС и т.п.

11. Видовой состав и запасы лекарственных растений того или иного региона (например, юго-запада Свердловской области, Каменск-Уральского района и др.).

12. Видовой состав и запасы пищевых растений того или иного региона.

13. Видовой состав и состояние рыбных запасов рек и озер Уральского региона. Прудовое хозяйство.

14. Видовой состав и состояние запасов промысловых видов птиц и зверей Уральского региона.

15. Состояние окружающей среды и здоровье населения Уральского региона.

16. Радиоактивное загрязнение территорий и состояние экосистем.

Электронный архив УГЛТУ

17. Озеленение как фактор улучшения экологической обстановки в городах Уральского региона.

18. Оценка биологической продуктивности лесных (тундровых, степных) экосистем.

19. Антропогенное влияние на состояние биологической продуктивности лесных (тундровых, степных) экосистем.

20. Сохранение ботанического разнообразия в Уральском регионе.

21. Сравнение качества питьевой воды в городах Уральского региона.

22. Структура и динамика растительности зарастающих и сельскохозяйственных земель, промышленных отвалов, золоотвалов в Уральском регионе.

23. Эколого-экономическая эффективность природоохранных мероприятий на промышленных предприятиях Уральского региона.

24. Анализ состояния рекреационного природопользования (крупные парки, лесопарки, природные парки) в Уральском регионе.

25. Содержание биологически активных веществ в лекарственных, пищевых, плодово-ягодных растениях Уральского региона.

26. Природные катаклизмы (лесные и степные пожары, ветровалы и пр.) и их роль в природе.

27. Вспышки массового размножения насекомых и их влияние на структуру растительных сообществ.

28. Охотустройство (проект использования животного мира в охотхозяйственных целях).

29. Динамика численности водоплавающих в связи с природными циклами.

30. Формирование сообществ беспозвоночных животных на горельниках и ветровальниках.

31. Влияние лесных пожаров на сообщества лесных насекомых (и/или дереворазрушающих грибов).

32. Наземные беспозвоночные как индикаторы климатических изменений.

33. Живой напочвенный покров лесных насаждений как индикатор рекреационной нагрузки.

34. Влияние близости селитебной территории на санитарное состояние ООПТ.

35. Разработка методических вопросов при проведении экологических экскурсий в окрестностях города _____.

36. Анализ состояния лесных насаждений на основе данных лесопатологического мониторинга природного (национального) парка_____.

37. Анализ флористического разнообразия природного (национального) парка _____.

38. Значение _____ заповедника (ландшафтного заказника) в устойчивом развитии региона.

Электронный архив УГЛТУ

39. Анализ биоиндикационных показателей березы повислой в условиях техногенного загрязнения городской среды (на примере г. _____).

40. Проект организации экологической тропы на территории памятника природы _____.

41. Экологический контроль водных ресурсов _____ области.

42. Видовой состав и роль кровососущих комаров в природных условиях и урбанизированной среде.

43. Анатомо-морфологические особенности сосны обыкновенной в контрастных условиях Среднего Урала.

44. Биоэкологические особенности вереска обыкновенного в национальном парке «Припышминские боры».

45. Видовой, сортовой и формовой составы коллекции новых плодов и декоративных культур ООПТ «Ботанический сад УрО РАН».

46. Экологическая приуроченность ценопопуляций древесных видов государственного национального природного парка.

47. Анализ состояния лесных насаждений Верхнепышминского участкового лесничества Свердловской области вблизи ОАО «Уралэлектромедь».

48. Оценка влияния рекреации на состояние и внутривидовую дифференциацию лесопарковых культур Екатеринбурга.

49. Лесопатологическая оценка лесных насаждений Ревдинского участкового лесничества вблизи Среднеуральского медеплавильного завода.

50. Анализ состояния древесных и кустарниковых видов инорайонного и местного происхождения в озеленительных посадках промышленных городов Урала.

51. Биоразнообразие и рекреационная дигрессия лесных насаждений государственных памятников природы местного значения Пермского края, Челябинской и Свердловской областей.

52. Экологическая оценка состояния разновозрастных насаждений сосны обыкновенной ООПТ _____.

53. Анализ состояния лесных насаждений ООПТ _____ на разных стадиях рекреационной дигрессии.

54. Экологические и биологические особенности вяза гладкого на северо-восточном пределе естественного ареала и в озеленительных посадках промышленных городов.

55. Закономерности распространения сосны сибирской в естественных и нарушенных местообитаниях _____ лесничества Свердловской области.

56. Особенности самозарастания песчаных отвалов после золотодобычи в окрестностях г. Березовский Свердловской области.

57. Анализ изменения видового состава ксилотрофных грибов в рекреационных природных объектах.

Электронный архив УГЛТУ

58. Патогенная микобиота древесных растений зеленых насаждений г. _____.

59. Анализ формирования патогенной микобиоты на интродуцированных растениях в условиях города (объекта, территории).

60. Анализ формирования патогенной микобиоты в различных типах городских зеленых насаждений и рекомендации защитных мероприятий.

61. Ксилотрофные грибы в зеленых насаждениях как индикаторы изменения состояния окружающей среды.

62. Обследование санитарного состояния насаждений (заповедника, национального парка и т.п.) как часть фонового экологического мониторинга.

63. Грибы - возбудители болезней растений как объекты лесопатологического мониторинга _____.

64. Оперативное и постоянное слежение за состоянием лесов (насаждений), нарушением их устойчивости и рекомендации по планированию лесозащитных мероприятий.

65. Мониторинг состояния насаждений на территориях, подвергшихся опасным видам антропогенных воздействий.

66. Лесопатологический мониторинг состояния лесов (насаждений и т.п. объектов) в районах природных экологических катастроф и бедствий (массовых пожаров, ветровалов и др.).

67. Особенности динамики микобиоты в разных типах нарушенных территорий.

68. Проект биотехнических мероприятий конкретного охотничьего хозяйства.

69. Оценка качества охотничьих угодий.

70. Проект восстановления численности охотничьих животных с постепенным доведением их количества в угодьях хозяйства до оптимального уровня.

71. Проект внутрихозяйственного устройства конкретного охотничьего хозяйства.

72. Проект организации вольерного хозяйства.

73. Экология какого-либо отряда млекопитающих или птиц (например, экология отряда куриных Аргаяшского района).

74. Влияние косули или лося на состояние лесных культур или естественного возобновления в условиях конкретного охотхозяйства, лесничества или другой территориальной единицы.

75. Проект пользования объектами животного мира с целью заготовки пушнины.

76. Структура лесных и экотонных сообществ лесопарков и пригородной зоны г. _____ на различных стадиях дигрессии.

77. Антропогенная трансформация лесных насаждений.

Электронный архив УГЛТУ

78. Биологические особенности и экологическая приуроченность дуба черешчатого в _____ районе _____ области.

79. Закономерности распространения можжевельника обыкновенного в _____ лесхозе _____ области, в _____ заповедниках.

80. Дендрологическая инвентаризация парков, скверов, коллекций ботанических садов и дендрариев г. _____.

81. Особенности вегетативного размножения декоративных древесных растений.

82. Анализ озеленения и оптимизация структуры посадок и видового состава древесных растений г. _____.

83. Оценка перспективности использования в озеленении г. _____ дальневосточного вида черемухи Маака.

84. Анализ озеленения, оптимизация структуры посадок и видового состава кустарниковых растений улицы _____ г. _____.

85. Анализ озеленения, оптимизация структуры посадок и видового состава древесных растений улицы _____ г._____.

86. Внутривидовая изменчивость и оценка стабильности развития яблони сибирской в озеленительных посадках г. _____.

87. Обоснование ассортимента декоративных древесных видов, сортов и форм для размножения в коммерческом питомнике _____.

88. Биологические особенности можжевельника обыкновенного в _____ лесничестве _____ области.

89. Внутривидовая дифференциация яблони Недзвецкого в озеленительных посадках г. _____.

90. Интродукция декоративных древесных растений на Урале.

91. Изучение ассортимента видового, внутривидового составов красивоцветущих, листоокрашенных декоративных культур и опыт их размножения в Ботаническом саду УрО РАН.

92. Опыт интродукции и размножения хвойных видов в Ботаническом саду УрО РАН.

93. Интродукция лещины обыкновенной в Ботаническом саду УрО РАН.

94. Интродукция и селекция культуры груши на Урале.

95. Интродукция культуры сирени в Ботаническом саду УРО РАН.

96. Дендрологическая инвентаризация лесопарковых культур в Лесопарке имени лесоводов России в Екатеринбурге.

97. Проект мероприятий по локализации и ликвидации очага (вид вредителя) в условиях лесничества (или района, области).

98. Динамика численности (вид вредителя) в условиях лесничества (или района, области) и анализ эффективности мероприятий по ее контролю.

Электронный архив УГЛТУ

99. Видовой состав вредоносных лесных насекомых в условиях лесничества (или района, области).

100. Лесоэнтомологическое обследование в экотоне верхней границы леса в условиях_____ (конкретный горный массив).

101. Вертикально-поясная изменчивость консорций насекомых-фитофагов в условиях_____ (конкретный горный массив).

102. Исследование санитарного состояния насаждений в условиях _____ лесничества (лесхоза) и рекомендации по его улучшению (проект мероприятий по его улучшению).

103. Организация лесопатологического мониторинга в условиях _____ (лесничества и т.п.).

104. Исследование санитарного состояния сеянцев в _____ питомнике и проект мероприятий по его улучшению.

105. Исследование древостоев, пораженных патогенными грибами, на территории _____ и рекомендации по их защите.

106. Биологические особенности интродуцированных растений для получения продуктов нового поколения.

107. Разработка методов воспроизводства вводимых в культуру растений (актинидия, айва, рябина, форзиция, мирикария и др.).

108. Использование деревянистых лиан УСЛК для оптимизации урбоэкосистем в условиях Среднего Урала.

109. Биологические особенности гибридного поколения хеномелеса превосходного на Среднем Урале.

110. Морфобиологическая характеристика гибридных форм (хемоформ) хеномелеса превосходного.

111. Интродукция древесных и кустарниковых растений для фармацевтической промышленности.

112. Фитодизайн эргономических систем.

113. Анализ интродукционных фондов УСЛК (по семействам).

114. Разработка проекта микросада направленного физиологического действия на человека на новой территории УСЛК.

115. Рябина ария – новая плодовая и декоративная культура для Среднего Урала.

116. Изучение онтогенеза древесных и кустарниковых растений, депонирующих желчегонные вещества.

117. Плотность гнездования воробьиных птиц на территории Учебно-охотничьего хозяйства УГЛТУ.

118. Картирование токов и особенности репродуктивного поведения глухаря на территории _____.

119. Фауна природного парка _____ и рекреационные возможности территории.

120. Биология, поведение и особенности гнездования хищных птиц природного парка _____.

Электронный архив УГЛТУ

121. Биология репродуктивного поведения и плотность гнездования каменного глухаря _____ Якутии.

122. Динамика численности мышевидных грызунов на постоянных пробных площадях (ветровальных участках).

123. Соотношение видов мышевидных грызунов в многолетней динамике для северной (средней, южной) тайги _____.

124. Биология и миграция косули на территории природного (национального) парка_____.

125. Фауна природного парка _____ и рекреационные возможности территории.

126. Послепромысловая численность _____ по данным ЗМУ (зимних маршрутных учётов) и динамика численности _____ на территории _____.

127. Динамика численности, плотность популяции и возможности повышения численности зайца-русака в _____ охотхозяйстве _____ области.

128. Масштаб и динамика миграций косули (марала) на территории природного (национального) парка _____.

129. Выявление зимних концентраций копытных методом весенних учётных работ по дефекациям.

130. Экологическое обоснование и возможности организации охотничьего хозяйства на территории _____ лесхоза _____ области.

131. Разработка принципов бонитировки местообитаний охотничьих животных для выделенных типов местообитаний, применяемых в АРМ Лесфонд (Курганская, Челябинская, Свердловская области и Пермский край, территория ХМАО, ЯНАО и САХА Якутия).

132. Проект пользования животным миром и внутрихозяйственное устройство территории охотничьего хозяйства _____.

133. Динамика численности зайца-беляка на территории Учебно-охотничьего хозяйства УГЛТУ и проект мероприятий по стабилизации его численности.

134. Анализ динамики численности лося и разработка мероприятий по повышению его численности на территории _____.

135. Бонитировка местообитаний, определение оптимальной численности и разработка проекта биотехнических мероприятий для основных охотничье-промысловых видов охотничьего хозяйства _____.

136. Биологические потребности, динамика численности и динамика местообитаний для охотничье-промысловых видов _____ района _____ области.

137. Охотхозяйственная ценность низкобонитетных лесов (промысловая продуктивность) ХМАО, ЯНАО, республики САХА Якутия.

138. Экологическое обоснование организации природного (национального) парка на территории _____.

Электронный архив УГЛТУ

139. Функциональное зонирование территории природного (национального) парка _____.

140. Методы привлечения на гнездование дневных и ночных хищных птиц и результаты многолетних наблюдений за их репродуктивным поведением на территории ООПТ (заказника, заповедника, зоны покоя природного или национального парка).

141. Культура природопользования малых народов севера и возможности экологического туризма на территории _____.

142. Промыслово-охотничье хозяйство и культура природопользования малых народов севера как экологическая парадигма взаимоотношений «человек - природа» для хантов (манси, коми, коми-зырян).

143. Экологическое обоснование организации вольерного хозяйства пятнистых оленей (благородных оленей, кабанов, косуль).

Электронный архив УГЛТУ

Глава 2
ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

2.1. Мониторинг состояния растительных сообществ

Мониторинговые исследования проводятся с использованием классических методик с заложением постоянных пробных площадей (ППП) или трансект:

1) осуществляется рекогносцировочное изучение территории и определяются места проведения наблюдений: подбираются участки для заложения трансект, эколого-топографических профилей или ППП, на которых закладываются стационарные площади для наблюдений;

2) на заложенных профилях и ППП исследуется современное состояние растительности, выбираются наиболее подходящие для мониторинговых наблюдений признаки. Наблюдения проводятся не менее трех лет ежегодно по всем показателям для изучения естественной динамики фитоценозов в условиях ежегодных климатических флюктуаций.

Количество и направление трансект или эколого-топографических профилей определяются площадью исследуемого ценоза и неоднородностью растительного покрова. Вдоль трансекты через равные расстояния (они устанавливаются исходя из протяженности трансекты или профиля) закладываются ППП, на которых проводится изучение всех компонентов растительного сообщества.

Размер ППП в лесных сообществах составляет 50×50 м (20×20 м), в травянистых — 10×10 м. Располагаются ППП на эколого-топографическом профиле, в каждом (из встретившихся) типичном для данного района сообществе, а также в редких сообществах и в местах обитания редких видов, за популяциями которых необходимо вести мониторинговые наблюдения.

Мониторинговые наблюдения за напочвенным покровом лесных, луговых и др. растительных сообществ предполагают:

— название сообщества;

— указание местоположения в рельефе;

— глазомерное определение общего проективного покрытия (ОПП) (в процентах);

Электронный архив УГЛТУ

— замер высоты трав по вегетативным и генеративным побегам (в сантиметрах);

— характеристику вертикальной структуры (ярусность);

—характеристику горизонтальной структуры (равномерность распределения растений по площадке, наличие микрогруппировок);

— характеристику общей жизненности (жизненного состояния) растений: отмечаются признаки угнетения и его причины (животные, атмосферное загрязнение – хлорозные и некрозные пятна на листьях трав). При этом оценивается состояние и всего сообщества: при отсутствии повреждений и признаков угнетения жизненность оценивается как высокая; при условии повреждения (угнетения) небольшого числа растений – единичные поврежденные растения;

— характеристику доминантов по подъярусам травостоя (если таковые выделяются). Примерное разделение на подъярусы травостоя в разнотравно-вейниковых и крупнотравных лесах: первый подъярус формируют растения выше 45 (50–70) см, второй подъярус – 21-40 см, третий – до 20 см высотой;

— характеристику видового состава (желательно подробно);

— выявление редких и охраняемых видов, их обилия, жизненности;

— определение наличия (отсутствия) сорных и синантропных видов, их обилия или проективного покрытия (в процентах), места сосредоточения (тропинки, дороги, звериные тропы, биваки, около избушек охотников, берега рек, используемые для отдыха, рыбалки и т.д.). Возможно использование таких глазомерных оценок, как «единичные особи», «рассеянно», «куртинками», «пятнами» — для мелких растений с указанием размеров этих куртинок и пятен в сантиметрах, «обильно» — если растения произрастают на значительных участках;

— определение наличия (отсутствия) мохового (лишайниково-мохового, лишайникового) яруса, его общего проективного покрытия (%), толщины живого и мертвого слоя (см), наличия (отсутствия) нарушенности, видового состава;

— заложение мелких учетных площадок (20×50 см, 25×25 см или 1×1 м) для получения количественных признаков динамики травяно-кустарничкового и мохово–лишайникового ярусов. Площадки закладываются по диагоналям ППП на одинаковом расстоянии друг от друга в количестве 10 шт. Данные таких площадок позволяют уловить снижение или увеличение обилия видов, получить показатели видового разнообразия сообщества за каждый год на одной и той же площади. Размер площадок определяется размером произрастающих растений (Морозова, 2008).

Результаты наблюдений представляются в виде таблиц.

Оценка состояния древостоя и подроста. Древостой ППП должен иметь одинаковые состав, полноту, сомкнутость крон, историю хозяйственного воздействия и другие признаки.

Электронный архив УГЛТУ

По форме ППП могут быть прямоугольными, квадратными, ленточными или круговыми. На ППП выполняется сплошной перечет с измерением диаметра на высоте 1,3 м и общей высоты дерева. Возраст деревьев на ППП определяется по визуальным признакам, числу годичных колец на пнях или по кернам, взятым возрастным буравом. Записи перечета всех деревьев заносятся в карточку учета деревьев на ППП. Помимо перечета деревьев, на всех ППП проводится описание их расположения, положение деревьев может быть закартировано в масштабе 1:1000 (в 1 см – 1 м). Тип леса устанавливается согласно методическим указаниям В.Н. Сукачёва и С.В. Зонна (1961), а также Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смолоногова (1973).

По окончании перечета деревья дифференцируются по категориям жизненного состояния (здоровые, поврежденные, усохшие).

Категории жизненного состояния деревьев:

— здоровые (видимые повреждения отсутствуют);

— поврежденные (имеются повреждения ствола, сломаны ветки, разрежена крона, много усохших веток, ствол заселен насекомыми);

— усохшие (все ветки кроны и ствол сухие).

Учет подроста на ППП ведется на учетных площадках, величина которых определяется в зависимости от крупности, равномерности размещения и густоты подроста. Размер учетных площадок может быть 1×1, 2×2, 4×4 м. Общее число их должно составлять 15 - 25. Чем крупнее подрост, меньше его густота и неравномернее размещение, тем крупнее размер учетных площадок и больше их число. Учетные площадки закладываются равномерно по ППП по специально намеченным линиям. При анализе возобновления учитывается количество растений по видовому и возрастному составу, высоте, жизненному состоянию, встречаемости, густоте и приростам по высоте. Данные, полученные на учетных площадках, пересчитываются на 1 га и определяют его густоту. По густоте подрост подразделяется на группы: редкий – до 2 тыс. экз./га, средней густоты – 2-8, густой – 8-13 и очень густой – более 13 тыс. экз./га. Все данные заносятся в карточку и таблицу (табл. 2.1).

Карточка учета деревьев на ППП № ____

Название сообщества _____

Географическое положение (долгота _____ широта _____)

Дата _____

Таблица 2.1

№ п/п	Вид	Диаметр на высоте 1,3 м	Высота, м	Категория жизненного состояния		
				Здоровые	Поврежденные	Усохшие

Электронный архив УГЛТУ

Состав подроста определяется по количеству растений каждого вида. Возраст обычно подразделяется на градации: 1-2 года (всходы), 2-5 лет, 6-10, 11-15, 16 и более лет. Устанавливается средний возраст (как среднее значение для отдельных видов или для всех видов в целом) и максимальный возраст (по группе наиболее крупного подроста).

По высоте подрост делится на группы высот: мелкий (высотой до 0,5 м), средний (0,6–1,5 м) и крупный (выше 1,5 м). Средняя высота подроста устанавливается как среднее значение по группам высот.

По жизненному состоянию всходы и подрост подразделяются на жизнеспособный, сомнительный и нежизнеспособный, или благонадежный, сомнительный, неблагонадежный (Инструкция..., 1984).

Категории жизненного состояния подроста:

— жизнеспособный подрост (здоровые растения без повреждений, форма кроны типична для данного вида дерева);

— сомнительный (имеются повреждения ствола, сломаны ветки, разрежена крона, осевой побег сухой);

— нежизнеспособный (все ветки кроны и ствол сухие).

Все данные заносятся в карточку и таблицы 2.2 и 2.3.

Карточка перечета подроста на ППП № ____

Название сообщества _____

Географическое положение (долгота ____ широта _____)

Дата _____

Таблица 2.2

Учетная площадка №										
Диаметр у шейки корня, см	Высота, м	Категории жизненного состояния, количество, шт.								
		Здоровые			Поврежденные			Усохшие		
		Сосна	Ель	Береза	Сосна	Ель	Береза	Сосна	Ель	Береза
Всходы										
До 1										
1 - 2										
2 - 3										
3 - 4										
5 - 6										

Характеристика видового состава сообществ. Видовой состав сообщества – это совокупность всех видов, произрастающих в нем. Видовой состав является важнейшей характеристикой любого фитоценоза, отражающей экологические особенности формирования сообщества, его динамику, так как зависит не только от продолжительности существования самого фитоценоза, но и от его истории. Количество видов в каждом фитоценозе различно, при этом каждый конкретный фитоценоз характеризуется строго определенным видовым составом. Выявление видового состава

Электронный архив УГЛТУ

проводится на всей ППП или на учетных площадках стандартного размера 1×1 м с последующим дополнением видов, не попавших в учетные площадки. При необходимости собирают гербарий незнакомых видов. Латинские названия растений даются по сводке С.К. Черепанова «Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР)» (Черепанов, 1995).

Таблица 2.3

Шкала оценки естественного возобновления

Оценка естественного возобновления	Количество подроста в зависимости от его возраста, тыс. экз./га		
	до 5 лет	6-10 лет	11 лет и более
Хорошее			
Удовлетворительное			
Слабое			
Плохое			

Количественное участие видов в видовой структуре биоценоза оценивается разными показателями, к которым относятся *обилие видов, встречаемость и доминирование.*

Обилие может быть выражено числом особей на единицу площади или объема пространства, занимаемого особями вида, биомассой, производимой видом. Одним из показателей обилия вида является его *численность,* т. е. общее число особей вида, составляющих его популяцию или присутствующих в данном сообществе. Травянистые растения обычно учитывают на площадках от 0,25 м^2 (0,25×0,25 см) до 1 м^2 (1×1 м). Размер учетных площадок зависит от размеров растений. Для подсчета древесных растений закладывают ППП величиной 25×25 м.

Проективное покрытие – это часть поверхности, занятая проекцией общего контура растения на поверхность почвы (Реймерс, Яблоков, 1982). Покрытие указывается в десятых долях от единицы или в процентах из 100%: покрытие считается сплошным при показателе 0,9–1,0 (90–100%), густым – 0,7–0,9 (70–90%), среднегустым – 0,4–0,7 (40–70%) и редким – менее 0,4 (40%).

Другой важной характеристикой роли вида в сообществе является *встречаемость*. Встречаемость вида, или частота встречаемости, – это количество пробных площадок, на которых встречается вид, по отношению к общему числу площадок, выраженное в процентах. Встречаемость отражает равномерность распределения вида на определенной территории (например, на территории ППП) и находится в зависимости от обилия и характера размещения растений. По характеру размещения различают равномерное, случайное и групповое (куртинное) размещение, причем вели-

Электронный архив УГЛТУ

чина, густота, форма и происхождение куртин или зарослей могут быть разными.

Сравнивая количественные показатели обилия видов, выявляют *доминирующие виды*, т.е. виды, преобладающие по обилию (по количеству особей, проективному покрытию, биомассе, объему и т.п.) над другими видами в фитоценозе. Все полученные данные заносятся в таблицу (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Карточка учета видов живого напочвенного покрова на ППП № ___

Название сообщества _____ Дата _____

Вид растения	Подъярус	Обилие или проективное покрытие	Встречаемость	Характер распределения	Фенологическое состояние

2.2. Таксономическая структура и видовое разнообразие растительных сообществ

Флористический состав сообществ представляет совокупность разных видов, которые относятся к различным систематическим группам (родам, семействам, классам, отделам). Сравнивая флористические списки разных сообществ, выявляют степень их сходства или различия, что может быть результатом развития в сходных (различных) условиях, влияния сходных (разных) факторов, сходного (различного) происхождения сравниваемых сообществ.

Таксономический (систематический) анализ флористического состава предполагает распределение видов по систематическим группам (родам, семействам, классам, отделам), выявление доминирующих таксонов (родов, семейств) и расчет их процентных соотношений. Полученные данные сводятся в таблицы и представляются в виде графиков и диаграмм, проводятся сравнения с флорами других регионов (табл. 2.5 - 2.7).

Для оценки видового разнообразия используются понятия *видового богатства* (число видов в данном сообществе) и *видовой насыщенности* (число видов на единицу площади).

Видовое богатство сообществ определяется разнообразием условий произрастания. Достаточно разнородный и ярко выраженный микрорельеф является одной из причин произрастания видов с различной экологической приуроченностью.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.5

Систематический состав флоры природного парка «Самаровский чугас»

Систематический список видов		Кол-во	
		видов	родов
Сем. Плауновые Polypodiaceae		3	2
Плаун годичный, деряба	*Lycopodium annotinum* L.		
Плаун булавовидный	*Lycopodium clavatum* L.		
Дифазиаструм уплощенный	*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub		
Сем. Хвощевые Equisetaceae		6	1
И так далее			

Таблица 2.6

Численность видов занимающих преобладающее положение семейств в составе флоры бореальной области (в % от общего числа видов флоры)

№ п/п	Семейства	ПП «Самаровский чугас», 236 видов	ХМАО-ЮГРА (1200 видов)	Республика Коми (южная часть), 709 видов
1	Сложноцветные	**12,7**	**10,9**	**11,3**
2	Злаковые	**9,7**	**9,8**	**9,6**
6	Осоковые	4,7	**7,9**	**8,5**
4	Розоцветные	5,9	6,6	4,6
3	Лютиковые	**6,8**	3,4	4,6
5	Бобовые	4,7	4,1	3,0
7	Гвоздичные	3,4	5,3	4,8
8	Зонтичные	3,4	2,3	-
9	Губоцветные	3,4	1,4	2,7
10	Крестоцветные	3,0	4,0	3,8
	ВСЕГО	57,7	44,9	41,7

Таблица 2.7

Показатели инвентаризационного разнообразия экотонов лесопарков, парков и других рекреационных объектов

№ п/п	Сообщества	Видовое разнообразие			
		Видовая насыщенность			Видовое богатство
		min	max	среднее	
1					
2					
3					

Электронный архив УГЛТУ

Эти данные используются для выявления сходства и различия сообществ с целью оценки изменений видового разнообразия вдоль какого-либо градиента среды обитания. Наиболее простыми и распространенными показателями флористического сходства являются *коэффициент Жаккара и коэффициент Чекановского - Съеренсена.*

Коэффициент Жаккара:

$$I_J = \frac{a}{a+b+c},$$

где a – число общих видов растительных сообществ;

b – число растительных сообществ, имеющихся в первом растительном округе;

c – число растительных сообществ, имеющихся во втором растительном округе.

Коэффициент Жаккара может иметь значение от 1 до 100% (или от 0 до 1). Значения коэффициента Жаккара при разных степенях общности приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Показатели коэффициентов Жаккара для разных степеней общности

Степень общности	Коэффициент Жаккара
Нет соответствия	Меньше 0,2
Малое соответствие	0,2–0,65
Большое соответствие	0,65
Полное соответствие	1

Индекс общности Чекановского - Съеренсена:

$$I_{CK} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)},$$

где a – число общих видов, присутствующих в двух растительных сообществах;

b – число видов, имеющихся только в первом растительном сообществе;

c – число видов, имеющихся только во втором растительном сообществе.

Чем выше значение коэффициента, тем больше сходство сравниваемых сообществ. При полном флористическом сходстве К=100% (=1); если сравниваемые флористические списки совершенно различны, К=1% (=0).

Вычисление коэффициентов сходства Жаккара и Чекановского - Съеренсена проводится в два этапа. Сначала строятся матрицы общих видов попарно сравниваемых сообществ. Затем вычисляются собственно коэффициенты, значения которых заносятся в аналогичную матрицу и анализируются (табл. 2.9).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.9

Матрицы сравниваемых сообществ

№ описания	1-е	2-е	3-е	4-е
1	-	5 видов	7 видов	4 вида
2	-	-	2 вида	4 вида
3	-	-	-	1 вид
4	-	-	-	-

2.3. Экологическое и фитоценотическое разнообразие фитоценозов

Для анализа экологического состава растительных сообществ используется классификация групп растений по отношению к разным экологическим факторам среды. Так, по отношению к свету различают три основные группы растений: *светолюбивые* (гелиофиты), *теневыносливые*, *тенелюбивые* (сциофиты), различающиеся положением экологических оптимумов. По приуроченности растений к местообитаниям с разными условиями увлажнения выделяют *гигрофиты* – растения избыточно увлажненных местообитаний, *мезофиты* – растения, произрастающие в средних условиях увлажнения, и *ксерофиты* – растения сухих местообитаний, способные переносить значительный дефицит влаги. Так же различаются экологические группы растений по отношению к различным характеристикам почвы (механическому составу, кислотности, плодородию). Тесная взаимосвязь растений с условиями существования позволяет не только по особенностям среды судить о потребностях растений, но и по характеру растительности делать заключения о свойствах окружающей среды, т. е. использовать растения и растительный покров как *индикатор* условий обитания.

Индикационные свойства растений основываются на имеющихся адаптациях к тем или иным условиям существования и выражаются в наличии морфологических и анатомических особенностей отдельных растений или целых растительных сообществ (флористический состав, наличие или отсутствие видов-индикаторов или экологических групп, их обилие).

Фитоценотическая структура сообществ предполагает выявление в составе фитоценозов *фитоценотипов* – растений (групп растений), играющих более или менее значительную роль в сложении сообществ. Важнейшими ценотипами любого фитоценоза являются *эдификаторы* – «строители» сообщества, определяющие главным образом условия обитания и влияющие на существование других живых организмов (сосна в сосняках, ель в ельниках, злаки в степных сообществах и т.д.), и *ассектаторы* – сопутствующие виды. Среди эдификаторов, в свою очередь, выделя-

Электронный архив УГЛТУ

ются *доминирующие виды*, т.е. виды, преобладающие по обилию (по количеству особей, проективному покрытию, биомассе, объему и т.п.) над другими видами в фитоценозе, и *кодоминанты* (содоминанты), преобладание которых не так явно.

Кроме этого, в составе видов фитоценоза принято выделять группы в соответствии с их биологическими особенностями и приуроченностью к тем или иным типам сообществ. Эти группы также называются ценотипами.

П.Л. Горчаковский (1979) для удобства анализа разделил виды ЖНП на 6 ценотипов и выделил лесные, лесолуговые, луговые, синантропные, лесные синантропные, луговые синантропные виды.

Возможен и комплексный эколого-ценотический анализ на основе экологических групп А.А. Ниценко (1969), представляющих объединение экологической и ценотической приуроченности видов. Выделяются следующие эколого-ценотические группы (ЭЦГ): MFr - пойменная луговая, Wt – околоводная, Nt – нитрофильная, ExEd – опушечная, Nm – неморальная, Pn – боровая, MDr – сухолуговая, Al – аллювиальная. Ad – адвентивная, Br – бореальная, TrBl – травяно-болотная, BrH – бореально-опушечное высокотравье, Kov – луговостепная.

Списки видов ЭЦГ были использованы с сайта htpp://wwwjcbi.ru/prez/prez5.shtml. Результаты представляются в таблицах, диаграммах и графиках (табл. 2.10, рис. 2.1).

Таблица 2.10

Эколого-ценотическая структура исследованных фитоценозов (парка, естественных насаждений и других объектов)

Экотоны	ЭЦГ, %													
	Ad	Al	Br	BrH	ExEd	Kov	MDr	MFr	Nm	Nt	Pn	PsTr	TrBl	Wt
Граница Сбр и Снг														
Граница Сяг и Сртр														
Граница Сртр и Соссф														
Открытое пространство у водоема														
Граница ЛЭП и соснового насаждения														
Луг около заповедной рощи														
Граница между заповедной рощей и открытым пространством														
Общий спектр														

Электронный архив УГЛТУ

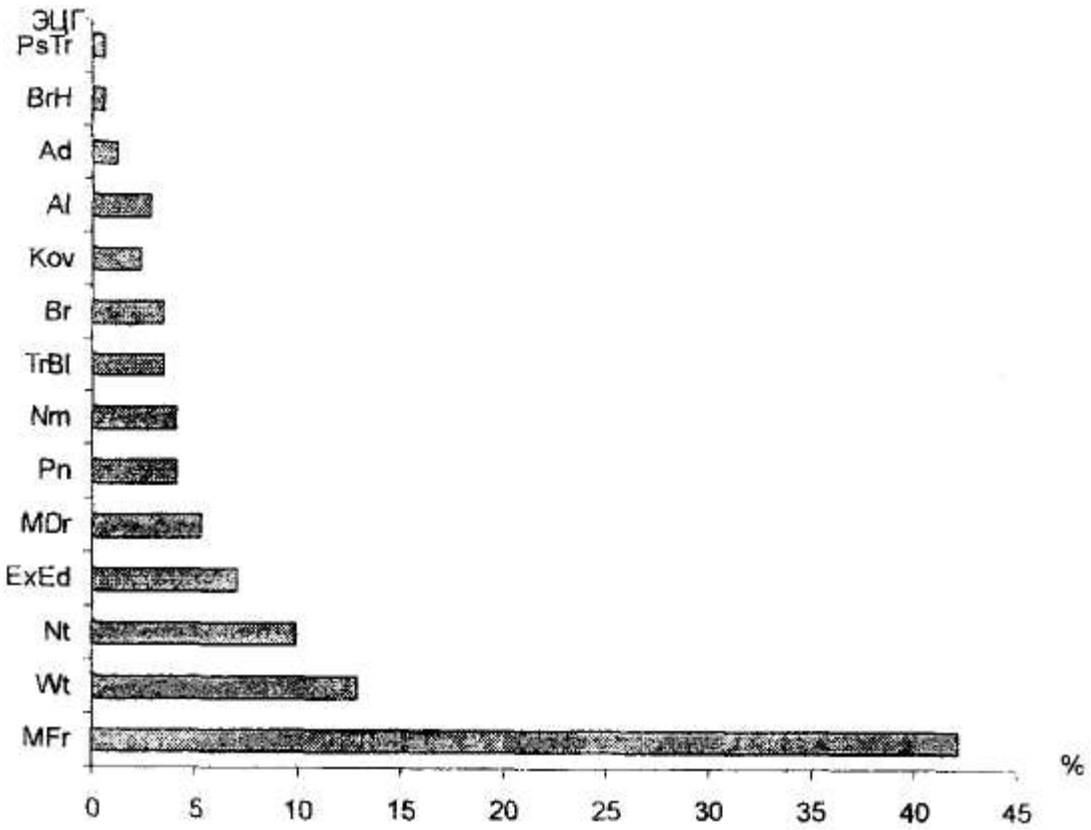


Рис. 2.1. Спектр эколого-ценотических групп экотонных сообществ

2.4. Биоморфологический состав экотонных сообществ

Биоморфологический состав растительных сообществ выявляется на основе анализа жизненных форм растений. Жизненная форма – это общий облик (габитус) растения, обусловленный своеобразием его надземных и подземных вегетативных органов, формирующихся в результате роста и развития в определенных условиях среды (Серебряков, 1962). Одной из наиболее распространенных классификаций жизненных форм является эколого-морфологическая классификация Т.И. Серебряковой (1971), в соответствии с которой все разнообразие внешнего облика растений может быть сгруппировано в три основные категории жизненных форм: древесные, полудревесные и травянистые растения. Отдельными жизненными формами являются растения-подушки, суккуленты и лианы (табл. 2.11).

Соотношение представленности разных жизненных форм в составе сообществ может диагностировать их изменение под влиянием определенных факторов внешней среды. Например, чем больше видов-однолетников, тем более нарушен фитоценоз в результате антропогенной деятельности (сенокошения, выпаса скота).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.11

Общий биоморфологический состав исследованных сообществ

Жизненная форма	Количество видов	Доля, %
Древесные растения		
Кустарники		
Полукустарнички		
Травянистые растения		
Малолетники		
Многолетники		
В том числе по жизненным формам:		
Стержнекорневые		
Стержнекорневые корнеотпрысковые		
Короткокорневищные		
Кистекорневые		
Подземностолонообразующие		
Наземностолонообразующие		
Длиннокорневищные		
Наземноползучие		
Рыхлодерновинные		
Плотнодерновинные		
Клубнеобразующие		
Полупаразиты		
Суккуленты		
Луковичные		
Лианы		

Последний фактор оказывает непосредственное влияние на растительный покров, нарушая его целостность. В этом случае семена однолетников, попадая на обнаженный субстрат, прорастают либо пополняют почвенный банк семян, что, в свою очередь, обеспечивает возможность постоянного присутствия в составе фитоценоза в активном (в травостое) либо в пассивном (в почвенном банке семян) состоянии.

2.5. Методика фенологических наблюдений

В России фенологические наблюдения ведутся с XIII в. Русское географическое общество объединяет и направляет работу добровольных корреспондентов-фенологов с 1848 г. В 50-е годы XIX в. наблюдения периодических явлений в природе получили в России название фенологических, а учение о сезонной ритмике природы стало называться фенологией.

Электронный архив УГЛТУ

Фенология — синтетическая наука, изучающая закономерные годичные сезонные изменения биосферной оболочки Земли, биоритмы природных комплексов и геосистем в различных географических зонах, взаимосвязи и многосторонние сезонные изменения живых и неживых объектов на определенном географическом пространстве. Эта наука тесно связана с такими разделами географии, как метеорология и гидрология, климатология и ландшафтоведение. Фенологические наблюдения ведутся одновременно в различных регионах, и сравнительный аспект во многих исследованиях играет немаловажную роль, поэтому фенология, учитывающая географическое распространение животных и растений, являющихся объектами наблюдений, связана с геоботаникой и зоогеографией.

Фенология всегда развивалась как пограничная дисциплина между биологией и географией. В биологическом плане она изучает закономерности сезонного развития организмов, обитающих в определенных условиях среды в конкретном биотопе, в географическом – те же закономерности в их связи с географическим положением объектов наблюдений. В современных условиях нестабильной экономики еще более, чем раньше, хозяйственная деятельность человека, связанная с любой формой природопользования, требует грамотного планирования сроков проведения хозяйственных мероприятий. Это становится еще более актуальным в условиях изменяющегося климата с резкими колебаниями местных погодных условий. Только ежегодные наблюдения за текущими сезонными процессами в конкретной местности дадут возможность проследить тенденции изменений природных процессов, что, в свою очередь, позволит грамотно планировать оптимальные сроки проведения сезонно-зависимых работ, учитывая сезонное состояние природы, понимая, что ранняя и поздняя весна – не одно и то же (Федотова, 2012).

Велико значение фенологических наблюдений и в практике озеленения городов и населенных мест. Изучение динамики сезонного развития растений необходимо при подборе их для озеленения, для оценки их эстетических и санитарно-гигиенических свойств, при разработке и проведении мероприятий по защите зеленых насаждений от вредителей и болезней. Материалы фенологических наблюдений используются при составлении календарей цветения растений, созревания и сбора плодов и семян, при установлении оптимальных сроков посева и посадки (Скроцкий, 2000; Булыгин, Ярмишко, 2001).

Весной сезонные явления сменяются быстро, и наблюдения в это время следует проводить как можно чаще – не реже одного раза в 2–3 дня. Летом допускаются несколько большие перерывы (один раз в 5–7 дней). В конце лета и осенью, особенно когда происходит созревание плодов и семян, возникает необходимость в более частых обследованиях – через 3–5 дней. В зимнее время регулярность наблюдений минимальна (Куприянова, 2008).

Электронный архив УГЛТУ

Наблюдения над древесными растениями. Фенологические наблюдения – это регистрация фаз роста и развития растений (проявление внешних морфологических признаков). Это наиболее распространенный метод изучения сезонных изменений в жизни растений.

Фенологическая фаза (фенофаза) – это этап в годичном цикле развития растения (набухание и распускание почек, развертывание листьев, начало и окончание роста побегов, цветение и созревание плодов, осеннее расцвечивание и опадение листьев и др.). Календарное время наступления той или иной фенофазы называют фенодатой, а временной интервал между определенными фенодатами составляет межфазовый период, или фенологический цикл.

У листопадных видов древесных растений фенологическим индикатором начала вегетации является распускание вегетативных почек, а окончания ее – полное осеннее расцвечивание листьев в кроне или их опадение, если листья опадают зелеными.

Особое внимание следует обращать на установление и признаки начала и окончания той или иной фазы, характеризующей рост и развитие растений (набухание почек, распускание листьев, цветение, линейный рост побегов, созревание плодов, опадение листьев).

Распускание почек часто называется фазой разверзания или зеленения листовых почек. Начинается с появления из набухших почек кончиков листьев. Отмечается датой, когда признак появится у двух – трех первых деревьев данного вида.

Развертывание листьев (зеленение) нередко называют началом облиственния, а правильнее называть началом внепочечного роста листьев, когда у дерева или кустарника появляются первые маленькие листочки обычной для данного вида формы, но не размера. Как правило, они светло-зеленые, иногда с примесью красноватого или желтоватого оттенка. У некоторых деревьев (береза) они сморщенные. У древесных растений со сложными листьями (например, рябина) эту фазу отмечают в день, когда у первых появившихся из почек сложных листьев обособились и развернулись все листочки. Крона деревьев, вступивших в эту фазу, кажется окутанной нежной зеленой дымкой. Началом этого явления считается день, когда признак появится у первых двух - трех деревьев вида.

Полное облиственние (вступление в фазу летней вегетации). Выделение этой фазы необходимо для обозначения летнего сезона, в течение которого ассимиляционный аппарат растений внешне не изменяется. Фенофаза начинается тогда, когда все листья на весенних побегах приобретут характерные для их летнего состояния размер и окраску.

Начало цветения у насекомоопыляемых древесно-кустарниковых растений, образующих цветки с хорошо развитым околоцветником (черемуха, рябина, шиповник, малина), отмечают в день, когда у первых двух -

Электронный архив УГЛТУ

трех экземпляров данного вида в кронах появятся первые цветки с полностью раскрывшимся венчиком. У ветроопыляемых растений (береза) начало цветения регистрируют по началу пыления пыльников: при потряхивании ветвей с мужскими соцветиями или при пощелкивании пальцами по пыльникам из них вылетает облачко пыльцы.

Массовое цветение отмечают в день, когда зацвело не менее 50% растений данного вида. Иногда во второй половине лета и осенью бывает второе (дополнительное) цветение и даже повторное созревание плодов. По всем случаям повторного цветения следует отмечать дату его начала, касалось ли оно единичных растений или было массовым, а также созрели ли плоды второго урожая. Желательно привести объяснение вероятных причин повторного цветения.

Первые зрелые плоды и семена — дата, когда они обнаружены у 2–3 экземпляров данного вида. Общими признаками их зрелости является достижение окраски, размеров и консистенции, присущих зрелым плодам данного вида.

Массовое созревание плодов – дата, когда на участке наблюдений у большинства растений данного вида более 50% плодов созрело. Опадение семян или рассеивание их ветром могут служить фенологическим индикатором их зрелости, в частности у березы. В период массового или полного созревания плодов проводят визуальную оценку урожайности по шкале глазомерных количественных оценок.

Начало осеннего расцвечивания листьев отмечают в день появления в кроне целиком окрашенных листьев, заметного количества единичных окрашенных листьев по всей кроне или отдельных прядей (у березы). Следует помнить, что появление в кроне листьев с расцвеченными краями, сложных листьев с отдельными расцвеченными листочками еще не является показателем начала фенофазы – это только сигнал ее приближения. За наступление фенофазы нельзя принимать также пожелтение листьев летом под влиянием засухи или поражения насекомыми, болезнями и т.д. Заметим, что летнее расцвечивание не имеет ярких и чистых осенних тонов; чаще всего листья буреют, скручиваются.

Полное расцвечивание листьев отмечается датой, когда у наблюдаемых растений все листья окрасились в осенние тона.

Массовый листопад отмечают датой, когда впервые обратило на себя внимание резкое поредение листвы в кронах большинства растений данного вида.

Окончание листопада отмечается датой, когда практически все находящиеся под наблюдением растения данного вида полностью освободились от листьев. Сохранившиеся на побегах отдельные усохшие листья, равно как и запоздавшие с окончанием листопада одиночные экземпляры, в расчет не принимаются.

Электронный архив УГЛТУ

Основное требование, предъявляемое к регистрации данных фенонаблюдений, – обеспечение безошибочных записей, хорошо сопоставленных и оформленных, чтобы в дальнейшем не возникло трудностей при их использовании. Для регистрации результатов фенонаблюдений за развитием растений, с учетом выделенных фаз, составляется таблица.

Для наблюдений следует подбирать хорошо развитые, здоровые, вступившие в возраст плодоношения растения. Даты начала и массового наступления регистрируемых явлений должны определяться по нескольким растениям данного вида, растущим в сходных условиях и близких по возрасту.

Пример фенологических наблюдений за культурой черемухи. За начало вегетации принимается фаза разверзания почек, определяемая по появлению из-под расходящихся почечных чешуй зеленого конуса предлистьев. Наблюдения за развитием вегетативных органов проводятся два раза в неделю в течение вегетационного периода. За начало цветения принимается время, когда раскрывается около 10% цветков, а за конец цветения – опадение 75% венчиков цветков. В период цветения наблюдения проводятся через день. Фазу созревания устанавливают, когда окрашивается около 75% плодов. Опадение листьев отмечается, когда на растениях остается менее 10% листьев (табл. 2.12) (Булыгин, 1979; Кожевников, Петрова, 2010).

Таблица 2.12

Основные фенологические фазы развития видов, сортов и форм черемухи

№ п/п	Сорт, форма	Средние фазы фенологических фаз развития				
		Разверзание почек	Цветение		Созревание плодов	Опадение листьев
			Начало	Окончание		
1	Сахалинская черная	22.04	22.05	4.06	21.07	23.10
2	Отборная крупноплодная	18.04	18.05	4.06	28.07	30.09
3	Самоплодная	24.04	28.05	3.06	28.07	30.09
4	9-14-49	22.04	22.05	3.06	30.07	30.09
5	Памяти Саламатова	24.04	28.05	4.06	23.07	28.09
6	Поздняя	25.04	-	-	-	28.09
7	9-21-46	22.04	-	-	-	28.09
8	11-2-64	18.04	18.05	4.06	-	28.09
9	Краснолистная 1-17-6	22.04	28.05	4.06	29.07	20.09
10	Кистевая розовоцветная	22.04	18.05	4.06	20.07	3.10
11	Черный блеск	22,04	22.05	4.06	28.07	20.09
12	Самшитолистная	20.04	28.05	4.06	28.07	1.10
13	Кистевая 1-1-8	22.04	22.05	4.06	22.07	18.10
14	Краснолистная	22.04	28.05	5.06	30.07	30.09
15	2-2-5	21.04	28.05	5.06	30.07	19.09
16	Кистевая 1-2-14	20.04	18.05	4.06	20.07	30.09
17	Кистевая 1-6-12	22.04	28.05	5.06	28.07	21.09
18	Черемуха обыкновенная	20.04	15.05	30.05	15.07	20.09
19	Черемуха виргинская	22.04	3.06	11.06	9.08	10.10

Электронный архив УГЛТУ

Наблюдения показывают, что раньше всех начинают вегетацию черемуха обыкновенная, затем – сорта Отборная крупноплодная, Памяти Саламатова и формы – 9-14-49, 11-2-64. Самое раннее цветение наблюдается у черемухи обыкновенной, сортов Отборная крупноплодная, Кистевая розовоцветная, у форм 11-2-64, кистевая 1-2-14. Позднее других зацветет черемуха виргинская и сорт Мавра. Самое раннее созревание плодов зафиксировано у черемухи обыкновенной и сортов Сахалинская Черная, Кистевая розовоцветная, Кистевая 1-2-14, значительно позднее созревают плоды у сортов Отборная крупноплодная, Самоплодная, Гибрид краснолистная 1-17-6, Гибрид «Черный Блеск», Гибрид Самшитолистная, Гибрид краснолистная, Кистевая 1-6-12, черемухи виргинской и форм 2-2-5, 9-14-49. Листопад приходится на период с 20 сентября по 15 октября. Раньше других сбрасывают листья черемуха обыкновенная и форма 2-2-5, позднее – сорта Гибрид краснолистная, Сахалинская черная.

Период цветения составляет 8-18 дней. Дольше других отмечено цветение у Отборной крупноплодной, Кистевой 1-2-14 и формы 11-2-64 (18 дней), самое непродолжительное цветение наблюдается у Кистевой розовоцветной, Самоплодной и Кистевой 1-6-12 (10 дней). Длительность вегетации у разных сортов составляет 152-185 дней. Самый длительный период отмечен у сортов Сахалинская черная и Краснолистная 1-17-6, самый непродолжительный – у черемухи обыкновенной и у сортов Черный блеск, Поздняя, 2-2-5, Кистевая 1-6-12 (табл. 2.13) (Кожевников, Петрова, 2010).

Таблица 2.13

Длительность цветения и вегетации сортов и форм черемухи

№ п/п	Наименование таксона	Длительность цветения, дней	Длительность вегетации, дней
1	Сахалинская черная	14	184
2	Отборная крупноплодная	18	164
3	Самоплодная	10	160
4	9-14-49	13	162
5	Памяти Саламатова	11	160
6	Поздняя	-	156
7	9-21-46	-	160
8	11-2-64	18	164
9	Краснолистная 1-17-6	11	185
10	Кистевая розовоцветная	10	165
11	Черный блеск	11	152
12	Самшитолистная	11	165
13	Кистевая 1-1-8	14	180
14	Краснолистная	12	162
15	2-2-5	12	152
16	Кистевая 1-2-14	18	164
17	Кистевая 1-6-12	10	153
18	Черемуха обыкновенная	15	154
19	Черемуха виргинская	8	172

По фенологическим данным составляется феноспектр (рис. 2.2).

Электронный архив УГЛТУ

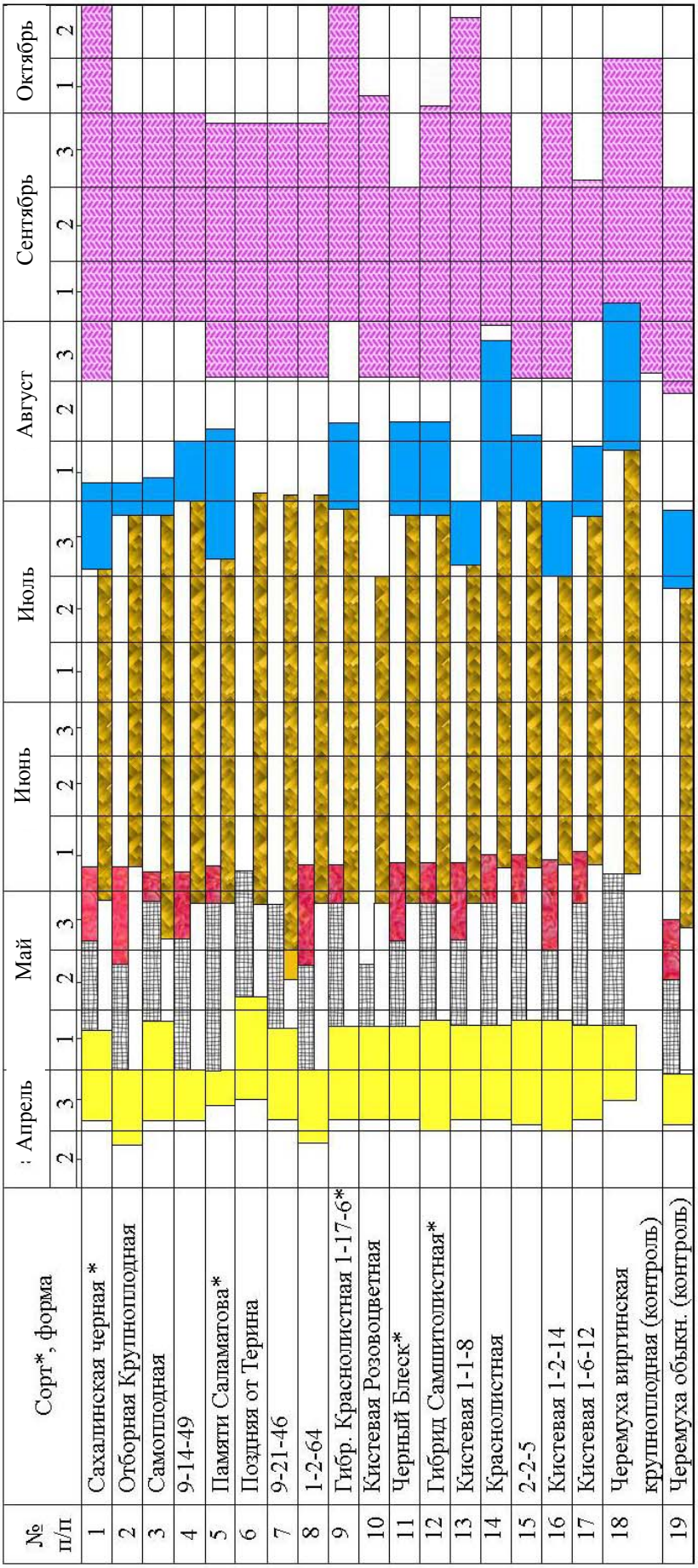


Рис. 2.2. Феноспектр сезонного развития сортов и форм культуры черемухи

Электронный архив УГЛТУ

2.6. Инвентаризация древесных растений населенного пункта (улицы) и внутривидовая изменчивость

В населенных пунктах обследуются посадки деревьев и кустарников на разных территориях - улицах, скверах, парках и т.д. Выявляются все присутствующие виды, преобладающим видам дается таксономическая характеристика – средний возраст, высота и диаметр стволов (табл. 2.14).

Таблица 2.14

Виды древесных растений, произрастающих на ул. _____(г. _____)

№ п/п	Виды	Количество, шт.	Доля, %
1			
2			
……	……	……	……
	Всего деревьев		

По обе стороны улицы устанавливают биометрические параметры не менее чем у 60 деревьев преобладающего вида (высота дерева, высота кроны, диаметр дерева на высоте 1,3 м, диаметр кроны). Мерной вилкой измеряется диаметр ствола с точностью до 1,0 см. Измерения высоты дерева, высоты кроны, диаметра кроны и шага посадки проводятся глазомерно с точностью до 0,5 м. Данные наблюдений обрабатываются математически с установлением среднего арифметического значения, ошибки среднего значения, коэффициента вариации и точности опыта.

Диаметры деревьев одного или нескольких видов сравниваются попарно по критерию Стьюдента, или критерию достоверности, по следующей формуле:

$$|t| = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где M – среднее значение;
m – ошибка среднего значения.

По исследованным признакам с учётом коэффициента изменчивости дают оценку состояния деревьев, при этом используют шкалу уровней изменчивости С.А. Мамаева (1973).

Электронный архив УГЛТУ

Шкала уровней изменчивости С.А. Мамаева (в процентах)

Очень низкий	С < 7	Повышенный	С = 21 - 30
Низкий	С = 8 - 12	Высокий	С = 31 - 40
Средний	С = 13 - 20	Очень высокий	С > 40

Полученные данные используют для разработки рекомендаций по улучшению ассортимента древесных и кустарниковых видов, структуры посадок древесных растений.

2.7. Изучение распространения синантропных и сорных растений как индикатора антропогенных нагрузок

Под синантропизацией понимается постепенное изменение состава и структуры растительности под давлением антропогенных факторов (Горчаковский, 1979). Синантропизация приводит к весьма глубоким преобразованиям растительного мира: обеднению генетических ресурсов, постепенному стиранию самобытных, исторически обусловленных региональных черт флоры и растительности, уменьшению флористического богатства и регионального экологического разнообразия растительных сообществ.

К группе *синантропных* относятся виды, произрастающие на участках, подвергшихся воздействию существенных рекреационных нагрузок, поэтому участие таких видов в формировании сообществ может служить показателем антропогенной трансформации фитоценозов.

В качестве индикаторов увеличения (появления) антропогенной нагрузки на растительный покров предлагаются следующие виды: клевер ползучий, мятлик однолетний, горец птичий (спорыш), подорожник большой, марь белая, виды лебеды (любые). Отмеченные растения являются космополитами, они быстро расселяются вслед за человеком, поэтому их появление указывает на увеличение антропогенной нагрузки. При первичном нахождении любого из названных видов можно учитывать число особей, при массовом разрастании этих растений (а также иных сорных видов) определяется общее проективное покрытие вида на стационарной площади (%) или обилие по шкале Друде.

Стационарные пробные площади для наблюдений размером 10×10 м закладываются по градиенту совокупной антропогенной нагрузки в количестве не менее 3 шт. Направление – удаление от центра воздействия (например, от поселка) до измененных в наименьшей степени сообществ (Морозова, 2008; Комплексный экологический мониторинг …, 2008). Результаты наблюдений заносятся в таблицу (табл. 2.15).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.15

Характеристика динамических показателей растительного сообщества, в составе которого имеются индикаторные виды антропогенных нагрузок

Фитоценотические показатели	Годы наблюдений					
Общее проективное покрытие, %						
Средняя высота травостоя (травяно-кустарничкового яруса) по вегетативным / генеративным побегам, см						
Наличие краснокнижных видов, шт.						
Наличие иных сорных видов, шт.						
Индикаторные виды, покрытие в сообществе, %						
клевер ползучий						
мятлик однолетний						
подорожник большой						
горец птичий						
марь белая или лебеда (любой вид)						
Число особей индикаторного вида на площадке 25×25 см (среднее по 10 пл.)						
Наличие антропогенных нарушений (+, -)						

2.8. Лесопатологическая оценка состояния взрослых насаждений

Исследование санитарного состояния насаждений проводится в рамках лесопатологического мониторинга (ЛПМ), который, в свою очередь, является составной частью экологического мониторинга.

Лесопатологическое состояние насаждения – качественная характеристика насаждений по комплексу признаков, в том числе по соотношению деревьев разных категорий состояния, доле или запасу сухостоя или валежника, поврежденности (пораженности) насаждений вредителями или болезнями и другими неблагоприятными факторами среды природного или антропогенного характера и их роли в ослаблении и усыхании насаждений.

Санитарное состояние насаждений – характеристика насаждений по комплексу признаков, в том числе по соотношению деревьев разных категорий состояния, доле или запасу сухостоя или валежника и характеру его распределения в насаждении.

Цель работы – выявление неблагополучного состояния древостоя, обнаружение участков древесной растительности с нарушенной устойчивостью, поврежденной и усыхающей под влиянием природных и антропогенных факторов, получение информации о характере и степени воздейст-

Электронный архив УГЛТУ

вия на насаждение этих факторов для предложения рекомендаций по применению эффективных защитных мероприятий.

Основные задачи:

- изучить техническую документацию, касающуюся объектов исследования;
- провести общий или, по производственной необходимости, рекогносцировочный надзор за состоянием объектов;
- провести детальный надзор за основными видами болезней древесных растений в насаждении;
- дать заключение о состоянии насаждений;
- рекомендовать защитные мероприятия.

Дополнительные задачи:

- определить типы болезней, основные виды возбудителей болезней древесных растений на обследуемой территории;
- определить типы повреждений, основные виды насекомых - вредителей древесных растений на обследуемой территории.

При работе с технической документацией (камеральные работы) определяются первоочередные объекты исследования: лесные насаждения особо охраняемых природных территорий, лесные насаждения, расположенные в районах техногенного загрязнения, пострадавшие от стихийных действий, подвергающиеся интенсивному хозяйственному воздействию, подвергающиеся рекреационной нагрузке, поврежденные огнем, поврежденные вредными организмами и другими факторами неблагоприятного воздействия природного и антропогенного происхождения.

Из ведомственных данных используются:

- общая характеристика объекта (насаждения, местности и проч.);
- материалы лесоустройства;
- материалы лесопатологических обследований;
- статистическая и другая отчетность за последние 10 лет;
- проекты различных защитных мероприятий прежних лет.

В районах природных экологических катастроф и бедствий (массовые пожары, ветровалы, усыхания лесов под влиянием сильной засухи и др.) организация лесопатологического мониторинга состояния лесов (ЛПМ) должна осуществляться по специальной программе на весь период до ликвидации их последствий.

При определении объектов исследования учитываются группа, целевое назначение и структура насаждений, их породный и возрастной состав, происхождение, условия произрастания, биологические и биоценотические особенности вредных организмов, климатические и погодные особенности, наличие источников загрязнения природной среды и других факторов ослабления и нарушения устойчивости.

При отсутствии подобной информации объемы работ составляют при наземном обследовании по первой категории точности 20 км маршрутного

Электронный архив УГЛТУ

хода на 1000 га лесной площади. В результате подготовительных работ определяются места расположений пробных площадей в насаждениях, виды или группы видов грибных, бактериальных и других болезней, антропогенных, стихийных и иных негативных факторов, подлежащих контролю и учету.

Перечень болезней, за которыми организуется рекогносцировочный надзор, устанавливается территориальными органами управления. При отсутствии данного перечня руководствуются методическими указаниями.

Надзору подлежат гнилевые и некрозно-раковые болезни, бактериозы, голландская болезнь (табл. 2.16). В таблице индексы: 1 – болезни (кроме бактериозов), вызываемые грибами; 2 – латинские названия многих грибов имеют синонимы; приведено одно из названий.

Симптомы поражения деревьев различными видами заболеваний даны в курсах «Фитопатология» и «Защита растений».

Таблица 2.16

Основные заболевания древостоя

Тип болезни	Вид болезни, повреждаемая порода	Возбудители болезни[1,2]
Сосудистые болезни	Голландская болезнь ильмовых	Ceratocystis ulmi (Buism.) Mor. (конид.стадияGrafium ulmi Schw.)
Бактериозы	Водянка березы, ели, пихты	Бактерия – Erwinia multuvora Scz.-Parf.
	Мокрый язвенно-сосудистый рак тополя	Бактерии - Pseudomonas cerasti Griff., P.syringae Van Hall. f.populi Sab.:Dows.
Некрозные болезни	Нектриевый некроз лиственных пород	Nectria cinnabarina (Tode) Seav. (конид. стадия Tubercularia vulgaris Tode)
	Некрозы дуба	Clithris guercina (Pers) Wallr. и др.
	Цитоспорозы тополя	Грибы из рода Cytospora
Раковые болезни	Смоляной рак сосны (рак-серянка)	Cronartium flaccidum Wint., Peridermium pini (Willd.) Lev.:Kleb.
	Ступенчатый рак лиственницы	Dasyscypha willkommii Hartig.
	Ржавчинный рак пихты	Melampsorella cerastii Wint.
Раковые болезни	Пузырчатая ржавчина сосны веймутовой и сосны кедровой сибирской	Cronartium ribicola Dietr.
Корневые гнили	Многие хвойные, редко лиственные (береза и др.)	Корневая губка – Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.
	Хвойные и лиственные породы	Опенок осенний –Armillaria mellea(Vahl.: Fr.) Karst.

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 2.16

Тип болезни	Вид болезни, повреждаемая порода	Возбудители болезни[1,2]
Стволовые гнили хвойных пород	Сосна обыкновенная, сосна кедровая, лиственница	Сосновая губка - Phellinus pini (Thore: Fr.) A. Ames
	Лиственница, реже сосна кедровая, сосна обыкн., пихта	Лиственничная губка - Fomitopsis officinalis (Will.) Bond et Sing.
	Пихта, иногда ель и сосна	Трутовик Гартига - Phellinus hartigii (Allesch.&.Schn.) Bond
Стволовые гнили	Многие хвойные и лиственные породы, особенно сосна, ель, береза, ольха	Окаймленный трутовик - Fomitopsis pinicola (Sw.:Fr.) P. Karst.
Стволовые гнили лиственных пород	Осина	Ложный осиновый трутовик - Phellinus tremulae (Bond.) Bond et Bor.
	Многие лиственные породы, особенно береза, тополь, ольха	Настоящий трутовик – Fomes fomentarius (L.:Fr.)Fr.

Диагностика гнилей вызывает значительные затруднения, так как явные их симптомы длительное время не проявляются. Признаком гнили является наличие плодовых тел (базидиом) возбудителя. При их отсутствии признаками поражения гнилевыми болезнями могут быть дупла, впадины, сухобочины, механические повреждения, входные и вылетные отверстия стволовых вредителей, наклон и резко выраженная эксцентричность стволов, деформация комлевой части ствола. Для точного диагноза необходимо применение специального оборудования, использование специальной литературы и определителей.

В процессе подготовительных работ заполняется Форма 1.

Форма 1

План организации рекогносцировочного надзора за болезнями древесных растений в _____ (объект) _____ (область, город, район) в 20____ г.

Номер участка для надзора	Болезнь, находящаяся под надзором	Квартал, выдел (для лесничеств), участок	Площадь, га	Характеристика выделенных для надзора насаждений				Проектируемые способы надзора	Сроки надзора	Признаки наличия болезней
				состав	класс возраста	полнота	тип леса			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Электронный архив УГЛТУ

Рекогносцировочный надзор – система ежегодных визуальных оценок лесопатологического состояния, поврежденности или пораженности лесов (насаждений), размножения вредных насекомых, развития и распространения болезней леса (насаждений). Цель – своевременное обнаружение отрицательного воздействия на насаждение конкретных патологических факторов, выявление на ранних стадиях признаков возникновения очагов массового размножения вредителей и распространения болезней, определение степени повреждения деревьев и размера усыхания насаждений.

В производственных условиях рекогносцировочный надзор рекомендован лишь при наличии явной угрозы широкого распространения болезней взрослых насаждений, однако в учебных целях допускается сочетание элементов общего и рекогносцировочного надзоров. Во время обхода выбранной территории следует фиксировать:

- наличие повышенного количества (в сравнении с естественным) ослабленных, суховершинных, усыхающих, сухостойных деревьев;
- появление заметных повреждений хвои и листвы или изменение их цвета;
- преждевременное опадение или увядание хвои или листвы;
- обнаружение заметного поражения деревьев болезнями;
- появление ветровала, бурелома, снеголома в большем, чем обычно, количестве.

При рекогносцировочном надзоре применяются визуальные методы выявления и оценки поврежденности лесов по типичным диагностическим признакам наличия болезней.

Визуальное обследование проводят по ходовым линиям, используя визиры, просеки, лесные дороги, тропы и т.п. Расстояние между ходовыми линиями может колебаться от 250 до 1000 м (в зависимости от лесорастительных условий допустимое расстояние 150–250 м), в таежных условиях – от 2 до 4 км. Ходовые линии и выявленные места поражений наносят на схему.

Наличие болезней определяется по характерным внешним признакам поражения деревьев и насаждения (плодовые тела грибов, характерные типы гнилей, опухолей, некрозов, раковые и другие раны, окна усыхания и т.п.). Отмечается характер расположения поврежденных деревьев сухостоя: единично; группами – до 10 деревьев; куртинами – на площади до 0,25 га; сплошное усыхание – более 0,25 га.

При обследовании ведутся записи в журнале лесопатологической таксации (Форма 2).

Глазомерную оценку целесообразно уточнять путем перечета 50–100 деревьев (диаметром от 8 см на высоте 1,3 м) по ходовой линии поперек или вдоль оси пораженного участка. Расположение выборочных единиц в обследуемом участке – в случайном или в систематическом порядке. Шкала категорий состояния приведена в табл. 2.16.

Электронный архив УГЛТУ

Форма 2

Журнал лесопатологической таксации

Дата	Квартал	Выдел (участок)	Краткое таксационное описание	Площадь участка, га		Лесопатологическая характеристика	Требующиеся мероприятия		
				всего	из них заражено		название	га	$м^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Рекомендуемое количество площадок для перечета – 8–10 шт. Данные обследования заносят в Форму 3.

Форма 3

Учет состояния насаждений при обследовании рекогносцировочным методом

Площадка, порода	Средний диаметр, см	Всего деревьев, шт.	Количество деревьев по категориям состояния, шт.						Пни, шт.	Ветровал и бурелом, шт.	Количество поврежденных деревьев, шт.	
			1	2	3	4	5	6			насекомыми	грибами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

По результатам перечета дается оценка степени поражения:

- слабая – имеется до 10% деревьев, пораженных вредителями и болезнями;
- средняя – от 11 до 30%;
- сильная – более 30%.

Выделяют 6 основных категорий состояния деревьев (табл. 2.17). Категории состояния – интегральная балльная оценка состояния деревьев по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры и др.). При детальном обследовании очагов болезней в лесных насаждениях, кроме установленных шести категорий состояния, дополнительно выделяют ветровальные (7-я категория) и буреломные (8-я категория) деревья. Результаты предварительного обследования вносят в Форму 4.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.17

Шкала категорий состояния деревьев

Категория состояния	Основные признаки		Дополнительные признаки
	для хвойных пород (ХП)	для лиственных пород (ЛП)	
1 - без признаков ослабления	Хвоя/листва зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года		-
2 – ослабленные	Хвоя часто светлее обычного, крона слабо ажурная, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным	Листва зеленая, крона слабо ажурная, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным, усохших ветвей менее 1/4	Возможны местные повреждения ветвей, корневых лап, ствола. На ЛП могут быть механические повреждения, водяные побеги
3 – сильно ослабленные	Хвоя светло-зеленая или серовато-матовая, крона ажурная, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным	Листва мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена. Усохших ветвей от 1/4 до 1/2	Признаки предыдущей категории выражены сильнее. Могут иметь место попытки поселения или удавшиеся местные поселения вредителей; у ЛП – сокотечение и водяные побеги на стволе и ветвях
4 – усыхающие	Хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, крона заметно изрежена, прирост текущего года еще заметен или отсутствует	Листва мельче, светлее или желтее обычной, преждевременно опадает или увядает, крона изрежена, усохших ветвей 1/2 – 1/4	Признаки повреждения выражены сильнее, чем у предыдущей категории. Возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, буровая мука, опилки, насекомые на коре, под корой, в древесине). У ХП - смоляные воронки, у ЛП - обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие
5 – сухостой текущего года (свежий)	Хвоя текущего года серая, бурая, желтая. Крона сильно изрежена, мелкие веточки сохраняются, кора сохранена или осыпалась лишь частично	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, усохших ветвей более 1/4, мелкие веточки и кора сохранились	Признаки предыдущей категории. У ХП - вылетные отверстия насекомых, у ЛП - признаки поражения грибами
6 – сухостой прошлых лет (старый)	Хвоя осыпалась или сохранилась лишь частично, мелкие веточки, как правило, обломились, кора осыпалась	Листва и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола	Имеются вылетные отверстия насекомых, на коре и под корой - буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов

Электронный архив УГЛТУ

Форма 4

Характеристика состояния деревьев по результатам предварительного обследования

Показатели состояния	Породы деревьев								
	хвойные				лиственные				Итого
				Всего				Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Число учетных площадок с данной породой, шт.									
2. Общее число деревьев на пробах, шт.									
3. В т.ч. по категориям состояния, шт.: I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
4. Величина текущего отпада, % от общего количества деревьев данного вида									
5. Размер усыхания, % от общего количества деревьев									
6. Зараженность болезнями, %									
7. Заселенность вредителями, %									

Размер усыхания (РУ) и величину текущего отпада (ТО) вычисляют по формулам:

$$РУ = \frac{(N_4 + N_5 + N_6)}{\mathrm{N} \cdot 4} 100,$$

$$ТО = \frac{(N_4 + N_5)}{\mathrm{N}} 100,$$

где N_4, N_5, N_6 – количество деревьев соответствующих категорий состояния, шт.;

N - общее количество учтенных деревьев, шт.

Участки насаждений с поврежденностью деревьев в количестве, превышающем размер естественного отпада, и при диаметре патологического отпада, близком или превышающем средний диаметр древостоя, считаются очагом соответствующей болезни.

Типы очагов болезней:

- по характеру расположения деревьев: диффузный (пораженные деревья расположены рассеянно), локальный (пораженные деревья расположены группами или куртинами);

- по стадиям развития болезней: возникающие, действующие, затухающие.

Электронный архив УГЛТУ

Оценка состояния насаждения. По результатам обследования определяется класс биологической устойчивости (жизнеспособности) насаждения. Показатели для оценки приведены в табл. 2.18. Подобная оценка – предварительная. Окончательное заключение о состоянии насаждения дается после детального надзора (детального обследования).

Таблица 2.18

Оценка состояния насаждения по классам биологической устойчивости при рекогносцировочном надзоре

Показатели	Класс биологической устойчивости		
	1-й	2-й	3-й
Размер усыхания, %	до 5	5 – 40	более 40
Величина текущего отпада, %;	до 2	3 – 40	более 40
Наличие вредителей и болезней	Отсутствуют или единичные	Часто имеются, могут иметь массовое распространение и высокую численность	
Состояние лесной среды	Не нарушена	Часто нарушена, обычно полнота неравномерная или низкая	

Классы биологической устойчивости насаждений:

1-й класс – устойчивое насаждение;

2-й класс – насаждение с нарушенной устойчивостью;

3-й класс – насаждение, утратившее устойчивость.

Маршрутные ходы, обследованные участки и места серьезных повреждений (поражений) лесных насаждений отмечаются на карте (схеме).

На основании данных, полученных в результате рекогносцировочного (или общего) надзора, производится выбор мест (выделов, участков и т.п.) для проведения детального надзора.

Детальный надзор – система детальных учетов и наблюдений на участках постоянного наблюдения (УПН), постоянных пробных площадях (ППП) или постоянных маршрутных ходах (ПМХ) за динамикой состояния насаждений, распространением болезней леса. Надзор за санитарным состоянием насаждений сочетается с детальным надзором за стволовыми вредителями.

Цель – получение количественных и качественных данных и оценок, позволяющих прогнозировать динамику состояния насаждений и распространения болезней, выявление и анализ причин, обусловливающих эти изменения, определение угрозы повреждения и жизнеспособности насаждений для выработки решений о целесообразности проведения защитных мероприятий.

Методы ведения надзора и учета, сроки их проведения зависят от объекта изучения и должны соответствовать породному составу насаждений, условиям их произрастания, специфике факторов неблагоприятного воз-

Электронный архив УГЛТУ

действия на состояние лесов, биологии вредных поднадзорных организмов, зональным и другим особенностям лесничества**.** Одной из главных операций является закладка временных и/или постоянных пробных площадей разного типа и назначения: ленточных, круговых, прямоугольных.

С учетом результатов общего или рекогносцировочного надзора заполняется Форма 5. Детальный надзор и учет его результатов осуществляются по отдельным видам или группам видов повреждений лесов: пожары, ветровал и бурелом, снеговал или снеголом, ожеледь, засуха, избыточное увлажнение, корневые, стволовые гнили, некрозно-раковые, сосудистые, бактериальные болезни, промышленные и дорожно-транспортные загрязнения, чрезмерная рекреация, пастьба скота, расстроенность насаждений рубками и др.

Форма 5

План организации детального надзора за болезнями древесных растений в _____ (объект) _____ (область, город, район) в 20____ г.

Болезнь	Номер участка	Квартал	Выдел (для лесничества)	Площадь участка, га	Характеристика насаждений					Сроки надзора	Примечание
					состав	возраст	бонитет	полнота	тип леса		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Для каждого вида хронического или эпизодического ослабления насаждений закладываются до 3–5 постоянных или временных пробных площадей (ППП или ВПП). В здоровых лесах достаточно 1–2 контрольных ППП. Общая площадь ПП должна составлять 0,1% площади, подлежащей обследованию. Рекомендуемое количество ПП – 10. Каждая ПП привязывается к квартальной сети и обозначается на карте (схеме).

ППП – прямоугольные или круговые размером 0,1–0,5 га со сплошной нумерацией 150–200 деревьев, в смешанных насаждениях 120–150 деревьев главной породы. ВПП – прямоугольные, ленточные или в виде перечета по непровешенной ходовой линии до 100 деревьев (в смешанных насаждениях – до 80) главной породы. По углам ВПП ставятся колышки, по углам ППП – столбики с указанием номера пробы, ее площади и года закладки. Описание каждой ПП проводится по Форме 6 (* – для лесных участков, лесопарков и т.п. В других случаях – названия эколого-производственных объектов (ЭПО), месторасположение ПП; ** – для городских посадок, дендропарков и т.п. не определяется).

Электронный архив УГЛТУ

Форма 6

Временная (постоянная) пробная площадь №_____

1. Республика (край, область)_____
   Лесничество* _____
   Квартал* _____ Выдел* _____ Площадь _____ га
2. Площадь очага _____ га. Размер пробной площади _____ га
3. Таксационная характеристика:
   Тип леса _____ Состав _____
   Возраст _____ Класс бонитета _____ Полнота _____
   Запас на га** _____ Возобновление _____
4. Время и причина ослабления насаждения _____
5. Тип очага: эпизодический, хронический (подчеркнуть)
6. Фаза развития очага: начальная, максимальная, критическая (подчеркнуть)
7. Состояние насаждения, намечаемые мероприятия_____
   _____
8. Привязка_____
9. Номера модельных деревьев_____
   (для ППП – отметка о проведенных мероприятиях_____)

Дополнительно отмечаются: подрост, подлесок, покров, рельеф, почва.

На ПП проводится сплошной перечет деревьев по 6-балльной шкале категорий состояния. В процессе работы заполняется Форма 7.

Необходимо вычислить средние категории состояния по всем ПП и в целом.

Из числа учтенных деревьев выделяется патологический отпад – деревья 4-й, 5-, 6-й категорий, относящиеся к основному пологу древостоя, и текущий отпад – деревья 4- и 5-й категорий.

Абсолютный текущий отпад вычисляют по количеству деревьев на 1 га и по запасу древесины (для лесных площадей) – на 1 $м^3$/га. Относительный текущий отпад определяют по числу стволов – в процентах от общего числа, по запасу древесины (для лесных площадей) – в процентах от общего запаса насаждения.

Общий отпад, или размер усыхания, - объем сухостоя, валежника, общая захламленность участка (лесных насаждений), объем порубочных остатков, неокоренной древесины - рассчитывается по числу деревьев, в 1 $м^3$ на 1 га или в % от общего числа деревьев или других элементов насаждения.

Электронный архив УГЛТУ

Форма 7

Ведомость перечета деревьев на ПП ____. Древесное растение_____

Ступени толщины, см	Количество деревьев по категориям состояния, шт.											Всего деревьев по ступеням толщины	
	1	2	3	4		5		6	Ветровал, бурелом[1]			шт.	в т.ч. подлежат рубке, шт./%
				НЗ[2]	З[3]	НЗ	З		НЗ	З	О[4]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8													
12													
16													
20													
24													
28													
32													
36 и более													
Итого шт./%													

Примечания: 1 – ветровал и бурелом в зависимости от состояния приравниваются к деревьям 3-й–6-й категорий; 2 – НЗ – не заселенное вредителями дерево; 3 – З – заселенное вредителями; 4 – О – отработанное вредителями дерево.

Общий запас определяется по формуле

$$M = G \times Hf,$$

где M – общий запас, м^3/га;

G – сумма площадей сечения на 1 га (находят по ступеням толщины), м^2;

Hf – видовая высота (данные таксационных таблиц).

Аналогично определяется запас текущего отпада.

По данным перечета деревьев в лесных насаждениях заполняется Форма 8 (отдельно по каждому основному исследуемому виду деревьев).

Форма 8

Состояние _____ в обследованном насаждении

Номер пробной площади	Учтено деревьев, шт.	Общий запас, м^3		Размер усыхания, %	Запас сухостоя		Запас текущего отпада	
		на пробе	на 1 га		м^3/га	% от общего запаса	м^3/га	% от общего запаса
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Электронный архив УГЛТУ

Для остальных ЭПО общий запас не определяется, размеры текущего отпада, сухостоя, усыхания приводятся в процентах от общего количества обследованных деревьев.

По табл. 2.19 определяется класс биологической устойчивости насаждения.

Таблица 2.19

Оценка состояния насаждения по классам биологической устойчивости при детальном надзоре

Показатели	Состояние насаждения		
	1-й класс	2-й класс	3-й класс
Величина текущего отпада, % от общего запаса	до 5	5 – 40	более 40
Запас сухостоя, $м^3$/га; % от общего запаса	3 - 12 0,8 – 4,1	12 – 82 6,4 – 32,0	40 – 230 24,0 – 80,0
Средний диаметр сухостоя, % от среднего диаметра насаждения	44 - 84	95 - 114	85 - 110

К 1-му классу относят насаждения, в которых текущий отпад не превышает нормального для данного возраста и условий произрастания, поврежденность деревьев вредителями или болезнями незначительна или отсутствует. Проведение лесозащитных мероприятий здесь, как правило, не требуется.

Ко 2-му классу относят насаждения, где размер усыхания, в том числе текущий отпад, значительно превышает нормальный для данных возраста и условий произрастания, при этом средний диаметр отпада близок или выше среднего диаметра насаждения. Обычно требуется назначение лесозащитных мероприятий.

К 3-му классу относят расстроенные насаждения, в составе которых усохла или усыхает значительная часть деревьев основного полога, после выборки которых образуется редина. Как правило, назначают сплошные санитарные рубки с последующим лесовосстановлением.

Разделение на классы биологической устойчивости соответствует одному из трех возможных состояний лесных биогеоценозов: устойчивого равновесия, неустойчивого равновесия и дигрессии.

Состояние насаждения в целом (средневзвешенная категория состояния) оценивается по количественному соотношению деревьев разных категорий или по доле их запаса в насаждении:

$$N_{ср.} = (N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3 + 4 \times N_4 + 5 \times N_5 + 6 \times N_6) / (\sum N),$$

где N_n – количество деревьев соответствующей категории состояния,

N – общее количество учтенных деревьев.

Электронный архив УГЛТУ

Насаждениями неудовлетворительного санитарного состояния считаются такие, средневзвешенная категория состояния которых превышает 1,5 балла, а также насаждения с текущим отпадом, превышающим норму.

Старый сухостой включается в расчет средневзвешенной категории состояния в том случае, если патологический процесс отпада деревьев начался недавно и продолжается до настоящего времени. В противном случае искусственно занижается текущее состояние древостоя.

На основании полученных данных, используя литературные источники и техническую документацию, даются рекомендации по улучшению санитарного состояния исследуемых древостоев.

2.9. Лесоэнтомологическое обследование насаждений

Необходимо изучить имеющиеся литературные источники по данному виду вредителя (вредителей) и дать подробное описание характерных признаков фаз цикла их развития (яйцекладка, личинка, куколка, имаго), составить календарь развития. Также необходимо охарактеризовать применяемые методы надзора и учета, особенности динамики и очагов, известных естественных врагов и паразитов, опыт мероприятий по контролю численности.

Для этой части диплома необходимо сделать фотографии фаз развития вредителя, дефолиированных им насаждений, рабочих моментов проведения обследования.

Подготовительные работы включают в себя подбор материалов на предстоящий объект обследования (характеристика насаждений из пояснительной записки, сведения о предыдущей санитарной и лесопатологической обстановке, картографический материал).

Определение санитарного состояния насаждений. В очагах хвоелистогрызущих вредителей определение санитарного состояния насаждений проводится после восстановления листвы или хвои (для весенней группы вредителей – в конце вегетационного периода, для летней и осенней – на следующий год).

Санитарное состояние насаждений определяется по соотношению деревьев разных категорий состояния. Распределение по категориям состояния осуществляется для пород древостоя, составляющих три и более единиц состава. Используется следующая шкала категорий состояния деревьев:

1 – здоровые (без признаков ослабления);

2 – ослабленные;

3 – сильно ослабленные;

4 – усыхающие;

Электронный архив УГЛТУ

5 – свежий сухостой;

6 – старый сухостой.

Кроме упомянутых шести основных категорий состояния деревьев, отдельно фиксируется объем (в кубометрах) ветровала, бурелома, снеговала и снеголома. При затруднениях в глазомерном распределении деревьев каждой породы по категориям состояния оценку целесообразно уточнять путем перечета 30-50 деревьев по непровешенной линии поперек участка.

В случаях, когда требуются уточненные данные, закладываются временные прямоугольные пробные площади без маркировки деревьев. При величине отпада до 10% размер пробной площади должен обеспечить учет не менее 100 деревьев главной породы, при большей величине отпада – 80 деревьев главной породы. Пробные площади должны быть обозначены согласно лесоустроительным требованиям.

Деревья 4-й – 6-й категорий состояния носят название «отпад». Общий отпад – это суммарный объем сухостоя и внелесосечной захламленности (ветровала, бурелома, снеголома и др.). К текущему отпаду относят деревья категорий «усыхающие» и «свежий сухостой», а также свежий ветровал и бурелом.

По величине текущего отпада судят о степени нарушения устойчивости насаждений. Насаждения с наличием текущего усыхания разделяют на три степени нарушенности: слабая – с наличием текущего усыхания до 10 %, средняя – с наличием текущего усыхания 11–30 % и сильная – более 30 %.

Определение лесопатологического состояния насаждений. Обследование насаждений проводят по ходовым линиям (маршрутам), используя визиры, просеки, лесные дороги и т.п.

Цель – выявление очагов массового размножения вредоносных лесных насекомых. Оно проводится визуальными методами по типичным признакам наличия вредителей, частичному или полному объеданию деревьев, другим характерным признакам неблагополучного состояния лесных насаждений.

К признакам повреждения относятся: увядание, усыхание, объедание хвои или листвы, почек; повреждение побегов, ветвей, ствола, корней, всего дерева; наличие на листьях, ветвях, стволах вздутий, разрастаний (галлов); оплетение хвои (листвы) паутиной, суховершинность и т. п.

Степень повреждения крон деревьев хвое- и листогрызущими насекомыми (дефолиация) определяется глазомерно в процентах. Слабой является дефолиация до 25%, средней – 26-50%, сильной – 51-75%, сплошной – более 75%.

Очагом стволовых вредителей следует считать насаждение, в котором количество заселенных стволовыми вредителями деревьев превышает 10%. Поврежденные при дополнительном питании деревья не учитываются. При наличии от 10% до 20% заселенных (поврежденных) деревьев степень повреждения считается слабой, от 21 до 30% – средней, более 30% – сильной.

Электронный архив УГЛТУ

Мероприятия по локализации и ликвидации очагов вредных организмов проектируются в зависимости от плотности вредных организмов в очагах, их вредоносности, повреждаемой породы, вида лесопользования и других особенностей лесных участков. Критерии для назначения этих мероприятий в очагах хвое- и листогрызущих вредителей даны в работе «Надзор, учет и прогноз …» (1965).

Учет численности вредителей. По материалам учетов уточняют количественные и качественные характеристики популяций вредных организмов и намечают лесозащитные мероприятия.

При обследовании насаждений на заселенность насекомыми, зимующими или окукливающимися в лесной подстилке или почве (сосновый шелкопряд, сосновая совка, звездчатый ткач-пилильщик и другие), пробы закладывают размером 0,5×2 м под деревьями в области проекции крон с непосредственным примыканием полуметровой стороны пробы к стволу, либо 0,5×0,5 м в пределах проекции кроны. Зимующие гусеницы, куколки, коконы учитывают, подразделяя на здоровые, больные, зараженные паразитами; результаты учета пересчитывают на 1 $м^2$.

Учет вредителей, зимующих в стадии яйца, ведут путем подсчета яйцекладок, отложенных на стволах деревьев или в кроне.

Яйцекладки *непарного шелкопряда* учитывают на пробе из 10–30 деревьев, подсчитывая одновременно кладки яиц на подстилке, подлеске, пнях, находящихся между этими деревьями. Затем определяют число яйцекладок, приходящихся на 1 дерево. Отобрав 10 средних по размерам кладок яиц со всей обследованной площади, подсчитывают среднее число яиц в одной кладке; затем определяют число яиц, приходящихся на одно дерево.

При обследовании очагов *шелкопряда-монашенки* в сосновых насаждениях в качестве пробы в обследуемом выделе берут 1–2 дерева и подсчитывают число яйцекладок или яиц, находящихся в трещинах и щелях коры или под ее чешуйками до высоты 1 м от шейки корня.

Количество зимующих на хвоинках яиц *рыжего соснового пилильщика* подсчитывают на ветках, взятых по одной из каждой мутовки модельного дерева. Среднее число яиц на одной ветке умножают на общее число ветвей на дереве.

При обследовании очагов *сибирского шелкопряда* в фазе гусеницы, кокона или яйца рубят модельные деревья на матерчатые полога или (по гусеницам) производят околот растущих деревьев. В среднем, на 1 км маршрутного хода берут одно модельное дерево (обычно по 3 - 4 дерева на каждые 2 - 4 км маршрутного хода).

Результаты учета хвое- и листогрызущих насекомых заносят в сводную ведомость.

Электронный архив УГЛТУ

Заселенность почвы *майским хрущом* определяется путем взятия почвенно-зоологических проб. Учет численности восточного майского хруща ведут путем выкопки почвенных ям размером 1×1 м или 0,5×0,5 м. Результаты почвенных раскопок заносят в ведомость. По окончании раскопок проводят расчеты абсолютной и относительной заселенности почвы хрущом.

При обследовании очагов *соснового подкорного клопа* анализируют модельные деревья (10 - 15 шт. на участок), для чего подсчитывают число личинок и имаго клопа на наиболее заселенных мутовках или на всем дереве; полученные данные переводят на 1 кв. дм поверхности междоузлия. Результаты учета оценивают по градациям: заселенность слабая – до 15 особей клопа на 1 кв. дм, средняя – 16–30, сильная – 31–50, очень сильная – более 50 шт.

Количественные учеты в очагах насекомых сопровождаются анализом влияния паразитических и хищных насекомых, других энтомофагов, болезней. Для видов насекомых, способных впадать в диапаузу, устанавливается доля диапаузирующих особей.

Оценка эффективности мероприятий. Оценка эффективности мероприятий по локализации и ликвидации вредных организмов производится по их лесозащитному эффекту. Лесозащитный эффект - это предотвращение прогнозируемой угрозы повреждения лесного участка путем проведения мероприятий по локализации и ликвидации вредных организмов. Лесозащитный эффект выражается в процентах и рассчитывается по следующей формуле:

$$Э = (O_{(факт)} \times 100)/O_{(прогноз)},$$

где Э - эффективность мероприятий по локализации и ликвидации, %;

$O_{(факт)}$ - объедание насаждений после проведения мероприятия;

$O_{(прогноз)}$ - прогнозируемое объедание насаждений.

Определение вертикально-поясной изменчивости консорций насекомых-фитофагов. Консорции насекомых-фитофагов на растениях подвержены изменению в высотных, широтных и долготных градиентах, но сведения об этом до сих пор остаются очень фрагментарными. Консорции насекомых-фитофагов делятся на 5 гильдий:

1) *хвоелистогрызущие* (*погрызы* – нарушение целостности края листа, *прогрызы* – выгрызание отверстий различного размера и формы, *скелетирование* – выедание тканей листовой пластинки, не затрагивая жилок, в виде «решета»);

2) *минёры* (мины различной формы на листьях);

3) *сосущие* (следы «уколов», деформация листовой пластинки);

4) *трубковерты* (свертывание одного или нескольких целых листьев в трубку, подвертывание края листа);

5) *галлообразователи* (галлы различной формы на листьях).

Электронный архив УГЛТУ

Обычно закладываются две высотные трансекты от подножия до ВГЛ (на западном и восточном склоне либо северном и южном). Для этого через каждые 100 м высоты закладываются 2 - 3 ПП из 100 деревьев (в горно-лесном поясе только естественное возобновление, а выше - любые деревья и ерник). На каждом виде дерева фиксируются видовой состав филлофагов (ручным сбором, кошением энтомологическим сачком, сбором повреждений) и процент повреждения кроны. Образцы повреждений собираются во временный гербарий, взрослые насекомые (кроме тлей) замариваются, раскладываются на ватные матрасики, а личинки насекомых и тли фиксируются в 70%-ном спирте. Позже этот материал определяется, анализируется в лаборатории. Подробнее см. Михайлов, 2005, 2008.

Различные повреждения по-разному поддаются определению. В одних случаях по характеру повреждений можно безошибочно соотнести их с вполне конкретным видом насекомого (например, мины, галлы), в других – с родом или семейством (например, скелетирование), а в третьих – недоступна идентификация даже до отряда (погрызы). В последнем случае определяются только те повреждения, которые были найдены вместе с нанесшим их насекомым. Идентификация повреждений ведется по имеющимся определителям (Гусев, Римский-Корсаков, 1951; Гусев, 1984), иногда с уточнениями по определителям конкретных групп насекомых.

Сбор образцов. Взрослых насекомых (кроме бабочек), собранных во время обследования, помещают в морилку – любой небольшой широкогорлый стеклянный или пластиковый сосуд с плотно закрывающейся крышкой. Туда обязательно помещаются сложенные гармошкой полоски бумаги для предотвращения слипания, загрязнения и намокания насекомых в морилке. На нижнюю часть крышки прикрепляют кусочек марли, поролона или ваты, смоченный в этилацетате (лучше всего), эфире или хлороформе. Рекомендуется брать с собой несколько морилок для насекомых разных видов и экологических групп. Для бабочек (непарного шелкопряда, монашенки и т.д.) всегда используется отдельная морилка. Затем бабочек со сложенными крыльями укладывают в бумажный пакетик (лучше из кальки), который складывается треугольником (рис. 2.3).

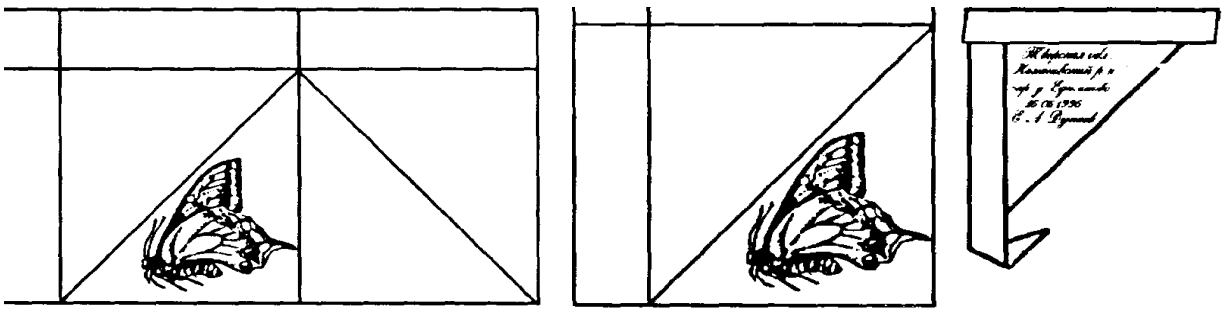


Рис. 2.3. Пакетики для бабочек

Электронный архив УГЛТУ

Остальных насекомых (пилильщиков, жуков, клопов) раскладывают на ватные матрасики. Это прямоугольные конверты из плотной, но гигроскопичной (не глянцевой) бумаги, с ровным слоем ваты толщиной не более 5 мм. Сборы из разных кварталов, с разных пород или разных дат разделяются на матрасике разметкой (рис. 2.4).

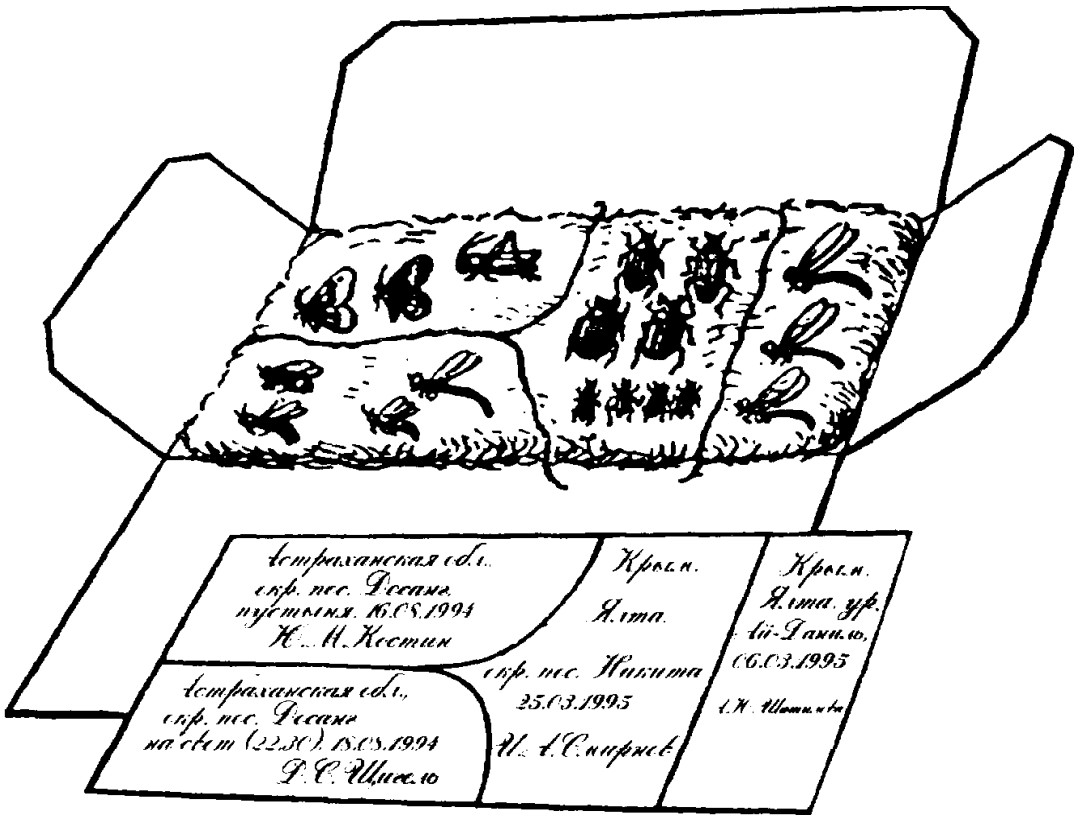


Рис. 2.4. Схема изготовления и заполнения ватного матрасика

Матрасики в соответствии с их размерами складывают в плотные картонные коробки (лучше заранее изготовить матрасики под размер имеющихся коробок). В таком виде их можно хранить и транспортировать. Сборы нужно хранить в сухом месте или регулярно просушивать.

Личинки (гусеницы бабочек, ложногусеницы пилильщиков, личинки хрущей) сразу же консервируются в этиловом спирте (70%) или формалине (2–4%). Для этого с собой должно быть несколько пробирок или ПЭТ-форм. Личинок хрущей предварительно фиксируют, заливая кипятком, а потом помещают в спирт.

Данные детального надзора за вредителями сводятся в таблицу (табл. 2.20).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2.20

Сводная ведомость результатов детального надзора за вредителями леса
в _____области (республике, крае) в 20____г.

Номер пробной площади	Лесничество, квартал, выдел	Фаза развития вредителя	Абсолютная заселенность на 1 дерево или на 1 м^2 подстилки	Масса куколки, коконов, гнезд, *г* или число яиц в кладке			Соотношение полов	Данные анализа куколок, коконов, яиц, %		Прогнозируемая степень повреждения в предстоящем году	Время учета (месяц, число)	Примечание
				минимальная	средняя	максимальная		паразитированных	больных			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Электронный архив УГЛТУ

2.10. Методика изучения закономерностей распространения и внутривидовой дифференциации дуба черешчатого на северо-восточной границе ареала

Наиболее информативный метод изучения популяций растительности – это закладка постоянных пробных площадей или временных пробных площадей. Для правильного подбора мест заложения пробных площадей необходимо предварительное выявление общей картины распространения и экологической приуроченности в пределах всей обследованной территории. При оценке состояния ценопопуляции дуба черешчатого внимание акцентируется на изменении встречаемости его внутривидовых таксонов в разных экологических условиях (информационный и популяционный показатели) (Браславская, 2011).

Методика работы заключается в закладке нескольких временных пробных площадей в естественных насаждениях и в лесных культурах, в измерении параметров деревьев дуба черешчатого: диаметр на высоте груди (см), высота (м), расстояние до первой живой ветки деревьев (м), длина и диаметр кроны (м). Полученные данные обрабатываются стандартными методами вариационной статистики (Зайцев, 1984). Местонахождения фрагментов ценопопуляции дуба черешчатого устанавливаются маршрутными обследованиями с применением базы данных АРМ «Лесфонд» по горно-лесной зоне Челябинской области. Все расчеты выполняются с помощью программного обеспечения Microsoft Excel. Устанавливается плотность ценопопуляции лесообразующих и подлесочных видов путем закладки временных пробных площадей (50×60 м) со сплошным перечетом деревьев и кустарников каждого вида с переводом на 1 га, а также определяются категории жизненного состояния подроста (Методы изучения лесных сообществ …, 2002).

Лесорастительные условия насаждений с дубом в данных участковых лесничествах относятся к пяти группам типов леса (Лесоведение …, 1999). Для первой группы типов леса характерны каменистые почвы на верхних частях склонов, водоразделах и прилегающих к ним склонах. Вторая группа типов леса отличается периодически сухими и периодически влажными легкосуглинистыми почвами на наиболее возвышенных и склоновых элементах рельефа. Третья группа приурочена к периодически сухим и устойчиво свежим щебнистым почвам на вершинах спокойных возвышенностей. Четвертая группа характеризуется суглинистыми почвами на карбонатных породах, расположенных на покатых и крутых склонах, занимает дренированные участки с устойчивым водным режи-

Электронный архив УГЛТУ

мом. Пятая группа расширяет экологический спектр местообитания дуба за счет периодически переувлажненных почв прируслових долин ручьев и небольших речек.

Камеральный этап состоит в статистической обработке полученных данных (Зайцев, 1984), в систематизации и анализе информации для определения эколого-фитоценотического и географического ареалов дуба.

Для установления достоверности различий по средней длине, средней ширине и среднему количеству лопастей листовых пластинок между фрагментами ценопопуляций дуба черешчатого используется метод парных сравнений (критерий Стьюдента) (Зайцев, 1984). Оценка уровня изменчивости проводится по шкале С.А.Мамаева (1973).

В ходе полевых исследований собирается гербарный материал из разрозненных внутрипопуляционных группировок дуба черешчатого после сплошных рубок в Ашинском лесничестве, представляющих самый восточный форпост его естественного ареала в Евразии. Сбор гербария проводится с учетом произрастания внутрипопуляционных групп в контрастных эколого-фитоценотических условиях.

В пределах каждого участкового лесничества исследуются выборки из нескольких территориально разобщенных и различающихся по лесорастительным условиям насаждений с участием дуба черешчатого. Предположительно внутрипопуляционные группы дуба составляют одну целостную антропогенно-трансформированную ашинскую ценопопуляцию. С каждого дерева с южной стороны нижней части кроны, с удлиненных побегов берут по 10 листьев с замером длины (см), ширины (см), количества пар лопастей. Оценка уровня изменчивости признаков проводится по шкале С.А. Мамаева (1973).

Информационные признаки (длина и ширина листьев) используются одновременно при таксономическом разделении локальных ценопопуляций различного географического происхождения или фрагментов ценопопуляции разной экологической приуроченности. По оси абсцисс – показатель (индекс) формы (вытянутости) листовых пластин (отношение длины листа к его ширине). По оси ординат – величина листовых пластин (произведение длины листа на его ширину). Точки, расположенные в большем отдалении от нуля по вертикали, соответствуют более крупным листьям, а по горизонтали – изменению формы листьев от коротких к более удлиненным. После того как точки, соответствующие всем измеренным листьям, будут внесены в систему координат, пограничные для каждого таксона точки соединяются замкнутой кривой. При этом применяются стандартные программы Microsoft Word и Microsoft Excel.

Электронный архив УГЛТУ

2.11. Методика оценки жизненного состояния ценопопуляций древесных растений по типу онтогенетического спектра

В популяционно-демографических исследованиях растений преимущественно используется определение онтогенетического состояния, а календарный возраст служит дополнительной характеристикой. Особи растений разных видов проходят одни и те же онтогенетические состояния в течение разного времени. Сравнительная оценка (сопоставление) их роли в сообществе на основе календарного возраста затруднена, а определение возрастного состояния всегда реально.

Особи, относящиеся к одному онтогенетическому состоянию, объединяются в одну группу. Выделение их проводится в соответствии с классификацией онтогенетических состояний семенных растений. Сейчас изучены онтогенезы более 300 видов сосудистых растений. Качественные признаки (диагнозы) онтогенетических состояний семенных растений достаточно универсальны и могут быть использованы при описании любых видов семенных растений.

Проростки (всходы), pl – смешанное питание (за счет веществ семени или семядолей и ассимиляции первых листьев); наличие морфологической связи с семенем и/или наличие семядолей; наличие зародышевых структур: семядолей, первичного (зародышевого) корня и побега.

Ювенильные, j – простота организации, несформированность признаков и свойств, присущих взрослому растению. Наличие листьев иной формы и расположения на побеге, чем у взрослых особей; иной тип нарастания и ветвления или отсутствие ветвления в побеговой сфере; возможно изменение типа корневой системы. Сохранение некоторых зародышевых структур: первичных корня и побега. Потеря связи с семенем (семя исчерпало запасы и семенная кожура засохла), как правило, отсутствие семядолей – их запасы использованы целиком, семядоли засыхают и опадают.

Имматурные (прематурные), im – наличие свойств и признаков, переходных от ювенильных к взрослым: развитие листьев и корневой системы переходного типа; появление некоторых признаков взрослого растения в структуре побегов (например, смена типа нарастания, начало ветвления, появление плагиотропных побегов и прочее). Сохранение отдельных элементов первичного побега.

Виргинильные (молодые и взрослые вегетативные), v – появление основных черт типичной для вида жизненной формы. Растение имеет характерные для вида взрослые листья, побеги и корневую систему. Генеративные органы отсутствуют.

Электронный архив УГЛТУ

Молодые генеративные, g_1 – появление генеративных органов. Преобладание процессов новообразования над отмиранием, проявляющееся в разных формах. Окончательное формирование взрослых структур.

Средневозрастные генеративные, g_2 – уравновешивание процессов новообразования и отмирания. Максимальные размеры и биомасса, максимальный ежегодный прирост биомассы, максимальное число генеративных органов (максимальная семенная продуктивность).

Старые генеративные, g_3 – преобладание процессов отмирания над процессами новообразования: резкое снижение генеративной функции, ослабление процессов побего- и корнеобразования. В некоторых случаях – упрощение жизненной формы, которое проявляется, в частности, в потере способности образования побегов разрастания.

Субсенильные (старые вегетативные), ss – отсутствие генеративных органов (возможно наличие скрытогенеративных побегов), значительное преобладание процессов отмирания над процессами новообразования, возможно – упрощение жизненной формы, проявляющееся в смене способа нарастания побега или в потере способности к ветвлению; появление листьев переходного (имматурного) типа.

Сенильные, s – накопление отмерших (прекративших рост и разрушающихся) частей растения, предельное упрощение жизненной формы; вторичное появление некоторых ювенильных черт (форма листьев, характер побегов и др.). В некоторых случаях – полное отсутствие почек возобновления и других новообразований.

Разнообразие онтогенезов семенных растений можно объединить в два типа. В первом типе всю последовательность этапов развития проходит одна и та же особь, умирающая по завершении онтогенеза (простой онтогенез). Во втором – последовательность этапов развития осуществляется в серии особей нескольких поколений (сложный онтогенез). Особь-родоначальница (семенного происхождения) не умирает, а однажды или многократно делится вегетативным путем на несколько особей, образуя *клон*. Смерть всего вегетативного потомства может наступить после последовательного прохождения серии поколений.

Наиболее просто определяемый признак устойчивого состояния популяции – это полночленный онтогенетический спектр (Ценопопуляции …, 1988). Разнообразие конкретных спектров можно объединить в несколько типов, соответствующих тому или иному состоянию (или этапу жизни) популяции:

1) инвазионное состояние – в спектре представлены лишь прегенеративные (иногда и молодые генеративные) растения;

2) нормальное состояние:

а) полночленный спектр, в котором представлены все или почти все онтогенетические группы растений (семенного и/или вегетативного проис-

Электронный архив УГЛТУ

хождения; может быть левосторонним, одновершинным (с максимумом на генеративных растениях) и правосторонним,

б) вегетативно-полночленный спектр, где представлены растения только вегетативного происхождения,

в) прерывистый спектр, где представлена большая часть онтогенетических групп;

3) регрессивное состояние – популяция состоит лишь из постгенеративных растений;

4) состояние, при котором представлены лишь некоторые (часто – одна) онтогенетические группы – фрагментарный спектр.

Инвазионные популяции находятся в стадии становления и в зависимости от онтогенетического состава и численности особей, с одной стороны, и эколого-ценотических условий, с другой, имеют более или менее вероятные перспективы развития в нормальные. Последние полностью способны к спонтанному самоподдержанию семенным и/или вегетативным путем. Отсутствие отдельных онтогенетических групп в спектре нормальных популяций может быть связано с периодичностью плодоношения и, как правило, не является свидетельством неустойчивого состояния вида в сообществе. Популяции становятся регрессивными в тех случаях, когда старые растения прекращают плодоношение либо условия в сообществе препятствуют развитию подроста. Помимо перечисленных вариантов в нарушенных лесных сообществах популяции могут быть представлены отдельными особями некоторых возрастных состояний (фрагменты популяций). Обычно это свидетельствует об эпизодическом приживании вида при крайне низком уровне численности. Перспективы развития таких популяций оценить очень трудно. Диагностика состояния популяций, основанная на указанных выше признаках, позволяет осуществить прогноз дальнейшего развития ценопопуляций, а также подойти к оценке сукцессионного состояния сообщества. При этом для адекватной оценки перспектив популяции необходим учет биологических и экологических особенностей вида (Смирнова и др., 2002).

При проведении натурных исследований жизненное состояние диагностируемой особи оценивается визуально по пятибалльной шкале В.А. Алексеева (1989):

1 балл - здоровое растение не имеет внешних признаков повреждений кроны и ствола, повреждения хвои незначительны (<10%) и не сказываются на состоянии растения;

2 балла – поврежденное (ослабленное) растение со сниженной густотой кроны на 30% и с изреженной скелетной частью кроны или с усохшими ветвями (30%) в верхней половине кроны;

3 балла – сильно поврежденное (сильно ослабленное) растение; характерны те же признаки ослабления жизнедеятельности, но с эффектом поражения 60%;

Электронный архив УГЛТУ

4 балла – отмирающее растение. Густота кроны - менее 15-20 %, хвоя хлоротична или в незначительной степени некротизирована. Свыше 70 % ветвей кроны сухие или усыхающие. Возможны признаки очаговых поражений вредителями и болезнями;

5 баллов – сухостой (отмершее в год обследования растение, у которого возможно наличие сухих, неопавших листьев, или погибшее более одного года назад, постепенно утрачивающее ветви и кору).

С помощью индекса жизненного состояния особей можжевельника, рассчитанного по формуле В.А. Алексеева (1989), устанавливаются категории состояния (КС):

КСI – здоровые, у которых показатель жизненного состояния 80 - 100%;

КСII – слабо поврежденные (умеренно ослабленные), 50 - 79%;

КСIII – сильно поврежденные (сильно ослабленные), 20 - 49%;

КСIV – усыхающие (отмирающие, полностью разрушенные), менее 20%;

КСV – сухостой, 0%.

2.12. Методика определения биологически активных (защитных) веществ растений

Важной проблемой комплексного рационального использования лесных ресурсов, сохранения биоразнообразия методами интродукции и реинтродукции для устойчивого развития Уральского региона является изучение растений, депонирующих в повышенных количествах биологически активные (защитные) вещества (БАВ). Данные соединения обладают не только Р-активным, антикоагулирующим, спазмолитическим, противоопухолевым, капилляроукрепляющим, фотосенсибилизирующим, антимикробным, антимутагенным действием, но и способностью повышать адаптационные и регуляторные свойства человека в условиях урбанизации.

В процессе фотосинтеза и метаболизма растения лесные фитоценозы Уральского региона продуцируют в окружающую среду громадные количества летучих веществ – от 105 до 801 кг/га (Крючков, 1982), или аэрофолинов (термин предложен профессором Л.И. Вигоровым (1966)). Аэрофолины обладают не только фитоцидностью, но и способностью повышать защитные свойства человека, положительно влиять на сердечно-сосудистую, кровеносную нервную и другие системы, трансформировать преобладающие промышленные токсиканты с кислотными свойствами, повышать чувствительность широко распространенных антибиотико-устойчивых микроорганизмов, что особенно ценно в эпоху урбанизации.

Электронный архив УГЛТУ

В настоящее время мало практических данных, характеризующих количественный и качественный состав аэрофолинов растений в естественных условиях, что недостаточно для оценки их биосферной роли (экологической, информационной, генетической, антимикробной, биофизической). Это объясняется отсутствием простых и надежных методов их анализа и тем, что аэрофолины представляют собой многокомпонентные неустойчивые смеси с невысокой концентрацией соединений различной природы.

Для изучения БАВ (флавоноиды, гликозиды, кумарины, катехины, каротиноиды, амины, терпиноиды, кверцетин, дубильные вещества, бетаин, серотонин, алкалоиды, витамины Р, С, B_1, B_6, B_9, Е и др., аэрофолины) разработаны методы газожидкостной, тонкослойной, бумажной хроматографии и спектрофотометрии, экспресс -методы (Крючков и др., 1988).

Методика отбора и подготовки образцов растений к биохимическому анализу. БАВ растений содержатся в том или ином количестве во всех органах растительного организма. В наибольшей степени они накапливаются в листьях, плодах, семенах, цветках и корнях.

Сбор фактического материала – один из наиболее ответственных этапов подготовки выпускной квалификационной работы, так как от этого зависит своевременное и качественное написание работы.

Отбор образцов растений (листьев, плодов, ягод, корней и корневищ, цветов) для исследования БАВ определяется объектом исследования, знанием внутривидовой изменчивости и конкретно поставленной задачей (Минаева, Валуцкая, 1969; Отчет…, 1985; Крючков, 2012). При изучении внутривидовой изменчивости сосны обыкновенной для исследования содержания эфирных масел, витамина С, катехинов, флавонолов, кумаринов, мирицетина, кемпферола, кверцетина, терпиноидов необходим отбор усредненного образца хвои с 50 деревьев. Для оценки популяций древесных растений, скрининга различных видов растений по содержанию кумаринов, в частности при изучении различных форм изменчивости березы повислой, необходимо отбирать усредненный образец с 30…35 деревьев (Отчет…, 1985).

По данным А.И. Ермакова (1972), для определения в плодах и ягодах биологически активных веществ отбирают усредненный образец, как правило, с 10 растений, с разных экспозиций в период массового созревания.

Если отдельные сорта плодово-ягодных культур представлены 1 - 3 деревьями, то при оценке их биохимического состава рекомендуется отбирать образцы с отдельных деревьев. При этом необходимо с каждого дерева отбирать усредненный образец по 15 - 20 плодов, включающий крупные, мелкие и средние плоды с освещенной и затененной частей дерева.

Существенное влияние на достоверную информацию о количественном и качественном составе БАВ растений оказывает технология подготовки образцов для биохимического анализа. Так, при определении быст-

Электронный архив УГЛТУ

роразрушающихся соединений (витаминов С, К и др., а также хлорофилла) используют только свежесобранный материал. При анализе устойчивых соединений (кумаринов, флавонолов) образцы высушивают в естественных условиях - на воздухе.

Сушка – самый распространенный метод консервации БАВ растений, их физиологической активности. Удаление влаги до 10 - 14% позволяет остановить ферментативную активность, т.е. инактивировать биохимические процессы, приводящие к разрушению БАВ растений. Температурный режим сушки образцов определяется химическим составом БАВ и морфологической принадлежностью. Температура сушки сырья с эфирными маслами – 25 - 35 °С. Сырье, содержащее гликозиды, алкалоиды, сушат при 50 - 60 °С, а сырье, включающие флавоноиды, – при 70 - 80 °С. Для того чтобы не допустить окисление дубильных веществ, что приводит к изменению окраски растительного сырья, применяют быструю высокотемпературную сушку (в сушильном шкафу). Для сырья, содержащего витамин С и др., также необходима быстрая сушка при 80 - 90 °С. Это предотвращает окисление аскорбиновой кислоты. Следует отметить, что в плодах черной смородины помимо витамина С содержатся еще и эфирные масла, поэтому процесс сушки проводят при 56 °С.

При изучении флавонолов хвои сосны обыкновенной оптимален способ фиксации материала в течение 10 мин. при температуре 110 °С с последующей сушкой при 60 °С (Минаева, Валуцкая, 1969). При определении количества флавонолов в наземных органах володушки используют фиксацию материала этанолом.

Сушка образцов растений бывает естественной или искусственной. Сушку листьев, цветов и травянистых растений проводят преимущественно в тени, так как на солнце многие растения теряют окраску и разрушаются БАВ.

Оптимальным способом фиксации растительного материала и получения микронизированных порошков (фитокрипов) плодов, ягод, овощей, лекарственного сырья является сублимационная сушка.

Методика определения аскорбиновой кислоты (витамина С). Аскорбиновая кислота представляет собой γ-лактон-2,3-дегидро-α-гулоновую кислоту. Это белый кристаллический порошок кислого вкуса, легко растворимый в воде, спирте, не растворимый в органических растворителях (эфире, хлороформе, бензоле). В водных растворах аскорбиновая кислота легко разрушается; воздух, свет ускоряют ее окисление.

Физиологическое значение аскорбиновой кислоты в растениях велико. Она легко превращается в дегидроаскорбиновую кислоту, которая под воздействием глутатиона снова восстанавливается в аскорбиновую кислоту. Благодаря этому она принимает активное участие в окислительно-восстановительных, синтетических процессах, влияет на белковый обмен, повышает резистентность организма к инфекции и неблагоприятным фак-

Электронный архив УГЛТУ

торам среды (низким температурам, загазованности и т.д.). Аскорбиновая кислота встречается во всех растениях, особенно много ее в плодах шиповника, ягодах черной смородины, хвое сосны, ели, пихты. Она широко используется в медицине.

Метод количественного определения аскорбиновой кислоты основан на ее редуцирующих свойствах. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия синей окраски восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту.

Для приготовления раствора 0,001 н 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия 0,22 г 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия растворяют в 1 л воды. Срок годности раствора не более 7 суток при условии хранения в холодном темном месте.

Установка титра: несколько кристаллов аскорбиновой кислоты растворяют в 100 мл смеси 3,5% HCl и 4% HPO_3 (1:1). Раствор в количестве 20 мл титруют рабочим раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления розового окрашивания, исчезающего в течение 1-2 мин. Другие 20 мл этого же раствора аскорбиновой кислоты титруют точно 0,001 н раствором йодата калия в присутствии нескольких кристаллов йодида калия и 2 - 3 капель раствора крахмала до появления голубого окрашивания.

Поправочный коэффициент вычисляют по формуле

$$K = V/V_1 ,$$

где V - объем точно 0,001 н раствора йодата калия, пошедшего на титрование, мл;

V_1 - объем раствора дихлорфенолиндофенолята натрия, пошедшего на титрование, мл.

Навеску 10 г (в зависимости от объекта навеска может быть в пределах 1 - 20 г) растирают со стеклянным порошком с 20 мл смеси 3,5% HCl и 4% HPO_3 (1:1), разбавляют водой до 100 мл и центрифугируют. В коническую колбу вместимостью 100 мл вносят 20 мл центрифугата и титруют из бюретки раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в течение 1 - 2 мин до розового окрашивания. В случае с окрашенными образцами к вытяжке перед титрованием приливают 5 мл толуол-изоамиловой смеси. Затем вытяжку титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия при осторожном перемешивании. При появлении розового окрашивания в толуол-изоамиловом слое титрование считается законченным. 1 мл раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия соответствует 0,000088 г аскорбиновой кислоты.

Процентное содержание аскорбиновой кислоты (X) в пересчете на абсолютно сухое сырье вычисляют по формуле

$$X = (V \cdot K \cdot 0{,}000088 \cdot 100 \cdot 100 \cdot V_1)/(m \cdot V_2(100 - W)),$$

Электронный архив УГЛТУ

где V – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, пошедшего на титрование, мл;

K – поправка на титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия;

V_1 – объем экстракта, соответствующий всей навеске, мл;

m – навеска сырья, г;

V_2 – объем экстракта, взятого для титрования, мл;

W – потери в массе сырья при высушивании, %.

Методика определения флавоноидов. Флавоноиды – одна из наиболее представительных и распространенных групп природных биологически активных соединений – полифенолов. Они регулируют рост, генеративные процессы растений, участвуют в биологическом окислении, обладают широким спектром фармакологического действия: Р-витаминной, капилляроукрепляющей, противовоспалительной, антимутагенной и гипотензивной активностью.

Флавоноиды являются важными компонентами пищевых продуктов и лекарственных средств из растений. Подобно белкам, липидам, углеводам и нуклеиновым кислотам, они практически присутствуют во всех органах растений. Содержание их в растениях колеблется от 0,1 до 30%. Данные о количестве флавоноидов в растениях все чаще используются в систематике и филогении. В настоящее время описано свыше 1300 веществ, объединяемых в несколько классов: флавоны, флаваны, флаваноны, флавонолы, халконы, ауроны, антоцианы, катехины и др.

В растениях флавоноиды встречаются как в свободном виде (агликоны, т.е. лишенные сахара), так и в форме гликозидов (соединений с сахарами). Агликоны флавоноидов растворяются в ацетоне, этиловом эфире, спиртах, практически нерастворимы в воде. Гликозиды флавоноидов, содержащие более трех остатков сахара, растворяются в воде, но не растворяются в эфире и хлороформе.

Методика определения флавонолов в хвое сосны. Флавонолы широко распространены в растительном мире. Им принадлежит важная роль в защите растений от болезней и вредителей. Флавонолы оказывают стабилизирующее действие на витамин С, обладают Р-витаминной активностью. Из флавонолов наиболее распространен кверцетин и его гликозид - рутин. Источники флавонолов - листья гречихи, эвкалипта, конского каштана, володушки и др.

Бумажно-хроматографический метод определения флавонолов основан на способности флавонолов давать окрашенные соединения с $AlCl_3$ с их последующей элюцией и фотометрией.

Сухой растительный материал (0,25 г) помещают в фарфоровую ступку, приливают 4 мл этанола и растирают со стеклянным порошком. Содержимое ступки переносят в колбу с обратным холодильником, заливают 5 мл этанола и нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин. После 15 мин настаивания спиртовый экстракт сливают в колбу. Элюцию повторяют еще 4 раза.

Электронный архив УГЛТУ

Объединенные спиртовые экстракты сливают в делительные воронки на 100 мл, приливают 5 мл дистиллированной воды и обрабатывают хлороформом 4 раза порциями по 10 - 15 мл для очистки экстракта флавонолов от хлорофилла и других соединений. Затем спиртовый раствор сливают в фарфоровую чашу и высушивают в потоке воздуха. Сухой остаток растворяют в 1 мл этанола и целиком переносят на ленту хроматографической бумаги марки FN-6.

Разделение флавонолов осуществляют методом восходящей бумажной хроматографии в системе бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5) в течение 40 ч. Хроматограмму высушивают на воздухе до исчезновения запаха уксусной кислоты, опрыскивают 10% $AlCl_3$ в 95% этаноле и просматривают в УФ-свете. Пятна гликозида мирицетина с Rf-0,47, гликозида кверцетина с Rf-0,63 и гликозида кемпферола с Rf-0,85 обводят карандашом и вырезают. Вырезанные участки бумаги помещают отдельно в колбу, заливают 2 - 3 мл 95% этанола и после 30 мин. настаивания сливают в мерные цилиндры на 10 мл. Элюцию повторяют еще 3 раза. Объем элюата замеряют и определяют оптическую плотность растворов при 400 - 435 нм в кювете с толщиной слоя 1 см на фоне элюата чистого кусочка той же хроматограммы.

Процентное содержание гликозидов мирицетина, кверцетина и кемпферола (X, %) вычисляют по формуле

$$X = (C \cdot V \cdot 10)/P(100 \cdot W),$$

где C – количество флавонолов в 1 мл элюата, найденное по градуировочному графику, г ;

V – объем элюата, мл;

P – навеска исследуемого материала, г;

W – влажность исследуемого материала, %.

Методика определения катехинов. Катехины – наиболее восстановленная группа флавоноидных соединений, принимающих непосредственное участие в дыхании растений. Наиболее распространены в растениях катехин и эпикатехин. Гликозиды катехинов в растениях не найдены. Катехины представляют собой бесцветные кристаллические вещества, легко окисляющиеся и склонные к полимеризации. Они обладают наиболее высокой Р-витаминной активностью по сравнению со всеми другими классами флавоноидов, повышают устойчивость антоцианов. Много катехинов в боярышнике, яблоках, рябине, бруснике, клюкве и особенно в молодых побегах чая.

В основу метода определения катехинов положена известная ванилиновая реакция, специфичная для катехинов. Имитаторами катехинов в этой реакции могут быть лишь лейкоантоцианы, краснеющие от соляной кислоты, на которой готовят реактив. Учитывая это обстоятельство, при анализе делают контрольные определения, где испытуемый раствор сме-

Электронный архив УГЛТУ

шивают не с ванилиновым реактивом, а с равным ему количеством концентрированной соляной кислоты.

Измельченный растительный материал (10 г) помещают в ступку, заливают 5 мл 0,1 н раствора H_2SO_4 и растирают со стеклянным порошком. Растертую массу переносят в колбу на 50 мл, остатки смывают 10 мл 0,1 н раствора H_2SO_4. Пробирку с исследуемым материалом прогревают на кипящей водяной бане 10 мин. Затем экстракт отделяют декантацией, а остаток снова заливают 5 - 7 мл 0,1 н раствора H_2SO_4 и экстракции повторяют. После четырех экстракций проводят пробу на полноту извлечения. Для этого каплю очередного экстракта смешивают с тремя каплями ванилинового реактива. При отсутствии порозовения (в течение 3 мин) экстракцию считают законченной. Экстракт центрифугируют и замеряют объем.

Затем к 1 мл центрифугата приливают 3 мл ванилинового реактива и через 3 мин замеряют оптическую плотность окрашенного раствора при 490 нм в кювете с толщиной слоя 0,5 см. При работе с ярко окрашенными растворами производят разбавление экстракта 0,1 н раствором H_2SO_4 и проводят реакцию. Раствором для сравнения служит смесь экстракта и соляной кислоты в соотношении 1:3.

Содержание катехинов (X, мг) в 100 г растительного материала рассчитывают по формуле

$$X = (m \cdot V \cdot 100)/P,$$

где P – навеска растительного материала, г;

V – объем экстракта, мл;

m – количество катехинов, найденное по калибровочному графику, мг/мл.

Методика определения кумаринов. Кумарины – природные биологически активные соединения, в основе которых лежит бензо-α-пирон. Они широко распространены в растительном мире, в том числе в древесно-кустарниковых растениях. В настоящее время выделено и изучено свыше 150 кумаринопроизводных соединений. Основное количество кумаринов найдено в растениях в свободном состоянии и лишь незначительное число – в виде гликозидов. Кумарины хорошо растворимы в хлороформе, этиловом эфире, этиловом спирте и нерастворимы в воде, за исключением гликозидов. Наиболее исчерпывающая экстракция кумаринов, как свободных, так и связанных, достигается этиловым спиртом.

Содержание кумаринов колеблется от 0,1 до 10%, причем часто можно встретить 3 - 7 кумаринов различной структуры в одном растении (например, у черемухи, вишни, березы).

Кумарины являются ингибиторами роста, выступают как защитные вещества при некоторых заболеваниях растений, обладают антикоагулянтным, спазмолитическим, противоопухолевым, фотосенсибилизирующим, антимикробным и антимутагенным свойствами.

Метод определения кумаринов основан на их способности давать окрашенные соединения с диазотированным n -нитроанилином.

Электронный архив УГЛТУ

Приготовление диазотированного n-нитроанилина: 20 мг n-нитроанилина растворяют в 0,25 мл концентрированной HCl и 0,75 мл дистиллированной воды, после чего добавляют еще 2 мл воды и охлаждают; 1 мл охлажденного раствора переносят в пикнометр 25 мл, добавляют по каплям 5 мл 4%-ного $NaNO_2$ (охлажденного) и доводят объем до метки водой (охлажденной). Реактив используют свежеприготовленным.

Подготовка хроматографической бумаги: полосы хроматографической бумаги марки FN-11 шириной 8 - 10 см протягивают 3 раза через 20%-ный этиленгликоль, избыток которого снимают с бумаги стеклянной палочкой, просушивают между листами фильтровальной бумаги и выдерживают в сушильном шкафу при температуре 50°С в течение 15 мин.

Измельченный растительный материал (2,5 г) помещают в колбу на 100 мл, приливают 30 мл 45%-го этанола. Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Жидкость отстаивают и осторожно фильтруют через вату в колбу на 100 мл так, чтобы частицы сырья не попадали на вату. Экстракцию повторяют еще 2 раза. Объединенный экстракт охлаждают, приливают к нему 10% H_2SO_4 из расчета 2 мл на 10 мл экстракта и нагревают на кипящей водяной бане в колбе с обратным холодильником в течение 1 ч.

Гидролизат охлаждают, добавляют равный объем дистиллированной воды, насыщают NaCl, переносят в делительную воронку на 200 мл и проводят трехкратную экстракцию кумаринов этиловым эфиром уксусной кислоты (30, 20, 25 мл) с отделением эфирного слоя. Для нейтрализации кислоты к объединенному эфирному экстракту добавляют 1 г $CaCO_3$, встряхивают 3 мин и фильтруют. Фильтрат переносят в фарфоровую чашку и высушивают в потоке воздуха. Сухой остаток растворяют в этаноле и переносят в калиброванный пикнометр на 2,5 мл; 0,5 мл полученного раствора наносят микропипеткой на предварительно подготовленные ленты хроматографической бумаги FN-11.

Разделение смеси кумаринов осуществляют методом восходящей хроматографии в системе толуол-этиловый эфир уксусной кислоты (7:3) или толуол-этиловый эфир уксусной кислоты-ацетон (7:2:1) в течение 17 ч. Хроматограмму сушат на воздухе в течение 3 ч, опрыскивают с обеих сторон 2,5%-ным Na_2CO_3 и выдерживают 30 мин во влажной камере при температуре 100°С. Затем хроматограммы высушивают на воздухе, опрыскивают с обеих сторон диазотированным n-нитроанилином. Окрашенные полосы производных кумаринов вырезают и элюируют 45%-ным этанолом. Оптическую плотность раствора измеряют при 540 нм в кювете с толщиной слоя 1 см на фоне элюата чистого участка той же хроматограммы.

Содержание кумаринов вычисляют по калибровочному графику, построенному по кумарину.

Методика отбора проб летучих метаболитов и способы их концентрирования. Отбор проб летучих соединений растений лесных фитоценозов, рекреационных насаждений проводят водяными градуиро-

Электронный архив УГЛТУ

ванными аспираторами, электроаспираторами или аспиратором «Аэра». В среднем протягивают около 100 л анализируемого воздуха со скоростью 30 л/ч. В тех случаях, когда метод анализа позволяет ограничиться небольшим объемом воздуха, пробы отбирает в бутыли емкостью 2 - 3 л или в газовые пипетки.

Значительную роль в эффективности поглощения определяемых веществ играет конструкция поглотительных приборов. Чаще всего используют поглотительные приборы Петри, Полежаева, Зайцева, Рихтера, поглотители с пористой стеклянной пластинкой и др. В настоящее время разработаны методы прямого газохроматографирования летучих метаболитов.

Количество выделяемых растениями летучих компонентов в окружающую среду невелико, поэтому возникает необходимость их концентрирования. В настоящее время широко используются следующие способы концентрирования летучих компонентов растений:

1) низкотемпературная конденсация метаболитов в ловушках;
2) химическое связывание летучих метаболитов – использование химических реакций, позволяющих избирательно связывать определяемые вещества;
3) концентрирование аэрофолинов сорбентом (силикагелем, окисью алюминия и т.д.);
4) растворение летучих метаболитов в растворителе в охлаждаемых ловушках (-80°С).

Методика определения летучих кумаринов. Метод определения кумаринов основан на способности образовывать окрашенное соединение с диазотированным n-нитроанилином.

Приготовление охлаждающей смеси: смешивают толуол с жидким азотом до перехода толуола в твердое состояние; 100 л исследуемого воздуха со скоростью 30 л/ч протягивают через два последовательно соединенных поглотителя Петри, помещенных в сосуды Дьюара с охлаждающей смесью (температура минус 80°С). Первый поглотитель – для конденсации летучих метаболитов, связывания их водно-спиртовым раствором гидрооксида Na, второй – с 5 мл этанола.

Содержимое поглотителей объединяют, доводят раствор до pH 9 2,5%-ным раствором Na_2CO_3. Объем раствора замеряют и проводят гидролиз в колбе с обратным холодильником на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Гидролизат охлаждают при температуре 0°С, переносят в колбу вместимостью 25 мл и каплями добавляют, перемешивая, диазотированный n-нитроанилин (0,25 - 0,50 мл) до максимального окрашивания. Оптическую плотность раствора замеряют на фотоэлектроколориметре при 540 нм в кювете с толщиной слоя 1 см по отношению к этанолу.

Электронный архив УГЛТУ

Глава 3

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ РАСТЕНИЙ, ИМЕЮЩИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Основной задачей ресурсоведческих исследований является количественная оценка запасов растений, имеющих хозяйственное значение (лекарственные, кормовые, пищевые и другие растения). *Биологический запас* – величина сырьевой фитомассы *всех* экземпляров вида на исследуемой территории, выражается в единицах массы (кг, ц, т). *Эксплуатационный (промысловый, хозяйственный) запас* — условно принятая часть биологического запаса, которая реально может быть заготовлена на данной территории с учетом биологических и экономических факторов (Буданцев, Харитонова, 1999; Основные понятия и термины..., 2001). Таким образом, величины биологического и эксплуатационного запасов значительно различаются.

До начала полевых работ необходимо составить наиболее полную эколого-ценотическую характеристику заготавливаемого растения, т. е. установить, в каких растительных сообществах (типах леса) встречается данный вид, какие местообитания наиболее благоприятны для его произрастания. Такие сведения являются исходными для планирования рациональных маршрутов обследования района исследований и выбора метода оценки запасов вида.

В научной литературе имеется ряд методических руководств и пособий по определению запасов растительных ресурсов (Черкасов, 1979; Методы исследования ресурсов..., 1983; Борисова, Лошаков, 1985; Методика определения запасов..., 1986; Принципы и методы рационального..., 1989; Буданцев, Харитонова, 1999 и др.). Наиболее часто в ресурсоведческих исследованиях используют два метода оценки запасов сырья:

1) *на конкретных зарослях;*

2) *на ключевых участках.*

Первый метод более точен, дает репрезентативные сведения о запасах, но он более трудоемкий. Его целесообразно использовать при детальных исследованиях растительных ресурсов. Для планирования возможных объемов промышленных заготовок по районам и областям целесообразнее использовать оценку запасов методом ключевых участков, который дает менее точные, но более полные и стабильные данные.

Электронный архив УГЛТУ

3.1. Метод оценки запасов растительного сырья на конкретных зарослях

Заросль — совокупность особей одного вида, произрастающих в растительном сообществе на участке, пригодном для проведения промысловой заготовки (Буданцев, Харитонова, 1999). Изучение запасов на *конкретных зарослях* включает в себя выявление местонахождения зарослей, определение их площадей, оценку урожайности (плотности запаса) в каждой заросли и расчет величины запасов сырья. Для установления местонахождения зарослей полезных растений используют картографический материал (топографические средне- и крупномасштабные карты, геоботанические карты, а также лесоустроительные и землеустроительные материалы и карты), который отражает размещение на обследуемой территории лесных, луговых, болотных и других растительных сообществ.

Способы определения площади заросли зависят от характера произрастания вида. При достаточно равномерном распределении вида по площади заросли и если заросль плотная, границы ее хорошо выражены, то очертания заросли приравнивают к правильной геометрической фигуре (например, прямоугольнику, квадрату или кругу) и измеряют параметры, необходимые для вычисления площади выбранной фигуры (см. рисунок). В том случае, когда площадь заросли соответствует выделу на плане лесонасаждений или землеустроительных планах (например, залежь или лесопосадки), ее площадь устанавливают по указанным материалам.

Определение площади заросли:

Электронный архив УГЛТУ

Если вид представлен неравномерно, отдельными пятнами (например, пятна ландыша в травяном покрове сосняка сложного), которые составляют менее 50% от всего участка или растительного сообщества, то сначала определяют площадь всего участка. Затем оценивают площадь, занятую пятнами вида. Для этого участок пересекают параллельными и перпендикулярными маршрутными ходами, проложенными через определенное число метров (10, 15, 20 м), на которых измеряется расстояние, пройденное по пятнам (см. рисунок). Далее суммируют длину всех пятен по всем параллельным и перпендикулярным маршрутным ходам и вычисляют площадь пятен. Общую площадь всех пятен рассматривают как одну заросль и рассчитывают долю площади, которую она занимает от площади всего участка.

Плотность запаса сырья (урожайность) – это величина сырьевой фитомассы, полученная с единицы площади зарослi, выражается в единицах массы (г, кг) на единицу площади ($м^2$, га). Её можно определить несколькими способами, выбор которых зависит от жизненной формы изучаемого вида и от той части растения, которая используется в качестве растительного сырья. Для определения плотности запаса надземных частей некрупных травянистых и кустарничковых растений (листья ландыша, листья и побеги брусники и т. д.) применяют *метод учетных площадок.* При оценке урожайности подземных органов или при изучении крупных растений (деревья и кустарники) используют *метод модельных экземпляров.* Для низкорослых травянистых растений в некоторых случаях возможно оценить урожайность *по их проективному покрытию.*

Метод учетных площадок заключается в закладке серии учетных площадок внутри зарослi. Если изучаемый вид распределен по площади достаточно равномерно, учетные площадки закладывают в регулярном порядке на определенном расстоянии одна от другой так, чтобы по возможности охватить всю площадь зарослi. Нельзя располагать учетные площадки субъективно, выбирая для них «наиболее типичные места». В том случае, когда вид на участке представлен отдельными пятнами или куртинами, учетные площадки закладывают только в их пределах, определяют площадь, занимаемую пятнами, принимая ее при расчете запаса за площадь зарослi.

Размер учетных площадок определяется величиной взрослых экземпляров изучаемого вида. Оптимальным считается такой размер площадки, при котором на ней размещается не менее пяти взрослых экземпляров растений. Для травянистых видов и кустарничков площадь учетных площадок обычно составляет от 0,25 до 4 $м^2$. По форме площадки могут быть квадратными, круглыми или прямоугольными.

Точность определения запаса сырья зависит от нескольких факторов. Она тем выше, чем больше закладывается учетных площадок. Для получения более достоверных сведений о плотности запаса сырья лучше закла-

Электронный архив УГЛТУ

дывать большее число мелких площадок. Количество заложенных площадок считается достаточным, если относительная ошибка среднего арифметического составляет не более 15%. В большинстве случаев для определения урожайности растений травяно-кустарничкового яруса лесных сообществ достаточно заложить 25 площадок площадью 1 м^2. Ориентировочные данные о необходимом числе учетных площадок можно получить на основании разницы между минимальной и максимальной массой сырья, собранного с одной площадки. Если разница между этими показателями составляет свыше 15 раз, то необходимо заложить дополнительное число учетных площадок. В зависимости от распределения вида по площади и его обилия число учетных площадок для достижения заданной точности определения варьируется. Чем равномернее вид распределен и больше его обилие, тем меньшее число учетных площадок следует закладывать.

Перед сбором сырья на каждой заложенной площадке определяют процент проективного покрытия вида и/или подсчитывают число экземпляров. В зависимости от целей исследования, т. е. определения эксплуатационного или биологического запаса, подсчитывают либо только взрослые особи (товарные экземпляры), либо учитывают все экземпляры, включая всходы, ювенильные и поврежденные растения. Собранное с каждой площадки сырье взвешивают с точностью до 5%, получая, таким образом, данные о сырой массе. Затем сырье высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают. Результаты определения плотности запаса (урожайности) сырья могут быть представлены в расчете на сырую или сухую массу и выражены в виде среднего арифметического со среднеквадратичной ошибкой. Формулы для расчетов приведены в главе 4.

При определении урожайности ягод проводят подсчет числа ягод на каждой заложенной учетной площадке. Затем со всей заросли собирают средний образец ягод (не менее 1000 шт.), взвешивают их по 100 шт. в десятикратной повторности и определяют среднюю массу 1 ягоды. Урожайность ягод (например, в г/м^2) вычисляют умножением среднего числа ягод на единице площади (м^2) на среднюю массу (г) 1 ягоды.

Метод модельных экземпляров используют:

1) когда у изучаемого растения можно легко определить границы экземпляра или побега (например, у видов пижмы, зверобоя, шиповника и пр.);

2) для оценки урожайности подземных органов (например, алтей, безвременник, кровохлебка и др.);

3) когда объектом исследования являются крупные деревья и кустарники (рябина, малина и др.).

При оценке плотности запаса сырья *методом модельных экземпляров* необходимо установить численность товарных экземпляров или побегов на единицу площади и среднюю массу сырья одного экземпляра (побега). Оценку этих показателей проводят с точностью до 10%. Побег в качестве счетной единицы используют в случаях, когда границы отдельных эк-

Электронный архив УГЛТУ

земпляров невозможно четко определить или когда сбор сырья с одного экземпляра затруднен (например, шиповник, рябина, липа и пр.).

Определение численности товарных экземпляров проводят на учетных площадках, принципы закладки которых описаны выше. При обильной встречаемости и относительно равномерном распределении вида обычно достаточно заложить 15 - 20 площадок, при меньшем обилии и неравномерном распределении число площадок возрастает до 30 - 50 шт. Если численность растений невелика, т. е. на 1 $м^2$ площади отсутствует даже один экземпляр, то подсчет лучше проводить *на трансектах*, заложенных вдоль маршрутных ходов в полосе шириной 1 - 2 м. Возможно использование тех же маршрутных ходов, что и для определения площади заросли (см. выше). Трансекты разбиваются на отрезки, на которых подсчитывается численность товарных экземпляров. Отрезки должны иметь тем большие размеры, чем реже встречается изучаемый вид. Обычно достаточно 250 отрезков. Исходя из данных о численности товарных экземпляров на каждой учетной площадке проводят расчет средней численности экземпляров на единицу площади заросли.

Для определения сырьевой массы изучаемого растения на учетных площадках или трансектах отбирают каждый второй, третий или пятый модельный экземпляр (побег). Такой способ отбора является наиболее объективным, так как в этом случае проводят отбор товарных экземпляров без выбора «типичных». Число модельных экземпляров зависит от степени их варьирования. При определении массы подземных органов или соцветий бывает достаточно 40 - 60 модельных экземпляров; для вегетативных органов — до 100 и более. У каждого модельного экземпляра взвешивают сырьевую фитомассу, затем рассчитывают среднее значение этого показателя. Проводить взвешивание всех модельных экземпляров вместе и вычислять среднюю фитомассу модельного экземпляра путем деления общей массы на число экземпляров недопустимо, так как этот метод исключает возможность статистической обработки полученных данных.

Плотность запаса сырья (урожайность) рассчитывают умножением средней численности товарных экземпляров на единице площади на среднюю массу сырья модельного экземпляра.

Метод проективного покрытия используется для определения урожайности низкорослых травянистых растений (например, чабрец, мать-и-мачеха и др.), а также стелющихся форм (толокнянка, плаун и др.). С этой целью оценивают среднее проективное покрытие вида в пределах заросли и выход массы сырья с 1% проективного покрытия, так называемую «цену» 1% проективного покрытия. Проективное покрытие определяют квадрат-сеткой или глазомерно. Первый способ более трудоемкий, но дает более точные результаты. Квадрат-сетка представляет собой рамку площадью 1 $м^2$, разделенную проволокой или леской на 100 квадратов, т. е. каждый квадрат составляет 1 % площади. Рамку накладывают на растения

Электронный архив УГЛТУ

и подсчитывают, сколько квадратов полностью или более чем наполовину закрыто надземными частями изучаемого вида. Для определения «цены» 1% проективного покрытия на каждой площадке срезают и взвешивают сырье с 1 дм^2. Плотность запаса (урожайность) сырья равна произведению средней величины проективного покрытия заросли на среднюю «цену» 1% проективного покрытия.

Глазомерный метод определения проективного покрытия является более простым, но менее точным и доступен только опытным, натренированным исследователям. Оценивают проективное покрытие на каждой площадке, глядя на нее сверху и подсчитывая, какую часть площадки займут надземные части исследуемого растения, если они будут плотно примыкать друг к другу. Тренировку глазомера можно проводить при работе с квадрат-сеткой или сеточкой Раменского.

После сбора фактического материала по соотношению проективного покрытия и урожайности сырья в разных растительных сообществах и разных экологических условиях возможно его обобщение с использованием регрессионного анализа для составления расчетных таблиц с целью прогнозирования запасов растительного сырья в дальнейшем.

3.2. Метод изучения запасов растительного сырья на ключевых участках

Ключевой участок — это площадь, служащая эталоном данного типа угодий по сырьевым запасам конкретного вида (Буданцев, Харитонова, 1999). Метод ключевых участков следует применять лишь для определения ресурсов видов, имеющих четкую приуроченность к каким-либо элементам рельефа, определенным типам угодий, типам леса и/или болот, границы которых показаны на картах, а также господствующих или встречающихся со значительным обилием. Методом ключевых участков можно определять запасы таких видов, как аир болотный, толокнянка обыкновенная, черника, брусника и др.

Ключевые участки закладывают, используя лесоустроительные или землеустроительные материалы, либо по картам (геоботаническим, топографическим и др.).

Число таких участков должно быть достаточным для получения репрезентативных данных о характере размещения и урожайности расположенных на ключевых участках зарослей. Обычно площадь ключевого участка составляет от одного до нескольких квадратных километров и зависит от неоднородности растительного покрова. Чем выше неоднородность растительного покрова, тем большую площадь должен занимать ключевой участок. Ключевыми участками должно быть охвачено не менее

Электронный архив УГЛТУ

10 % площади потенциально продуктивных угодий, на которых вид может образовывать промысловые массивы.

На ключевых участках, однородных по растительному покрову и с равномерным распределением экземпляров по площади, определение численности (проективного покрытия) и урожайности проводят на трансектах (методика закладки трансект описана выше). Затем рассчитывают среднюю урожайность сырья на каждом ключевом участке с указанием типа угодья, для которого она характерна. После этого по типам угодий рассчитывают среднюю урожайность сырья.

Если растения размещены по площади участка неравномерно, то по маршрутным ходам определяют средний процент площади, занятой растениями (или их группами) в пределах ключевого участка, затем рассчитывают средний процент площади, занятой зарослями, и определяют урожайность изучаемого вида в зарослях в пределах каждого ключевого участка. После этого вычисляют среднюю урожайность для всех зарослей на всех ключевых участках.

Полученные первым или вторым способом данные о плотности запаса сырья экстраполируют на площадь потенциально продуктивных угодий, которую определяют по картографическим материалам с помощью палетки. Когда в качестве ключевых участков используют выделы типов леса с определенным составом, возрастом, полнотой и бонитетом древостоя, то сведения об общих площадях этих выделов можно взять из материалов лесоустройства.

3.3. Расчет объемов возможных ежегодных заготовок

При определении запасов сырья следует различать биологический и эксплуатационный (промысловый) запасы. *Биологический запас* рассчитывается по верхнему пределу урожайности:

$$B = S \times (Y + 2m),$$

где B – биологический запас, кг;

S – площадь заросли, га;

Y – средняя урожайность сырья, кг/га;

m – ошибка среднего арифметического.

Эксплуатационный запас рассчитывается умножением площади заросли на нижний предел величины урожайности $(Y – 2m)$. Для дикорастущих ягод эксплуатационный запас составляет, как правило, 50% от биологического (Черкасов, 1979). Эксплуатационный запас показывает количество экономически доступной сырьевой продукции на площади участка

Электронный архив УГЛТУ

заготовки, которое можно заготовить при однократной эксплуатации зарос-ли. Однако ежегодная заготовка на одной и той же заросли возможна только в тех случаях, когда используются плоды. Во всех остальных случаях с целью рационального использования и охраны природных ресурсов необходимо рассчитывать объемы возможных ежегодных заготовок. Для этого необходимо знать, за какой период времени происходит восстановление первоначальных параметров заросли. К настоящему времени приблизительно для 30 видов лекарственных растений имеются экспериментальные данные о сроках восстановления их запасов, для остальных видов можно лишь указать приблизительную периодичность заготовок. Рекомендуемая ориентировочная периодичность заготовок для соцветий и надземных органов однолетников составляет один раз в 2 года, многолетников — один раз в 4 - 6 лет, а для подземных органов — один раз в 15 - 20 лет (Буданцев, Харитонова, 1999).

Объем возможной ежегодной заготовки сырья ($V_{\text{вез}}$) рассчитывается как частное от деления эксплуатационного запаса сырья на оборот заготовки, включающий год заготовки и продолжительность периода восстановления заросли:

$$V_{вез} = \frac{E}{t_{загот.} + t_{восст.}},$$

где E – эксплуатационный запас, кг;

$t_{загот.}$ – год заготовки;

$t_{восст.}$ – продолжительность периода восстановления, лет.

Для объективного планирования объемов заготовок ягод часто рассчитывают доступный для освоения запас ягод. Доступный для сбора запас (урожай) ягод вычисляют в процентах от эксплуатационного, при этом доступность территории (%) определяется исходя из местных условий (населенность района исследования, заболоченность территории, наличие транспортных путей и т. д.) (Методы изучения …, 2002).

Электронный архив УГЛТУ

Глава 4
МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Исследование характеристик генеративной деятельности растений является одним из важных вопросов при изучении состояния их популяций, прогноза динамики и устойчивости лесных экосистем в целом в разных экологических условиях.

Семенное размножение растений в лесных сообществах контролируется большим числом взаимосвязанных факторов, которые условно можно подразделить на две группы: абиотические и биологические. К числу наиболее важных абиотических факторов относятся метеорологические, эдафические, давность нарушения растительного сообщества, тип и интенсивность современных антропогенных воздействий. Из биологических факторов следует, прежде всего, выделить морфологические, анатомические, физиологические особенности семян, их гетерогенность, а также приспособления к диссеминации. Большое значение имеют параметры популяций видов, прежде всего возрастная и виталитетная структура, а также *генеративность популяции* — доля генеративных особей от их общего числа.

Для изучения семенного возобновления в фитоценозе обычно ограничиваются учетом производимых видом семян (Левина, 1981). При этом используется два основных показателя: *средняя семенная продуктивность* – среднее число семян в расчете на одну счетную единицу (особь, парциальный куст, репродуктивный побег) и *общая семенная продуктивность* – число семян, продуцируемых растениями определенного вида, на единицу площади. Последняя характеристика зависит от доли генеративных особей в популяции и их средней семенной продуктивности. Оба показателя существенно варьируются по годам в соответствии с погодными условиями и естественными генеративными циклами. Поэтому достаточно точные данные о семенной продуктивности вида можно получить лишь при многолетних наблюдениях на постоянных пробных площадях (для древесных растений и кустарников) и постоянных учетных площадках (для растений нижних ярусов сообществ) или на основе использования специальных методик, позволяющих оценить средние многолетние величины продукции семян.

Электронный архив УГЛТУ

Для более углубленного изучения вопросов семенной продуктивности обязательными показателями являются *потенциальная семенная продуктивность,* под которой понимают число семязачатков на особь или генеративный побег, и *реальная семенная продуктивность* — число спелых неповрежденных семян на особь или генеративный побег. Следует помнить, что семенам дикорастущих видов присуща высокая степень *гетерогенности (неоднородности) семян,* под которой понимают любые различия семян одного и того же вида (Левина, 1981). Более подробные сведения о репродуктивной биологии растений можно получить из специальных работ, посвященных различным аспектам семенного размножения растений (Левина, 1981; Злобин, 1989, 2000; Николаева и др., 1999). Методические подходы к изучению семенного размножения отражены в публикациях Т.А. Работнова (1960), Р.Е. Левиной (1960), И.Г. Строна (1962), И.В. Вайнагия (1974) и др.

Изучение семеношения основных лесообразующих видов хвойных древесных растений. Существует целый ряд методик, позволяющих оценить величину продукции семян хвойных древесных растений в изучаемых лесных сообществах. Подробная методическая сводка по изучению семенной продуктивности древесных растений представлена в работе А.А. Корчагина (1960). Различные методы изучения семеношения хвойных описаны в работах Р. Сарваса (Sarvas, 1962), П.Л. Горчаковского (1958), М.Г. Романовского (1976), В.В. Горшкова, Н.И. Ставровой (1999). Чаще всего используются различные модификации четырех основных методов.

Метод модельных деревьев (глазомерно-статистический). Различные варианты этого метода были предложены и изучались еще в конце XIX - начале XX веков. Один из наиболее известных вариантов состоит в следующем. В пределах каждой пробной площади предварительно производится глазомерная оценка обилия семеношения (числа женских шишек) каждого дерева по 4 - 6-балльной шкале. Затем для каждого выделенного класса обилия берут модельные деревья, на которых пересчитывают все имеющиеся шишки и устанавливают среднее число шишек на дереве каждого класса обилия. Эти величины умножают на число деревьев, относящихся к соответствующему классу, и складывают. Полученное значение общего числа шишек на всех деревьях в пределах пробной площади позволяет рассчитать продукцию шишек на единицу площади сообщества. Отбор модельных деревьев можно проводить не только по классам обилия семеношения, но и по классам Крафта, по ступеням толщины или на основе определения параметров «среднего дерева» в древостое. Как показали выполненные методические исследования, удовлетворительная точность при использовании этого метода достигается только при выделении большого числа классов (до 10) и отбора 3-5 моделей для каждого класса. Таким образом, применение этого метода является весьма трудоемким и требует рубки значительного числа деревьев.

Электронный архив УГЛТУ

Метод модельных ветвей (морфологический). Теория и первые варианты применения этого метода были разработаны еще в начале XX века Н. С. Нестеровым (1914). При использовании этого метода могут решаться три задачи: 1) оценка относительных размеров семеношения текущего года, 2) прогноз семеношения в будущем году, 3) определение относительной величины семеношения за несколько прошедших лет по следам опавших плодов или шишек. Для определения величины семеношения за прошлые годы методом модельных ветвей на основе более поздних исследований были сформулированы следующие рекомендации для получения достаточно точных данных об *относительной величине продукции шишек.* Отбор ветвей проводят с 15–20 модельных деревьев (выбор которых проводится на основе одного из описанных выше принципов) из двух соседних мутовок (у взрослых деревьев – чаще из 8-й–10-й) женского (верхнего) генеративного яруса. Из каждой мутовки берут 4–5 ветвей, т. е. всего 8–10 ветвей с одного дерева. Затем проводят измерение длины модельных ветвей и пересчет всех имеющихся двухлетних шишек и (или) шишек прошлых лет и следов опавших шишек, а также числа учтенных побегов разных лет (1-, 2-, 3-летних и т. д.). Полученные данные позволяют рассчитать некоторые *относительные показатели:* среднее число шишек на 1 м длины ветви или на 1 м длины побегов данного года, среднее число шишек за каждый учтенный год, долю побегов данного года, несущих шишки.

Примерную абсолютную величину продукции шишек сосны (в молодых древостоях) Т.П. Некрасова рекомендует определять следующим образом: из каждой мутовки каждого модельного дерева берут одну скелетную ветвь, с нее в свою очередь берут одну ветвь второго порядка, на которой и проводят учет всех шишек и следов от опавших шишек по годам. Зная число скелетных ветвей в каждой мутовке и число ветвей второго порядка на скелетной ветви, можно вычислить общее количество шишек каждого года на каждой скелетной ветви, на каждом модельном дереве и на всей пробной площади. Такое определение продукции шишек и семян, безусловно, очень трудоемко.

Метод семеномеров. Используется только при стационарных исследованиях. Впервые был предложен в конце XIX века М.М. Орловым. Семеномеры могут быть сделаны в виде ящиков, закрытых сверху сеткой, или воронок прямоугольной или округлой формы. Площадь семеномера может составлять от 0,25 до 4 м^2. Чаще используют семеномеры площадью 0,25–1м^2. Семеномеры располагают на земле или на небольших столбиках. Как показали специально выполненные исследования, на пробной площади размером 0,25 га следует использовать от 25 до 50 семеномеров размером 0,25 м^2 или 15 - 25 семеномеров размером 0,5 м^2, которые располагают в регулярном порядке по одному или группами по 4-5 штук. Ошибка определения продукции семян при использовании 50 семеномеров составляет ±15%. Семеномеры устанавливают до начала опадения семян; в после-

Электронный архив УГЛТУ

дующий период учет семян проводят каждые 3-7 дней до окончания их выпадения. Величина продукции семян определяется по формуле

$$P = S_{PP} \times N_S / S_{SM} \times N_{SM},$$

где P – величина продукции семян на единицу площади сообщества;
S_{PP} – размер пробной площади;
N_S – общее число учтенных семян;
S_{SM} – площадь поверхности одного семеномера (в тех же единицах, что и S_{PP});
N_{SM} – число семеномеров.

Метод учета опавших шишек. Предложен известным финским ученым Р. Сарвасом (Sarvas, 1962). Впоследствии применялся рядом исследователей в хвойных лесах разных географических регионов (Горшков, Ставрова, 1999). *Именно этот метод рекомендуется использовать при проведении комплексных исследований структуры и динамики лесных сообществ на сериях постоянных пробных площадей.* Метод обладает относительно невысокой трудоемкостью и позволяет одновременно с измерением характеристик полога подроста на учетных площадках получить данные о среднем многолетнем количестве семян, поступающем ежегодно на единицу площади в пределах изучаемого сообщества. Учет числа опавших шишек проводят на каждой площадке размером 1×1 м. Подсчитывают все неразложившиеся шишки (с чешуями, не отделяющимися от стержня), находящиеся на поверхности и внутри толщи мохово-лишайникового покрова, а также на поверхности и в верхней части горизонта лесной подстилки. Выявление шишек, скрытых в толще мохово-лишайникового покрова и подстилки, проводят прощупыванием вручную. Установленная величина средней плотности опавших шишек позволяет оценить продукцию семян хвойных в пределах сообщества. Она определяется из уравнения

$$D_s = D_c \times (N_{sc}/T_{cd}),$$

где D_s – среднегодовая продукция семян на единицу площади;
D_c – среднее число опавших шишек на единицу площади;
N_{sc} – среднее число семян в шишке;
T_{cd} – время разложения шишки после опадения.

Для определения среднегодовой продукции семян на единицу площади лесного сообщества необходимо дополнительно определить две величины: среднее число семян в шишке и среднее время ее разложения в условиях района исследований. На основе многолетних экспериментальных исследований Р. Сарвасом (Sarvas, 1962) было установлено, что для сосны обыкновенной величина переходного коэффициента (N_{sc}/T_{cd}) в западном секторе европейской тайги изменяется от 1,0–1,1 в северной подзоне до 1,6–1,7 – в южной. Среднее число семян в шишке сосны в условиях европейской тайги составляет 20 (17–26), следовательно, среднее время разложения шишки изменяется от 20 лет в условиях северной тайги до 12 лет – в южной (Методы изучения …, 2002).

Электронный архив УГЛТУ

Глава 5
МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ

В последние годы при проведении экологического мониторинга стали широко использовать популяционный подход, который заключается в изучении ценопопуляций отдельных видов растений, слагающих растительное сообщество. Ценопопуляционный анализ позволяет наиболее полно выявить специфичность реагирования растений на различные экологические факторы как на уровне отдельных особей, так и на уровне популяций.

Ценопопуляция (ЦП) – это совокупность особей одного вида в пределах однородного экотопа. В связи с тем, что однородный экотоп занят одним фитоценозом, границы ценопопуляции совпадают с границами фитоценоза.

В ценопопуляционных исследованиях используется много признаков, характеризующих ценопопуляцию. Наиболее важными и реактивными из них являются *плотность* — количество особей на единице площади и *гетерогенность,* т. е. наличие в составе ценопопуляции особей, различающихся по возрасту и жизненности (виталитету) (Ценопопуляции ..., 1988). Именно эти признаки наиболее полно отражают связь ценопопуляции растений с экологическими факторами. Для оценки их варьирования в пределах контуров ценопопуляции используют комплексно-статистический подход (Рысин, Казанцева, 1975).

Для определения общего проективного покрытия вида, числа особей на единице площади, продуктивности, возрастного и виталитетного состава особей ценопопуляции используют *метод учетных площадок.* Размер площадок зависит от размеров взрослых особей исследуемого вида и должен быть не меньше суммарной площади трех минимальных фитогенных полей взрослой особи. Размер фитогенного поля особи можно установить по наибольшей проекции ее надземных или подземных частей. Обычно при изучении ценопопуляции закладывают не менее 30 - 50 учетных площадок.

Выбор счетной единицы. Изучение ценопопуляции растений требует анализа образующих их особей, и для растений ряда биоморф очень важен вопрос выбора счетной единицы. Этот вопрос относительно легко решается, если особи растений генеративного происхождения, т. е. формируются из семян, и четко отграничены друг от друга. У растений, возникающих в процессе вегетативного размножения, за особь принимается сис-

Электронный архив УГЛТУ

тема парциальных кустов, связанных между собой подземными органами. В таких случаях за счетную единицу принимают отдельный парциальный куст (Злобин, 1961; Смирнова, 1976). Существует немалое число видов, у которых первичная особь со временем распадается на вторичные особи. Учет численности этих видов проводят двумя способами:

1) учитывают только первичные особи,

2) считают каждую особь, в том числе вторичную.

Количественные признаки особей. Любая особь растений характеризуется определенным набором качественных и количественных признаков, которые выступают в качестве параметров ее морфологического статуса. Количественные признаки используют при исследовании онтогенетических адаптаций, при оценке жизненного состояния и построении виталитетных спектров.

Количественные признаки, называемые морфометрическими параметрами (показателями), разделяются на 2 группы: статические и динамические (табл. 5.1). Первые характеризуют особи растений в определенный момент времени, тогда как вторые оценивают темпы роста и формирования особей и их отдельных частей за определенный промежуток времени. Статические показатели несут информацию о состоянии растений в данный момент времени, они характеризуют прошлые уровни активности растений, а следовательно, и условия их существования. Ценность динамических показателей состоит в том, что они в большей степени, чем статические параметры, отражают жизненность растений.

Таблица 5.1

Некоторые наиболее распространенные морфометрические параметры особей

Статические параметры	Условные обозначения	Динамические параметры	Условные обозначения
Общая фитомасса растения	W	Абсолютная скорость роста	AGR
Фитомасса листьев, репродуктивных органов, корней, стеблей и т. д.	W_L (W_G, W_{Rd}, W_s)	Абсолютная скорость формирования поверхности листьев	AGR_A
Фитомасса отдельного листа (плода, семени)	W_L (W_{Fr}, W_{Sm})	Относительная скорость роста	RGR
Площадь листьев (одного листа)	$A(a_L)$	Относительная скорость формирования поверхности листа	RGR_A
Число листьев (цветков, плодов, соцветий, боковых ветвей)	$N(N_{Fl}, N_{Fr}, N_IB)$	Продолжительность формирования листьев	LAD
Высота растения	h	Продолжительность существования фитомассы	BMD
Диаметр стебля	d	—	—

Электронный архив УГЛТУ

Варьирование размеров особей и их отдельных структурных частей оценивается с помощью коэффициента вариации.

Критерии выделения возрастных состояний особей. *Возрастное состояние* – это совокупность возрастных признаков, характеризующих этап онтогенетического развития особи. *Онтогенез особи* – это генетически обусловленная последовательность всех этапов ее развития, от возникновения до старения и отмирания. Полный онтогенез растений подразделяется на 4 периода и 11 возрастных состояний (табл. 5.2). При выделении возрастных состояний растений использована система А.А. Уранова (1973).

Таблица 5.2

Периодизация онтогенеза цветковых растений

Период	Возрастное состояние растений	Индексы
Латентный	Семена	sm
Прегенеративный (виргинильный)	Проростки (всходы)	pl
	Ювенильные	j
	Имматурные	im
	Виргинильные	v
Генеративный	Молодые генеративные	g_1
	Зрелые (средние) генеративные	g_2
	Старые генеративные	g_3
Постгенеративный (сенильный)	Субсенильные	ss
	Сенильные	s
	Отмирающие	sc

Отнесение растений к тому или иному возрастному состоянию проводят на основании комплекса таких признаков, как способ питания, наличие зародышевых, ювенильных или взрослых структур и их количественные соотношения у особи, способность к семенному или вегетативному размножению, соотношение и интенсивность этих процессов, соотношение процессов новообразования и отмирания у особи, степень сформированности у особи основных признаков биоморфы (табл. 5.3).

В зависимости от характера жизненной формы качественные признаки возрастных состояний имеют специфическое морфологическое выражение, поэтому для характеристики возрастных состояний могут быть использованы также морфометрические показатели (см. табл. 5.1), дающие количественную характеристику ряда морфологических, анатомических, экологических и физиологических признаков. В отличие от качественных признаков морфометрические показатели на протяжении онтогенеза изменяются непрерывно. Максимальные значения большинства морфометрических показателей, как правило, приходятся на особи, находящиеся в средневозрастном генеративном состоянии (g_2).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 5.3

Наиболее общие качественные признаки возрастных состояний особей (Ценопопуляции..., 1988)

Индекс возрастного состояния	Признак
Pl	Смешанное питание (за счет веществ семени и собственной ассимиляции первых листьев); наличие морфологической связи с семенем (или семядолей); наличие зародышевых структур, семядолей, первичного (зародышевого) корня и побега
J	Простота организации, несформированность признаков и свойств, присущих взрослым растениям. Наличие листьев иной формы и расположения, чем у взрослых особей; иной тип нарастания и ветвления (или отсутствие ветвления побегов); возможно изменение типа корневой системы. Сохранение некоторых зародышевых структур (корня, побега); потеря связи с семенами; как правило, отсутствие семядолей
Im	Наличие свойств и признаков, переходных от ювенильных растений к взрослым: развитие листьев и корневой системы переходного (полувзрослого) типа, появление отдельных взрослых черт в структуре побегов (например, смена типов нарастания, начало ветвления, появление плагиотропных побегов и т.д.). Сохранение отдельных элементов первичного побега.
V	Появление основных черт типичной для вида жизненной формы. Растения имеют характерные для вида взрослые листья, побеги и корневую систему. Генеративные органы отсутствуют.
g_1	Появление генеративных органов. Преобладание процессов новообразования над отмиранием, проявляющееся в разных формах. В некоторых случаях (полурозеточные формы и др.) окончательное формирование взрослых структур.
g_2	Уравновешивание процессов новообразования и отмирания. Максимальный ежегодный прирост фитомассы, максимальная семенная продуктивность.
g_3	Преобладание процессов отмирания над процессами новообразования; резкое снижение генеративной функции, ослабление процессов корне- и побегообразования. В некоторых случаях упрощение жизненной формы, выражающееся, в частности, в потере способности к образованию побегов разрастания.
Ss	Полное отсутствие плодоношения. Резкое преобладание процессов отмирания над процессами новообразования. Возможно упрощение жизненной формы, проявляющееся в смене способа разрастания или потере способности к ветвлению, вторичное появление листьев переходного (имматурного) типа.
S	Накопление отмерших (прекративших рост) частей растения. Предельное упрощение жизненной формы, вторичное появление некоторых ювенильных черт организации (форма листьев, характер побегов и др.). В некоторых случаях полное отсутствие почек возобновления и других новообразований.

Электронный архив УГЛТУ

Кроме возрастного состояния каждая особь ценопопуляции также может быть охарактеризована *календарным* или *абсолютным возрастом,* т. е. отрезком времени с момента возникновения растения до момента наблюдения. Однако определение календарного возраста связано с некоторыми трудностями и не всегда возможно, например, для большинства травянистых растений. Для определения календарного возраста деревьев, кустарников и кустарничков разработаны специальные анатомические и морфологические методы.

В каждом возрастном состоянии растение пребывает в течение определенного отрезка времени, при этом в пределах ценопопуляции возможно существование особей разного календарного возраста и одинакового возрастного состояния и наоборот. Сопоставление календарного возраста особей и их возрастного состояния дает возможность установить темпы развития особей, т. е. период пребывания особи в одном возрастном состоянии и время прохождения жизненного цикла в целом, что представляет особый интерес при экологических исследованиях. Однако для ценопопуляционных исследований определение возрастного состояния растений имеет большее значение, чем установление календарного возраста, так как позволяет провести сравнительную оценку роли в сообществе особей как одного, так и разных видов.

Возрастной состав ценопопуляции. Распределение особей в ценопопуляции (ЦП) по возрастным состояниям называется *возрастным спектром,* или *спектром возрастных состояний.* Спектр может быть выражен в абсолютных числах или процентах от общего числа особей и представлен в виде таблицы, гистограммы или графика.

По соотношению разных возрастных групп растений различают 3 типа ценопопуляции (инвазионную, нормальную и регрессивную), которые характеризуют позицию и жизненность вида в среде исследуемого фитоценоза.

Инвазионная ЦП — это ценопопуляция, не способная к самоподдержанию и зависимая от заноса зачатков извне. Такая ценопопуляция состоит преимущественно из молодых (виргинильных) особей: 1) только из семян, занесенных извне; 2) из семян и проростков; 3) из семян, проростков, имматурных и виргинильных растений. Гистограмма возрастного спектра таких популяций обычно имеет левостороннюю асимметрию.

Нормальная ЦП способна к самоподдержанию семенным или вегетативным путем либо тем и другим одновременно. В возрастном спектре таких ЦП содержатся особи всех возрастных состояний *(ЦП нормальная, полночленная)* или особи какого-либо возрастного состояния отсутствуют *(ЦП нормальная, неполночленная).* Неполночленность ЦП может быть следствием влияния экзогенных (внешних по отношению к ЦП) и эндогенных (биологических свойств вида) факторов.

Электронный архив УГЛТУ

Регрессивная ЦП имеет повышенную долю субсенильных и сенильных растений при почти полном отсутствии виргинильных особей и не способна к самоподдержанию. Такие ЦП недолговечны и со временем полностью выпадают из сообщества. В гистограммах возрастных спектров таких популяций отмечается правосторонняя асимметрия.

Различные стрессовые воздействия (например, атмосферное промышленное загрязнение) на ценопопуляции вполне четко проявляются в характере возрастных спектров. Они становятся неполночленными и/или правосторонними.

Анализ численности особей различного возрастного состояния позволяет определить *индекс возрастности (коэффициент возрастности)* ценопопуляции, который рассчитывается по формуле

$$\Delta I = \frac{\sum k_i m_i}{M},$$

где M – численность всей популяции,

m_i – численность конкретной возрастной группы,

k_i – коэффициент возрастности конкретной возрастной группы:

k_p = 0,0067, k_j =0,018, k_{im} = 0,0474, k_v = 0,1192,

k_{g1} =0,27, $k_{g1\text{-}2}$ = 0,38, k_{g2} = 0,5, $k_{i2\text{-}3}$ = 0,62,

k_{g3} = 0,731, k_{ss} = 0,8808, k_s = 0,9819.

Показатель индекса возрастности изменяется от 0 до 1, при этом, чем выше его значение, тем старее ценопопуляция (Жукова и др., 1994). Распределение особей ценопопуляции по календарному возрасту называется *возрастной структурой* и так же, как возрастной спектр, может быть выражено в абсолютных числах или процентах от общего числа особей и представлено в виде таблицы, гистограммы или графика.

Оценка жизненности особей. Виталитетная структура ценопопуляции. В результате изучения онтогенеза различных видов установлено, что особи одного и того же возрастного состояния могут находиться на разных уровнях жизненности. Существуют различные способы оценки жизненного состояния особей, основанные на количественных признаках, реже используются качественные признаки. Для наиболее информативных признаков состояния особей характерно наличие высоких значений коэффициентов корреляции между функционально значимыми параметрами. Для выявления таких признаков выборка должна быть репрезентативной и включать в себя особи, находящиеся в одном и том же возрастном состоянии.

Чаще всего для ценопопуляции нормального типа проводят отбор особей средневозрастного генеративного состояния (g_2). При первичном изучении вида следует использовать не менее 10 статических и динамических параметров. Значения морфометрических, ростовых и продукционных параметров каждой отдельной особи заносят в матрицы исходных данных. С использованием пакета статистических программ вычисляют

Электронный архив УГЛТУ

матрицу коэффициентов корреляции, в которой отмечаются значимые коэффициенты корреляции. Согласно величине коэффициентов корреляции ранжируют признаки по их информативности и выделяют наиболее значимые (ключевые), которые используют для оценки виталитета ценопопуляции в целом. На основе полученных данных строят корреляционные плеяды. Набор ключевых признаков, используемых для оценки виталитета особи, различен для разных видов и разных экологических ситуаций, но наиболее часто используются фитомасса и площадь листовой поверхности.

Оценку виталитета ценопопуляции можно проводить одномерным и многомерным способами, когда ранжирование особей осуществляют по одному или нескольким признакам.

Для определения виталитета ценопопуляции используют выборки из 25–50 результатов измерений растений, ранжированных от минимального к максимальному значению. Простое расчленение ранжированного ряда на три равных интервала недопустимо, так как ряды распределения часто бывают асимметричными. Особи группируют по трем классам виталитета: *A* – высший, *B* – промежуточный и *C* – низший. При отнесении особей к тому или иному классу виталитета используют формулу

$$x \pm S_x \times t,$$

где x – среднее арифметическое;

S_x – стандартная ошибка;

t – стандартное значение критерия Стьюдента при $p = 0{,}05$.

Находят a – число особей, которые попадают в интервал более $x+S_x \times t$ (высший класс виталитета), b – в интервал $x \pm S_x \times t$ (промежуточный), c – в интервал $x–S_x \times t$ (низший). Следует отметить, что более корректно вычисление среднего арифметического по общей совокупности всех выборок всех изучаемых ценопопуляций. Исходя из значений классов виталитета рассчитывают индекс жизненности:

$$Q = (a+b) / 2.$$

По соотношению встречаемости в ценопопуляции особей разных классов виталитета оценивают уровень ее жизнеспособности в конкретных условиях обитания. Обычно результаты представляют в виде гистограммы: по оси абсцисс откладывают классы виталитета, а по оси ординат — относительные частоты встречаемости каждого класса. Затем оценивают симметричность виталитетных (размерных) спектров: спектр с правосторонней (положительной) асимметрией $((a+b)/2<c)$ является признаком деградирующей ценопопуляции, симметричный спектр $((a+b)/2=c)$ соответствует равновесной, а спектр с левосторонней (отрицательной) асимметрией $((a+b)/2> c)$ — процветающей ценопопуляции соответственно (рис. 5.1).

Электронный архив УГЛТУ

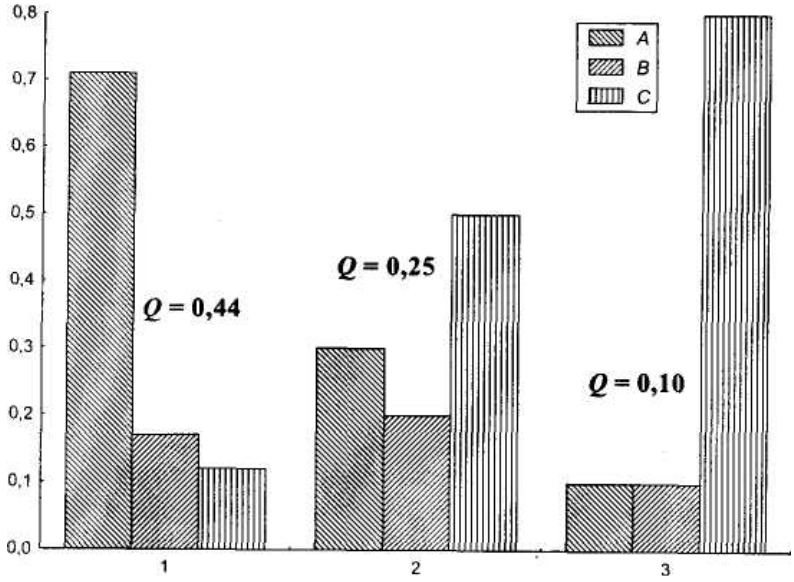


Рис. 5.1. Виталитетный спектр ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* L. в сосняках лишайниково-кустарничковых, расположенных на различном расстоянии от комбината «Североникель» (Кольский п-ов). Ключевой признак — высота парциального куста. По горизонтали — классы виталитета: А — высший; *В* — промежуточный; С — низший. По вертикали — частота встречаемости класса

Пространственная структура ценопопуляции. Типы размещения особей по площади обычно подразделяют на три группы: случайное, регулярное и контагиозное (пятнистое, групповое) размещение (рис. 5.2). Существует два методических подхода к анализу распределения особей в пределах ценопопуляции: 1) без учета положения площадки в пространстве; 2) с учетом положения площадки в пространстве (Василевич, 1972). Первый подход является наиболее распространенным вариантом анализа пространственной структуры ценопопуляции. В этом случае полученное эмпирическое распределение какого-либо показателя сравнивают с определенным теоретическим распределением (Пуассона, биноминальным (биномиальным), нормальным и др.).

Для анализа размещения особей по площади в ценопопуляциях с высокой плотностью особей наиболее часто проводят сравнение с нормальным или биномиальным распределением. Определение меры диссонанса является более общим тестом при анализе пространственной структуры ценопопуляций. Мера диссонанса изменяется от 0 до 1. Чем меньше его величина, тем ближе размещение вида к регулярному (Методы изучения …, 2002).

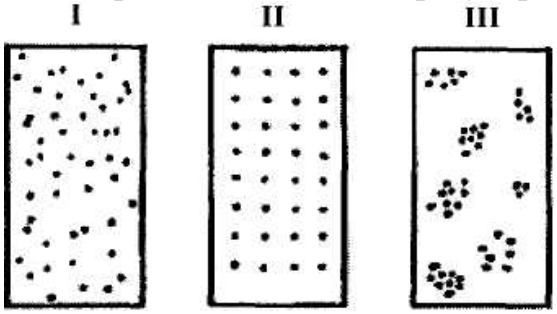


Рис. 5.2. Типы размещения особей по площади (Бигон и др., 1989): I — случайное; II — регулярное; III — контагиозное

Электронный архив УГЛТУ

Глава 6
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Сохранение биологического разнообразия (разнообразие экосистем, а также внутривидовое и межвидовое разнообразие) - один из национальных приоритетов, а после ратификации в 1995 г. Конвенции о биологическом разнообразии, принятой в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, и международных приоритетов экологической политики Российской Федерации. Согласно Конвенции, к основным направлениям работ по сохранению биологического разнообразия относятся мониторинг определенных компонентов биологического разнообразия и создание системы охраняемых районов (Мухин В.А. и др., 2011).

Разнообразие — это одна из фундаментальных характеристик биологических систем. Различают *альфа-, бета-* и *гамма*-разнообразие (Whittaker, 1977). *Альфа*-разнообразие — это показатель сложности видового состава сообщества. Оно может быть измерено числом видов на единицу площади или оценено по соотношению долей участия видов. *Бета*-разнообразие — показатель, измеряющий степень дифференцированности распределения видов по градиентам местообитаний, т. е. скорость изменения видового состава фитоценозов вдоль пространственного или экологического градиента. Мерой оценки бета-разнообразия может служить число установленных синтаксонов одного ранга (ассоциаций, субассоциаций и т. д.). *Гамма*-разнообразие — показатель разнообразия растительности ландшафта, объединяющий *альфа-* и *бета*-разнообразие. Простейшим показателем гамма-разнообразия является конкретная флора (набор видов в пределах одного ландшафта) (Миркин и др., 1989).

Для количественной оценки разнообразия используют большое количество различных показателей, коэффициентов и индексов, отражающих те или иные свойства сообществ (Миркин и др., 1989; Мэгарран, 1992). Наиболее распространенными являются число видов, индекс Шеннона (показатель общего разнообразия), индекс Симпсона (показатель доминирования), индекс Пилу (показатель выровненности). Все названные характеристики существенно зависят от площади, для которой они определены (Грейг-Смит, 1967; Василевич, 1969; Одум, 1975; Баркман, 1989; Мэгарран, 1992), поэтому необходимо всегда указывать, на какой площади оценивали число видов или проводили анализ индексов.

Электронный архив УГЛТУ

Одной из главных характеристик разнообразия является *число видов (плотность видов, видовое богатство) (N)* – это наиболее понятная, непосредственно измеряемая характеристика, не требующая сложных расчетов. Число видов наиболее часто и широко используется при оценке разнообразия как отдельных сообществ, так и для сравнения различных сообществ.

Большинство используемых для оценки разнообразия индексов рассчитывается на основе анализа долей участия видов в растительных сообществах.

6.1. Индексы разнообразия

Индекс Шеннона (H) – энтропия (мера хаотичности) распределения относительных покрытий видов. Этот индекс используется для оценки общего разнообразия, т. е. для сравнения сообществ по числу входящих в них видов и по равномерности распределения долей участия между видами. При этом виды, имеющие незначительную долю участия, оказывают большее влияние на величину индекса, чем доминанты. При одинаковом числе видов максимальная энтропия (и, следовательно, максимальное значение индекса) наблюдается при равенстве долей участия всех видов. С увеличением числа видов значения индекса увеличиваются.

$$H = -\sum_{i=1}^{N} s_i \cdot \ln s_i , \qquad (6.1)$$

где s_i – доля участия i-го вида в формировании общего покрытия яруса,

$s_i = c_i / c_{tot}$;

Здесь c_i – проективное покрытие i-го вида, $c_i = a_i / a_0 \times 100\%$,

где a_i – площадь проекции i-го вида,

a_0 – размер единичной анализируемой площади,

c_{tot} – общее проективное покрытие яруса:

$$c = \sum_{i=1}^{N} c_i , N,$$

где N – общее количество видов на анализируемой площади.

Индекс Пилу (E) — показатель выровненности. Так же, как и индекс Шеннона, он характеризует распределение долей участия видов, но позволяет сравнивать видовое разнообразие сообществ, включающих в себя разное количество видов. Например, величина индекса будет одинакова для сообществ, в которых доли участия распределены поровну между двумя и двадцатью видами. Индекс изменяется от 0 до 1. Его максимальное значение наблюдается при равенстве долей участия всех видов:

$$E = H / H_{max}, \; H_{\max} = \ln N , \qquad (6.2)$$

Электронный архив УГЛТУ

где H – индекс Шеннона, рассчитываемый по формуле (6.1);

N общее число видов на анализируемой площади.

Индекс Симпсона (S) — показатель доминирования. Его применение целесообразно для выявления степени доминирования одного или нескольких видов в сообществе. Наибольшее влияние на величину индекса оказывают виды, имеющие наибольшее относительное покрытие. При заданном числе видов значения индекса будут максимальны в случае доминирования только одного вида и близких к нулю долях участия всех остальных видов:

$$S = \sum^{N} (s_i)^2 . \qquad (6.3)$$

См. обозначения к формуле (6.1).

6.2. Коэффициенты сходства участков растительного покрова

Существует ряд коэффициентов, позволяющих оценить сходство различных участков растительного покрова в пределах конкретного сообщества (или пробной площади). В их число входят коэффициент сходства видового состава Жаккара (J^1), количественный коэффициент Жаккара (J^2), расстояние Евклида (D_e). Расчет этих коэффициентов основан на попарном сравнении всех описаний (площадок). Перечисленные коэффициенты используют для оценки пространственного разнообразия, т. е. для выявления горизонтальной неоднородности яруса в пределах конкретного сообщества (или пробной площади).

Коэффициент сходства видового состава Жаккара (J^1) сравнивает между собой участки растительного покрова по наличию одних и тех же видов без учета их покрытий:

$$J^1 = \frac{N_{A \cup B}}{N_A + N_B - N_{A \cup B}}, \qquad (6.4)$$

где N_{AUB} – число видов, общее для двух сравниваемых описаний (площадок) A и B,

N_A, N_B – число видов соответственно в описаниях A и B.

Количественный коэффициент Жаккара (J^2) и расстояние Евклида (Д) позволяют сравнить между собой участки растительного покрова по видовому составу и проективному покрытию видов:

Электронный архив УГЛТУ

$$J^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} \min[c_{ia}, c_{ib}]}{\sum_{i=1}^{N} (c_{ia} + c_{ih} - \min[c_{ia}, c_{ib}])}, \quad (6.5)$$

$$D_c = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (c_{ia} - c_{ih})^2}, \quad (6.6)$$

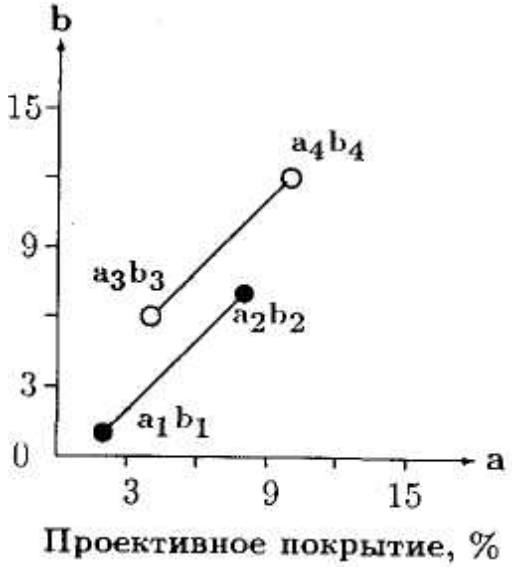
где c_{ia}, c_{ib} – проективные покрытия i-го вида в сравниваемых описаниях a и b.

Поскольку расстояние Евклида D_e, как следует из формулы (6.6), зависит от числа видов, участвующих в формировании покрытия компонента растительного покрова, то используется также нормированное расстояние Евклида D_e^{norm}, величина которого от числа видов не зависит:

$$D_e^{norm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (c_{ia} - c_{ib})^2}{N}}. \quad (6.7)$$

Несмотря на то, что количественный коэффициент Жаккара и расстояние Евклида основаны на анализе одних и тех же характеристик растительного покрова (видового состава и покрытия), результаты, полученные при их использовании в качестве меры сходства, могут быть различными.

Рассмотрим это на примере сравнения двух пар описаний участков растительного покрова ($a_1b_1 - a_2b_2$ *и* $a_3b_3 - a_4b_4$) (см. рисунок).



Схематичное сравнение двух пар участков растительного покрова с использованием количественного коэффициента сходства Жаккара и расстояния Евклида (на примере двухмерного пространства)

Электронный архив УГЛТУ

Количественный коэффициент Жаккара для пары $a_1b_1–a_2b_2$ равен J^2=0,2; для пары $a_3b_3–a_4b_4$ равен J^2=0,45. Расстояния Евклида D_e для обеих сравниваемых пар составляют 8,4%. Различия обусловлены положением сообществ по отношению к началу осей координат.

Количество осей на графике соответствует максимальному количеству видов в сравниваемых описаниях. В нашем случае их две – ось покрытий вида *a* и ось покрытий вида *b*. Видовой состав на сравниваемых участках одинаков, разница в покрытиях видов *a* и *b* в обоих случаях составляет 6%. Коэффициент Жаккара, вычисляемый по формуле (6.5), для первой пары описаний равен J^2=(2+1)/(8+7)=0,2; для второй пары описаний J^2=(4+6)/(10+12)≅0,45. Исходя из полученных значений коэффициента, можно сделать вывод, что описания a_1b_1 и a_2b_2 имеют меньшее сходство в видовом составе и покрытии видов, чем описания a_3b_3 и a_4b_4. Теперь проанализируем сходство пар описаний, используя величину расстояния Евклида. Эта величина равна длине отрезков $a_1b_1–a_2b_2$ и $a_3b_3–a_4b_4$ и одинакова для обеих пар сравниваемых описаний (D_e≅8,4%). Различия в полученных результатах не несут биологического смысла и объясняются лишь положением точек описаний по отношению к началу осей координат.

Эти примеры говорят об определенной условности и некоторой степени необъективности результатов, полученных при использовании различных коэффициентов. Желание найти критерий, наилучшим образом отражающий реально наблюдающиеся условия, объясняет большое количество предлагаемых мер для оценки степени сходства объектов растительного покрова (Методы изучения …, 2002).

Электронный архив УГЛТУ

Глава 7

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ НАРУШЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

7.1. Диагностика повреждений и оценка жизненного состояния деревьев и древостоев в условиях промышленного атмосферного загрязнения

При изучении воздействия разнообразных антропогенных факторов на леса оценка состояния последних проводится в настоящее время по шкале категорий состояния деревьев согласно «Санитарным правилам в лесах Российской Федерации» (1992). Эта шкала основана на описании повреждений деревьев от насекомых и пожаров и не учитывает специфики воздействия промышленного загрязнения атмосферы. Учитывая, что в последние десятилетия все большие площади лесов подвергаются влиянию промышленного загрязнения атмосферы, целесообразно составление специального методического руководства. Предлагаемые рекомендации выработаны в результате многолетней работы в лесах различных районов Российской Федерации, испытывающих влияние промышленного атмосферного загрязнения и свободных от него.

Диагностические признаки жизненного состояния деревьев в условиях атмосферного загрязнения. Воздействие атмосферного загрязнения на растение — сложное биохимическое явление, затрагивающее в первую очередь метаболические и физиологические процессы и разрушающее ультраструктуру клеток листа. По мере разрушения внутриклеточных структур начинают проявляться внешние, визуально наблюдаемые повреждения и отклонения от нормы у ассимиляционных органов и других частей растений. Степень воздействия загрязнителя на растение зависит не только от его концентрации и продолжительности действия, но и от видовой принадлежности и толерантности растений к загрязнителю, от стадии онтогенеза, сезона года и состояния окружающей среды (температуры, влажности воздуха и почвы, условий освещенности, ветра, условий минерального питания и пр.).

Электронный архив УГЛТУ

В процессе многолетних исследований жизненного состояния лесных фитоценозов были выявлены следующие диагностические признаки повреждения деревьев промышленным загрязнением:

1) хлорозы и некрозы ассимиляционных органов (рис. 7.1);

2) снижение продолжительности жизни хвои (рис. 7.2);

3) снижение охвоенности крон с нарушением распределения фитомассы хвои по высоте крон (рис. 7.2);

4) ускоренное отмирание ветвей основной кроны; снижение линейного прироста оси ствола и ветвей (рис. 7.3);

5) ослабление побегообразования вследствие отмирания ветвей основной кроны с одновременным усилением образования короткоживущих побегов из спящих почек (рис. 7.4);

6) снижение радиального прироста древесины ствола (рис. 7.5) и скелетных ветвей;

7) изменение габитуса молодых деревьев, превращение их в кустообразную или псевдостланиковую форму;

8) гибель деревьев с полной деградацией древостоя.

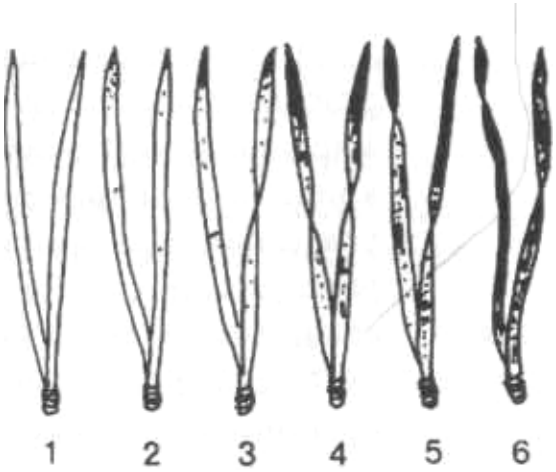


Рис. 7.1. Схематическое изображение типичных симптомов повреждений хвои сосны обыкновенной под влиянием атмосферного загрязнения. Состояние хвои: 1 – здоровая, без изменения цвета; 2 – здоровая, с отдельными коричневыми точками; 3 – поврежденная, кончики хвои длиной 1,5-2 мм имеют некрозы, а хлорозы занимают до 1/2 поверхности хвои; 4 – поврежденная, некрозы занимают >25 % поверхности хвои; 5 – сильно поврежденная, площадь поврежденной поверхности хвои превышает 50 %; 6 – отмирающая, поврежденная поверхность хвои превышает 75%.

Рис. 7.2. Сокращение продолжительности жизни хвои и изреживание крон сосны обыкновенной под воздействием атмосферного загрязнения

Электронный архив УГЛТУ

Рис. 7.3. Снижение интенсивности линейного прироста ствола и боковых побегов у сосны обыкновенной на Кольском полуострове

Рис. 7.4. Короткоживущие побеги ели из спящих почек имеют вид «ведьминых мётел»

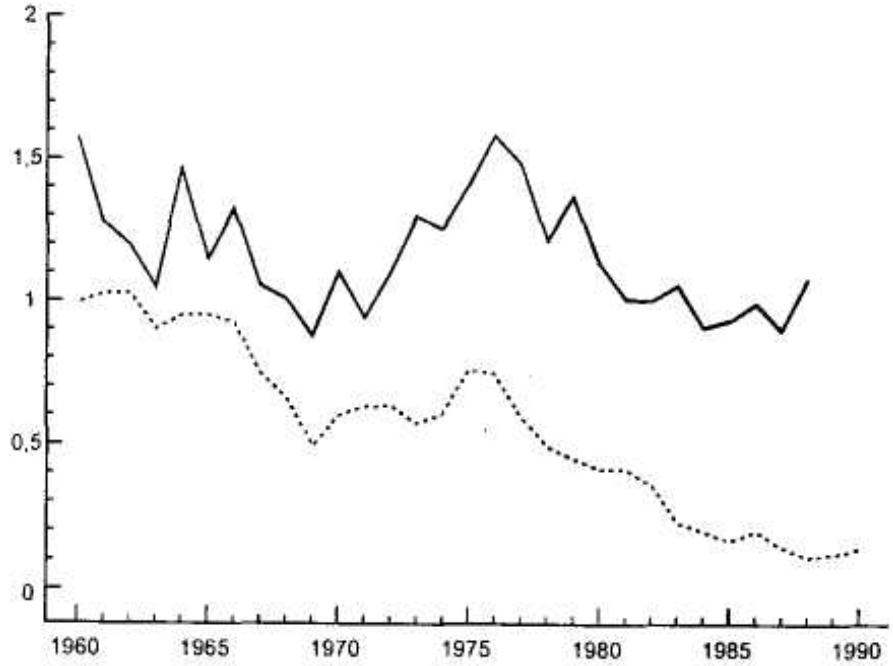


Рис. 7.5. Динамика радиального прироста по диаметру сосны обыкновенной в 50-летних древостоях в районах с разным уровнем атмосферного загрязнения

Для целей полевой индикации загрязнения и оценки жизненного состояния деревьев наиболее часто используют первые пять признаков.

Как отмечалось выше, различия в химическом составе загрязнителей, их концентрации, длительности разовых, эпизодических, системати-

Электронный архив УГЛТУ

ческих или постоянных воздействий вызывают неодинаковые ответные реакции растений, при этом их внешнее отображение часто неспецифично (или недостаточно специфично), поэтому без специальных химических анализов не всегда возможно отличить влияние одного загрязнителя от другого. Кроме того, атмосферные выбросы промышленных предприятий представляют собой, как правило, сложные смеси различных по химическому составу газов и твердых частиц. Их совместное действие на растение бывает синергическим (взаимно усиливающим), просто суммарным или антагонистическим, а симптомы повреждения листьев несколько отличаются от симптомов влияния главного загрязняющего агента, действующего в одиночку. Все это предопределило специфику принятого в данной работе подхода: описание повреждений листьев дается не для одиночных загрязнителей, а для их смесей, типичных для тех или иных промышленных предприятий.

7.2. Диагностические признаки повреждения ассимиляционных органов деревьев при воздействии различных типов загрязнения

Основным диагностическим признаком повреждения ассимиляционных органов растений атмосферным загрязнением является наличие хлорозов и некрозов на хвое или листьях. Однако этот признак недостаточно специфичен, поскольку хлорозы и некрозы могут возникать в результате действия других факторов: недостатка или избытка питательных веществ в почве, высоких и низких температур, засухи, подтопления корневых систем, а также в результате деятельности энтомовредителей и различных патогенов. Для выявления воздействия фактора атмосферного загрязнения необходимо проводить обследование участков леса на разном удалении от источника загрязнения.

В данной главе диагностические признаки повреждений ассимиляционных органов растений рассматриваются для наиболее распространенных источников загрязнения: металлургических комбинатов, предприятий по производству минеральных удобрений и тепловых электростанций, работающих на угле.

Медно-никелевые комбинаты. Основные загрязнители: диоксид серы и тяжелые металлы (Ni, Cu, Co).

Возрастная чувствительность листьев. Наименьшей чувствительностью обладают растущие хвоя и листья, наибольшей — полностью закончившие рост. Старая хвоя обладает промежуточной чувствительностью, однако из-за усиливающихся с возрастом нарушений в структуре кутикулы и покрывающих ее восков происходит зимнее и ранневесеннее

Электронный архив УГЛТУ

иссушение хвоинок, и они преждевременно опадают. Более сильные повреждения хвои прежних лет связаны также с большей длительностью воздействия на нее загрязнителей.

Характер повреждений хвои и листьев. У хвои сосен и елей хлорозы желтоватого, желтого и оранжевого цвета в виде точек, поясков, пятен и сплошных участков, охватывающих обычно верхнюю часть хвоинок. Некрозы белесоватого, коричневого или бурого цвета появляются сначала на кончиках хвоинок и распространяются к основанию. У сосен могут наблюдаться деформация и неравномерный рост хвоинок. Лиственницы более устойчивы к хроническому загрязнению, но весьма чувствительны к высоким концентрациям выбросов. Хлорозы, переходящие в некрозы, возникают менее чем через сутки после аварийных выбросов.

У лиственных пород хлорозы желтого, кофейного или красноватого цвета межжилковые и краевые. При длительном загрязнении переходят в некрозы красно-бурого, бурого или черного цвета. Крупные жилки листьев и часть прилегающего к ним мезофилла повреждаются позже других тканей.

Подрост хвойных и лиственных пород и невысокий подлесок, защищенные пологом взрослого древостоя, повреждаются меньше, что особенно справедливо для экземпляров, находящихся зимой под снегом.

Заводы по получению алюминия. Основные загрязнители: соединения фтора, преимущественно фтористый водород и диоксид серы.

Возрастная чувствительность листьев. Наибольшей чувствительностью обладают растущие хвоя и листья, наименьшей – закончившие рост.

Характер повреждений листьев. Типичные формы некрозов при воздействии фтора – верхушечные и краевые, т. е. места наиболее активных процессов функционирования ассимиляционных органов. У хвойных пород некроз приурочен к верхней части хвоинки и имеет буровато-красный цвет, за что получил название «ожога верхушки хвои». Повреждение может охватывать треть, половину и даже всю хвоинку. При нескольких сублетальных фумигациях некроз распространяется порциями к основанию хвоинок, причем число эпизодов загрязнения можно определить по более темным пояскам, отделяющим некротические участки друг от друга. Пораженная фтором ткань отделяется от зеленых, неповрежденных частей хвои четкой, резкой границей, иногда с грязно-зеленой каймой.

Низкие концентрации при их повторном или продолжительном действии приводят к накоплению фтора в многолетней хвое, вызывают ее повреждение и опадение. В первую очередь страдают старые и ослабленные деревья. Сосны, ели и лиственницы относятся к видам, чувствительным к данному типу загрязнения.

У лиственных пород возникновению некрозов обычно предшествуют верхушечные и краевые светло-зеленые хлорозы, меняющие затем окраску на красно-коричневую, коричневую или бурую. У листьев сложной конфи-

Электронный архив УГЛТУ

гурации некрозы захватывают выемки и доли листа. Расширение повреждения идет вглубь и к основанию листьев, так что впоследствии остаются нетронутыми несколько главных жилок с незначительной частью зеленого по цвету мезофилла листа. Сухие некротированные части листьев выкрашиваются, оставляя на дереве живые остатки листьев.

Предприятия по производству минеральных удобрений. Основные загрязнители: диоксид серы, оксиды азота (в основном диоксид азота), аммиак, фтор.

Возрастная чувствительность листьев. Фтор повреждает растущие листья, диоксид серы – закончившие рост, таким образом, повреждаются хвоя и листья различного возраста и фаз роста.

Характер повреждений листьев довольно пестрый из-за участия нескольких загрязнителей. Диоксид азота при одиночном действии — слабый токсикант, вызывающий неспецифический, порой временный хлороз. В смеси с диоксидом серы дает синергический, усиливающий повреждение эффект. При умеренных воздействиях загрязнителей хвоя старых возрастов приобретает тусклый грязно-зеленый цвет, при повторных эпизодах желтеет и преждевременно опадает. При выбросах высокой концентрации на старой хвое и листьях возникают хлорозы, тогда как на молодых наблюдаются некрозы оранжевого, красно-коричневого или бурого цвета. Хлорозы и некрозы – краевые, верхушечные, межжилковые. На хвоинках наблюдаются точечные повреждения, пятна, темноокрашенные пояски. Характерна частичная или полная дефолиация деревьев. У лиственных пород отмечаются более ранние пожелтение и опадение листьев.

Многолетние выбросы оксидов азота и аммиака вызывают изменения в почвенном содержании азота и приводят к бурьянистому разрастанию нитрофильных растений.

Работающие на угле электростанции. Основные загрязнители: диоксид серы, оксиды азота, кальций, калий, магний и различные микроэлементы.

Возрастная чувствительность листьев. Более чувствительны закончившие рост хвоя и листья.

Характер повреждения листьев. Точечные или пятнистые хлорозы желто-зеленого или желтого цвета, порой имеющие временный характер и исчезающие после прекращения воздействия (например, перемена направления ветра) или благоприятного изменения погоды (например, дожди после засушливого периода).

Следует отметить, что в отличие от синергического или аддитивного (суммарного) действия диоксида серы в совокупности с тяжелыми металлами или фтором, приводящего к полному распаду растительных сообществ и эрозии почвенного слоя, примесь частиц щелочных металлов, необходимых для питания растений (кальций, магний, калий), имеет антаго-

Электронный архив УГЛТУ

нистический характер и снижает неблагоприятное для деревьев действие избыточных количеств диоксида серы.

Леса вокруг небольших по мощности, а также крупных, но работающих на низкосернистом топливе электростанций, в течение многих лет не обнаруживают признаков внешних повреждений хвойных и лиственных пород. Угнетению и гибели подвергаются чувствительные к SO_2 лишайники и мхи. При хроническом загрязнении несколько сокращается продолжительность жизни хвои. Полное улавливание твердых частиц из труб электростанций приводит к созданию более жесткого воздействия оксидов серы и азота на растения. Неблагоприятные метеорологические условия усиливают действие этого, довольно мягкого для древесных растений, типа загрязнения.

Сопоставление рассмотренных выше сведений о специфике повреждений дает возможность убедиться, что, несмотря на некоторые отличия, атмосферные выбросы разных промышленных предприятий вызывают сходные симптомы. В ряде случаев различия в повреждениях нечетки и без дополнительных химических анализов невозможно точно установить, какой именно фитотоксикант вызвал повреждение.

Распространение хлорозов и некрозов у хвойных пород всегда происходит однотипно: от кончика хвоинки к ее основанию. На основе многолетних исследований нами разработаны рекомендации по количественной оценке степени повреждения хвои деревьев атмосферным загрязнением (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Классификация хвои сосны обыкновенной по степени повреждения атмосферным загрязнением

Площадь повреждения хвои, %	Класс повреждения хвои	Жизненное состояние хвои	Краткое описание признаков повреждения хвои (изменения цвета)
1	2	3	4
0-5	0	Здоровая	Зеленая, без видимых признаков изменения цвета или повреждения хвоя
6-10	1	Здоровая	Основной цвет хвои зеленый, однако на хвоинках могут встречаться светло-зеленые и коричневые точки микроскопических размеров. Приурочены они, как правило, к верхним частям и кончикам хвои.
11-25	2	Слабо поврежденная	На хвоинках встречаются некрозы кончиков хвои и хлорозы в виде пятен. Хвоинки могут частично приобретать светло-зеленый цвет с рассеянными по ним точечными некрозами («веснушки»).

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4
26-50	3	Умеренно поврежденная	Цвет кончиков хвои (8-10 мм) с зеленого постепенно меняется на красно-коричневый или бурый. Распространены верхушечные, краевые, пятнистые, в виде поясков, и точечные некрозы.
51-75	4	Сильно поврежденная	Начинает преобладать коричневый, красно-коричневый и серый цвет хвои. Здесь встречаются все типы некрозов.
>76	5	Отмирающая или сухая	Зеленого цвета практически нет, хвоинки деформированы, засыхают на побегах.

7.3. Диагностические признаки состояния деревьев в условиях атмосферного загрязнения

Для рационального ведения лесного хозяйства и применения санкций к предприятиям, загрязняющим окружающую среду, необходимо количественно оценить изменение жизненного состояния деревьев и древостоев. С этой целью, в соответствии с принципами «Санитарных правил в лесах Российской Федерации» (1992), разработана шкала оценки жизненного состояния деревьев в условиях атмосферного промышленного загрязнения. В связи с существованием естественной дифференциации деревьев в древостоях необходимо проводить количественный учет состояния деревьев на постоянных пробных площадях, расположенных по профилю от фоновых (незагрязненных) условий до источника промышленного загрязнения.

Шкала категорий жизненного состояния деревьев.

1 – здоровое дерево (рис. 7.6). Деревья не имеют внешних признаков повреждений кроны и ствола. Лишайниковый покров на стволах деревьев хорошо развит, не имеет следов повреждения. Густота кроны обычная для деревьев I-II классов Крафта. Мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны; в верхней ее половине крупных отмерших ветвей нет или они малочисленны и по периферии кроны не видны. Закончившие рост листья зеленого или темно-зеленого цвета. Продолжительность жизни хвои типична для региона. Любые повреждения листьев (хвои) незначительны (до 5 % их общей площади) и не сказываются на состоянии дерева.

При оценке состояния хвои на деревьях мы используем классификации степени изменения цвета (табл. 7.2) и степени ее жизненности (табл. 7.3).

Электронный архив УГЛТУ

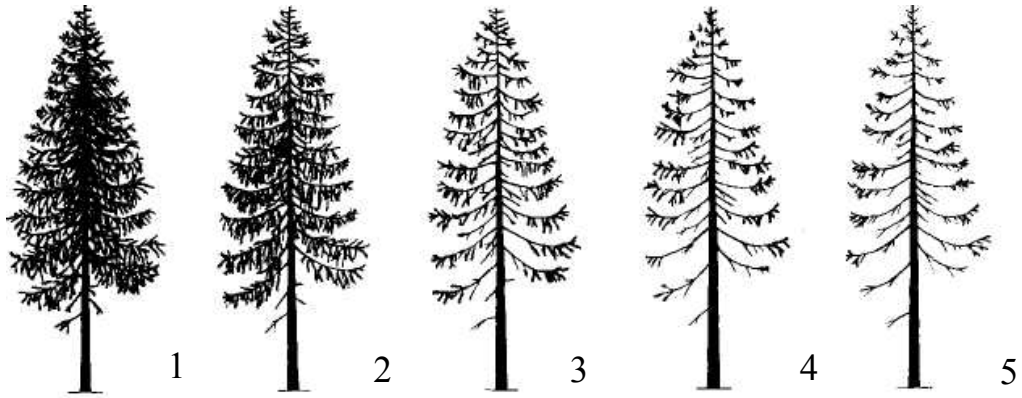


Рис. 7.6. Интенсивность охвоения и состояние крон ели европейской:
1 – здоровое дерево, без видимых признаков повреждения хвои; 2 – дерево в условиях слабых уровней атмосферного загрязнения, хвоя частично повреждена и начинает опадать; 3 – дерево в условиях средних уровней хронического загрязнения воздуха, хвоя интенсивно повреждается и опадает (около 50%); 4 – дерево в условиях высоких уровней загрязнения окружающей среды – сильно поврежденное (более 70 % хвои уже опало); 5 – отмирающее или мертвое дерево

Таблица 7.2

Классификация хвои сосны обыкновенной по степени изменения цвета

Площадь хвоинки, занятая хлорозами или некрозами, %	Класс изменения цвета хвои	Интенсивность изменения цвета хвои
0-5	0	Нет
6-10	1	Начальная
11-25	2	Слабая
26-50	3	Умеренная
51-75	4	Сильная
>76	5	Сплошная

Таблица 7.3

Классификация хвои сосны обыкновенной по степени жизненности

Доля хвоинок, изменивших цвет, %	Класс изменения цвета	Состояние хвои
0-10	0	Здоровая
11-25	1	Слабо поврежденная
26-50	2	Умеренно поврежденная
>51	3 и 4	Сильно поврежденная

2 – поврежденное дерево (рис. 7.6). Учитывая, что ухудшение жизненного состояния дерева при атмосферном загрязнении, а часто и в силу других причин, вызывается повреждением ассимиляционного аппарата и других органов дерева, здесь и далее в шкале такие деревья называют-

Электронный архив УГЛТУ

ся поврежденными. Термин «поврежденное дерево» используется здесь как синоним термина «ослабленное дерево». В фоновых условиях (при отсутствии загрязнения) обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты кроны на 30–40%, наличие 30–40% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны, повреждение 30–40 % хвои насекомыми, болезнями или пожарами. Согласно «Санитарным правилам в лесах Российской Федерации» (1992), для лиственных пород при этих видах повреждений «градации ослабленности устанавливаются в основном по степени усыхания кроны». При загрязнении к числу обязательных диагностических признаков добавляется наличие хлорозов и некрозов, занимающих не менее 6-10 % площади всех листьев (хвои) дерева. Характерно также снижение продолжительности жизни хвои. Этот показатель достаточно эффективен и легко определяем в северотаежных лесах, где хвоя на деревьях сосны сохраняется до 10-12 лет, а у ели – до 21–23 лет. По мере снижения к южным широтам продолжительность жизни хвои у вечнозеленых деревьев уменьшается.

3 – сильно поврежденное дерево (см. рис. 7.6). При отсутствии загрязнения (фоновые условия) обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты кроны на 50–70%, появление 50–70% сухих и (или) отмирающих ветвей в верхней половине кроны, отмирание вершины дерева, повреждение 50-70% площади хвои насекомыми, болезнями или пожарами. У лиственных пород возможно появление водяных побегов по стволу и в кроне. При загрязнении к числу обязательных диагностических признаков добавляется наличие хлорозов и некрозов, занимающих более 10% площади всех листьев (хвои). Характерно также существенное снижение продолжительности жизни хвои, резкое снижение прироста дерева в высоту.

4 – отмирающее дерево (см. рис. 7.6). Основные признаки отмирания деревьев одинаковы для контроля (фоновые условия) и при загрязнении: крона дерева разрушена, ее густота составляет менее 15–20% по сравнению со здоровой, более 70% ветвей ее верхней половины сухие или усыхающие. Оставшиеся на дереве листья хлоротичны – они бледно-зеленого, желтоватого или оранжево-красного цвета. Некрозы имеют беловатый, коричневый или черный цвет. Массовое распространение некрозов, возникающих при загрязнении, наблюдается не всегда, поскольку большая часть полностью некротированных листьев (хвои) быстро облетает.

5а – свежий сухостой. К нему относятся деревья, погибшие в течение последнего года. На дереве возможно наличие остатков сухой хвои или неопавших сухих листьев.

5б – старый сухостой. К нему относятся деревья, погибшие в прошлые годы. Постепенно утрачиваются ветви и кора.

Электронный архив УГЛТУ

Оптимальное время обследования состояния деревьев. Обследование древостоев хвойных пород с целью определения их жизненного состояния возможно в любое время года, если деревья не покрыты снегом. Наименьшее количество хвои отмечается весной, незадолго перед распусканием почек, наибольшее – после завершения роста побегов и хвои. В таежной зоне в естественных условиях (фон) наблюдаются два максимума некрозов: ранней весной, при переходе от отрицательных к положительным температурам и в конце вегетационного периода. Оптимальное время для наблюдений и проведения исследований — от второй половины июля до первой половины августа, когда закончен рост побегов и вновь образовавшаяся хвоя становится восприимчивой к воздействию большинства загрязнителей.

Оценку жизненного состояния лиственных древостоев в условиях загрязнения целесообразно проводить во вторую половину лета, примерно за 2–3 недели до появления первых признаков пожелтения фоновых (контрольных) древостоев. В первую половину вегетации, когда листья еще не закончили рост, они редко обнаруживают некротические повреждения (исключение составляют случаи очень высоких концентраций загрязнителей и воздействие фтористых соединений). Обследование деревьев в этот период может привести к неправильной, заниженной оценке воздействия промышленных выбросов на лесные сообщества.

7.4. Оценка жизненного состояния древостоев

На основании данных, полученных в результате перечетов и оценки жизненного состояния деревьев на пробных площадях, рассчитываются индексы жизненного состояния древостоев. С этой целью деревьям той или иной категории жизненности присваивают определенный балл: здоровым деревьям – 1,0; поврежденным – 0,7; сильно поврежденным – 0,4; отмирающим – 0,1; свежему и старому сухостою – 0.

Расчет индекса состояния древостоя проводят по формуле (Алексеев, 1990)

$$I_v = \frac{v_1 + 0{,}7v_2 + 0{,}4v_3 + 0{,}1v_4}{v},$$

где I_v – индекс жизненного состояния древостоя по объему деревьев;

v_1 – объем древесины здоровых деревьев лесообразователя (или лесообразователей) на пробной площади, м^3;

v_2, v_3, v_4 – то же для поврежденных (ослабленных), сильно поврежденных и отмирающих деревьев соответственно;

Электронный архив УГЛТУ

0,7; 0,4 и 0,1 – баллы поврежденных, сильно поврежденных и отмирающих деревьев;

v – общий запас древесины деревьев древостоя на пробной площади, м^3 (включая объем сухостоя).

При индексе от 1,7 до 0,8 жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое», при индексе от 0,79 до 0,5 древостой считается «поврежденным», при индексе от 0,49 до 0,2 – «сильно поврежденным», при индексе от 0,19 и ниже – «разрушенным» или «полностью деградированным».

При необходимости получения экспресс-информации допускается в качестве ориентировочного показателя расчет индекса состояния древостоя по числу деревьев. В этом случае

$$I_n = \frac{n_1 + 0{,}7n_2 + 0{,}4n_3 + 0{,}1n_4}{n},$$

где I_n – индекс жизненного состояния древостоя по числу деревьев,

n_1 – число здоровых, n_2 – поврежденных, n_3 – сильно поврежденных,

n_4 – отмирающих деревьев лесообразователя или лесообразователей на пробной площади;

n – общее число деревьев (включая сухостой) на пробной площади.

Расчеты индекса состояния древостоя по числу деревьев более просты, чем по запасу, но менее точны, поскольку не учитывают роль дерева тех или иных размеров в древостое. Особенно искаженным оказывается состояние не подвергавшихся уходу молодняков. Происходит это из-за того, что в обычных условиях отпад формируется из отстающих в росте угнетенных деревьев, не играющих существенной роли в сложении древостоя. При воздействии загрязнителей, напротив, более сильное повреждение получают господствующие деревья, и использование второй формулы может привести к заниженной оценке вредоносности промышленных выбросов (Методы изучения …, 2002).

Электронный архив УГЛТУ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. №4. С. 51–57.

2. Алексеев В.А. (отв. ред.) Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. 200 с.

3. Баркман Я. Современные представления о непрерывности и дискретности растительного покрова и природе растительных сообществ в фитосоциологической школе Браун-Бланке // Бот. журн. 1989. Т. 74. № 11. С. 1545–1551.

4. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Особи, популяции и сообщества. М., 1989. 447 с.

5. Богатов В.В. Организация научно-исследовательских работ: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Владивосток: Дальнаука, 2008. 259 с.

6. Борисова Н. А., Лошаков Л. А. Методические рекомендации по сбору и заготовке лекарственного растительного сырья в Ленинградской области. Л., 1985.

7. Браславская Т.Ю. Экологические и ценотические позиции широколиственных видов в пойменной древесной растительности (юго-запад европейской России) / Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Матер. всерос. конф. (Санкт-Петербург, 20-24 сентября 2011 г.). Том 2: Структура и динамика растительных сообществ. Экология растительных сообществ. Санкт-Петербург, 2011. С. 301–303.

8. Буданцев А.Л., Харитонова Н.П. Ресурсоведение лекарственных растений. Методическое пособие для студентов фармацевтического факультета Санкт-Петербург. гос. хим.-фарм. академии. СПб., 1999. 87 с.

9. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97 с.

10. Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология. М.: МГУЛ, 2001. С. 16 –26.

11. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.

12. Василевич В.И. Количественные методы изучения структуры растительности // Итоги науки и техники. Ботаника. М.: ВИНИТИ, 1972. Т. 1. С. 7–83.

13. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. 232 с.

14. Вигоров Л.И. Сочетание защитных и декоративных особенностей у древесных растений / Сб. Охрана природы на Урале. Свердловск: ИЭРиЖ УФАН СССР, 1966. № 5. С 14–18.

15. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1992. 304 с.

Электронный архив УГЛТУ

16. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Бабочки Среднего Урала: Справочник-определитель. Екатеринбург: изд-во «Сократ», 2007. 352 с.

17. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Жуки Среднего Урала: Справочник-определитель. Екатеринбург: изд-во «Сократ», 2008. 384 с.

18. Горчаковский П.Л. Новое в методике исследований динамики семеношения хвойных пород // Бот. журн. 1958. Т. 43, № 10.

19. Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова земли // Бот. журн. 1979. Том 64.

20. Горшков В.В., Ставрова Н.И. Влияние лесных пожаров на семенную продуктивность Pinus sylvestris L. в сосновых лесах Кольского полуострова // Растительные ресурсы. 1999. Т. 35. Вып. 1. С. 38–46.

21. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М., 1967. 538 с.

22. Гусев В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М.: Лесн. пром., 1984. 472 с.

23. Гусев В.И., Римский-Корсаков М.Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1951. 578 с.

24. Ермаков А.И., Арисомович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. М., 1972. 455 с.

25. Жуков А.М., Гордиенко П.В. Научно-методическое пособие по диагностике грибных болезней лесных деревьев и кустарников. М.: ВНИИЛМ, 2003. 123 с.

26. Жукова Л.А., Ведерникова О.П., Смирнова О.В., Торопова Н.А., Евстигнеев О.И. Популяционная экология растений. Йошкар-Ола, 1994. 88 с.

27. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

28. Защита леса от вредителей и болезней: справочник / А.Д. Маслов, Н. М. Ведерников, Г.И. Андреева и др. М.: Агропромиздат, 1988. 414 с.

29. Злобин Ю.А. К познанию строения клонов Vaccinium myrtillus L. // Бот. журн. 1961. Т. 46. Вып. 3. С. 414–419.

30. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. Казань, 1989. 146 с.

31. Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Бот. журн. 1989. Т. 74. № 6. С. 769–780.

32. Злобин Ю.А. Репродуктивное усилие и репродуктивный успех. Потенциальная и реальная семенная продуктивность. Популяционное и ценотическое регулирование репродукции / Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 3. Системы репродукции. СПб. 2000. С. 247–262.

33. Ильинский А.И. Определитель яйцекладок, личинок и куколок насекомых. М.–Л.: Гостехлесиздат, 1948. 336 с.

34. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса. М., 1984. 17 с.

35. Кожевников А.П., Петрова Е.В. Интродукция и сортоиспытание культуры черемухи на Среднем Урале / Флора и растительность антропоген-

Электронный архив УГЛТУ

но нарушенных территорий / Сб. науч. трудов Кемеровского отделения РБО/ Под ред. А.Н. Куприянова. – Кемерово: «Ирбис», 2010. Вып. 6. С. 130–134.

36. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 177 с.

37. Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: Урал. следопыт., 2008. 216 с.

38. Корчагин А.А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина / Полевая геоботаника. М.-Л., 1960. Т. II. С. 41-132.

39. Крючков В.А., Першиков В.П. К вопросу использования аэрокосмической информации для оценки здоровья человека / Матер. Первого Всесоюзного совещания по космической антропоэкологии. Л.: Наука, 1982. С. 91–92.

40. Крючков В.А., Новоселова Г.Н., Степанова И.П. Химический анализ растительного сырья. Свердловск: УЛТИ, 1988. 122с.

41. Крючков В.А. Рекреационное природопользование. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 358с.

42. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник / Болезни и вредители в лесах России. Том I. М.: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.

43. Куприянова М.К. Фенологические наблюдения за растениями и погодными условиями // Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: Урал. следопыт, 2008. С. 16–20.

44. Левина Р.Е. Репродуктивная биология. М., 1981. 96 с.

45. Лесоведение и лесоводство: Практикум / С.В. Залесов, Л.И. Аткина, А.Л. Клебанов, А.С. Коростелев, Г.М. Куликов и др. Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. акад. 1999. 238 с.

46. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства Pinaceae на Урале. М.: Наука, 1973. 284 с.

47. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986.

48. Методы изучения лесных сообществ. Авторы: Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Ставрова Н.И., Ярмишко В.Т., Ярмишко М.А. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

49. Методы исследования ресурсов полезных растений / Матер. 1-й школы по ботаническому ресурсоведению. Вильнюс, 1983. 143 с.

50. Методы мониторинга вредителей и болезней леса: справочник / под общ. ред. В.К. Тузова. // Болезни и вредители в лесах России. Т. III. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.

51. Минаева В.Г., Валуцкая А.Г. О влиянии способа сушки и фиксации растений на их флавоноидный состав // Раст. ресурсы. 1969. Т. 5. Вып. 2. С. 220–224.

Электронный архив УГЛТУ

52. Минкевич И.И., Дорофеева Т.Б., Ковязин В.О. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород. СПб.: Лань, 2011. 192 с.

53. Миркин Б.М., Розенберг Л.Г., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

54. Михайлов Ю.Е. Формирование группировок насекомых-фитофагов на ветровальниках Урала // Леса Урала и хозяйство в них: Сб. науч. тр. Вып. 26. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. С. 179–184.

55. Михайлов Ю.Е. Вертикально-поясное изменение консорций насекомых-дендрофагов в горах Северного Урала // Изв. Санкт-Петербург. лесотехнич. акад. 2008. Вып. 182. С. 219–228.

56. Мозолевская Е.Г. Лесная энтомология: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.Г. Мозолевская, А.В. Селиховкин, С.С. Ижевский. Под ред. Е.Г. Мозолевской. М.: Академия, 2010. 416 с.

57. Мозолевская Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.

58. Мозолевская Е.Г., Жеребцова Г.П., Соколова Э.С. и др. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке: учеб.-методич. пособие. – 2-е изд. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 40 с.

59. Мозолевская Е.Г., Белова Н.К., Лебедева Г.С., Шарапа Т.В. Практикум по лесной энтомологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. Е.Г. Мозолевской. М.: Академия, 2004. 272 с.

60. Морозова Л.М. Методика организации сбора данных для оценки естественной динамики напочвенного покрова лесных сообществ / Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: Уральский следопыт, 2008. С. 138–141.

61. Морозова Л.М. Методика организации сбора данных для отслеживания распространения синантропных и сорных видов трав, как индикаторов антропогенной нагрузки // Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: Уральский следопыт, 2008. С. 142–143.

62. Мухин В.А., Хотиранта Х., Ушакова Н.В. Грибы Среднего Урала: справочник-определитель. Екатеринбург: Сократ, 2007. 200 с.

63. Мухин В.А., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н., Куликов П.В., Третьякова А.С., Пустовалова Л.А., Ерохина О.В., Ивченко Т.Г. Системообразующая роль Висимского биосферного заповедника в сохранении регионального фитогенофонда / «Современное состояние и перспективы развития ООПТ Урала». Материалы научно-практической конференции, посвященной 40-летию Висимского государственного природного биосферного заповедника и 10-летию присвоения ему статуса биосферного (Нижний Тагил, 2-4 декабря 2011 г.). Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2011. С. 206–210.

64. Мэгарран А.Е. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181с.

Электронный архив УГЛТУ

65. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / Под ред. Ильинского А.И. и Тропина И.В. М.: Лесн. пром., 1965.

66. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России / МПР РФ. ВНИИЛМ. М., 2001. 86 с.

67. Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб., 1999. 232 с.

68. Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. 1969. Т. 54, №7. С. 1002–1014.

69. Основные понятия и термины ботанического ресурсоведения. Петрозаводск, 2001. 104 с.

70. Разработка биологических основ использования растений для оздоровления окружающей среды: отчет о научно-исследовательской работе. Науч. рук. В.А. Крючков. № гос. регистр. 81071539. Свердловск. 1985. 79 с.

71. Переведенцева Л.Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2012. 272 с.

72. Принципы и методы рационального использования дикорастущих полезных растений. Петрозаводск, 1989. 168 с.

73. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах / Полевая геоботаника. М. –Л., 1960. Т. II. С. 20–40.

74. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982. 144 с.

75. Романовский М.Г. Учет семеношения сосны обыкновенной по «внутренним» следам опавших шишек / Научн. труды. МЛТИ. 1976. Вып. 88. С. 134–136.

76. Рысин Л.П., Казанцева Т.Н. Метод ценопопуляционного анализа в геоботанических исследованиях // Бот. журн. 1975. Т. 60. №2. С. 199–209.

77. Санитарные правила в лесах Российской Федерации: справ. пособие. Министерство экологии и природных ресурсов Российской Федерации. Комитет по лесу: М.: Экология, 1992. 16 с.

78. Санитарные правила в лесах Российской Федерации: положение о государственной лесной охране Российской Федерации. СПб.: Изд-во ДЕАН, 2006. 48 с.

79. Семенкова И.Г. Фитопатология. Дереворазрушающие грибы, гнили и патологические окраски древесины (определительные таблицы): учебн. пособие. М.: МГУЛ, 2002. 58 с.

80. Семенкова И.Г. Фитопатология: учебник для студ. вузов. М.: Академия, 2003. 470 с.

81. Сергеев Н.М. Этика соавторства и этика цитирования // Рос. хим. журн. 1999. № 6.

82. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / Полевая геоботаника. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1964. С. 146–209.

83. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 377 с.

Электронный архив УГЛТУ

84. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука, 1971. 358 с.

85. Скроцкий Б.В. Методика изучения фенологического развития и составления феноспектров декоративных однолетников. Сыктывкар, 2000. 16 с.

86. Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф (Основные понятия и структура). М., 1976. С. 72–80.

87. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова Н.А. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова / Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.

88. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 104 с.

89. Тузов В.К., Калиниченко Э.М., Рябинков В.А. Методы борьбы с болезнями и вредителями леса: учебн. пособие. М.: ВНИИЛМ, 2003. 112 с.

90. Уранов А.А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений / V съезд ВБО: Тез. докл. Киев, 1973. С. 217–219.

91. Федотова В.Г. История и современное состояние отечественной фенологии // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2012. Т. 4. № 1. С. 69–75.

92. Ценопопуляции растений (Очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 183 с.

93. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 922 с.

94. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. Фитопатология. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 424 с.

95. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. Лесная фитопатология: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2012. 448 с.

96. Sarvas R. Investigation on the flowering and seed crop oi Pinus silvestris II Comm. Inst. forest. fenn. 1962. Vol. 53. P. 1–198.

97. WhittakerR. H. Evolution of species diversity in land communities // Evolution Biology. 1977. No 10. P. 1–67.

98. htpp://wwwjcbi.ru/prez/prez5.shtml.