

Место хранения книги: <http://nature.ok.ru/>



## *Редкие и исчезающие животные России*

English

О проекте

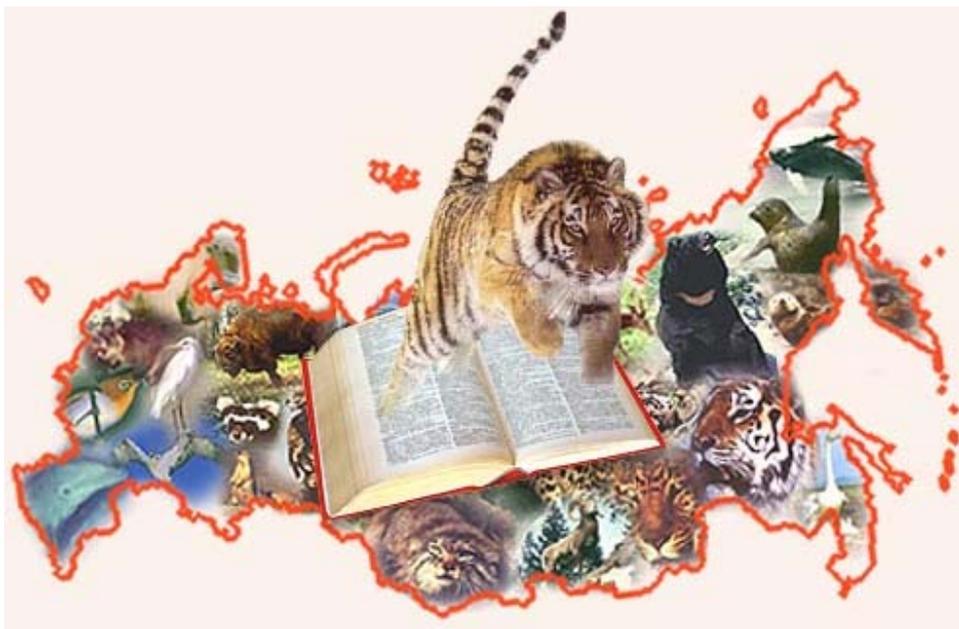
Новости

Классификация  
животных

Голоса  
животных

Библиотека

Видео сюжеты



Поиск

Ссылки

Подпишись  
на новости!

Вебмастеру!

Форум

Гостевая  
книга

*Проект Экологического центра МГУ им М.В. Ломоносова  
к 250-летию Московского Университета*

**В соответствии с российским и международным авторским правом запрещается перемещение на данном сайте материалов, а также их использование без цитирования источника. Запрещается использование данных материалов в издательской или коммерческой деятельности без согласования с Экоцентром МГУ (095)-932-89-82.**

**Глобальный Экологический Фонд  
Проект «Сохранение биоразнообразия»  
Экоцентр МГУ им. М.В. Ломоносова**

**Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия»**

**СОХРАНЕНИЕ И  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

Издательство НУМЦ

УДК 504  
ББК 28.088

## ВВЕДЕНИЕ

Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия».  
Научный руководитель серии Н.С. Касимов.  
Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.:  
Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.

**Редакционная коллегия книги:**

М.В. Гусев, О.П. Мелехова, Э.П. Романова

**Рецензенты книги:**

Марфенин Н.Н., Масленников С.Л., Корзун Л.П., Ягодин Г.А.

*Рекомендовано Советом по экологии и биологии учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экологическим и биологическим направлениям и специальностям, а также для системы дополнительного образования*

*Раздел I.* В.Е. Флинт. Сохранение редких видов в России (теория и практика)  
*Раздел II.* О.В. Смирнова, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский, Н.А. Торопова, Л.Б. Заугольнова. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных  
*Раздел III.* О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский, Н.А. Торопова. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова  
*Раздел IV.* О.П. Мелехова. Сохранение биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах  
*Раздел V.* А.Г. Сорокин. Современные проблемы сохранения и восстановления популяций редких видов хищных птиц

**Серия учебных пособий издана при поддержке  
Глобального Экологического Фонда**

ISBN 5-894140026-9

© Экоцентр МГУ, 2002

© В. Е. Флинт, 2002

© О.В. Смирнова, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский,  
Н.А. Торопова, Л.Б. Заугольнова, 2002

© О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, Л.Г. Ханина,  
М.В. Бобровский, Н.А. Торопова, 2002

© О.П. Мелехова, 2002

Понятие «биоразнообразия» вошло в широкий научный обиход в 1972 году на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, где экологи сумели убедить политических лидеров стран мирового сообщества в том, что охрана живой природы должна стать приоритетной при осуществлении любой деятельности человека на Земле. Через двадцать лет, в 1992 году в Рио-де-Жанейро во время Конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята Конвенция о биологическом разнообразии, которую подписали более 180 стран, в том числе и Россия. Активная реализация Конвенции о биоразнообразии в России началась после ее ратификации Государственной Думой в 1995 году. На федеральном уровне был принят целый ряд природоохранных законов, а в 1996 году Указом Президента РФ, утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», в которой в качестве одного из важнейших направлений развития России рассматривается сохранение биоразнообразия. Россия, как и другие страны, подписавшие и ратифицировавшие Конвенцию о биологическом разнообразии действует не в одиночку. Проект Глобального экологического фонда (ГЭФ) по сохранению биоразнообразия России, финансируемый Международным банком реконструкции и развития, стартовал в декабре 1996 года. С тех пор разработана и в 2001 году принята Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России, разрабатываются механизмы сохранения биоразнообразия, осуществляется поддержка национальных парков и заповедников, реализуются мероприятия по сохранению биоразнообразия и улучшению экологической обстановки в различных регионах. Проект ГЭФ и Национальная стратегия наряду с другими проектами по сохранению биоразнообразия в качестве приоритетных направлений предусматривают разработку и реализацию образовательных программ.

Настоящая серия учебных пособий и справочных материалов призвана хотя бы в некоторой мере заполнить тот вакуум, который существует в России. Казалось бы, что проблема сохранения биоразнообразия, обсуждаемая на самых разных уровнях, уже давно должна была найти отражение в учебных планах, образовательных

стандартах, по крайней мере экологических специальностей. Однако, как показал тщательный анализ Государственных образовательных стандартов, разделы, связанные с изучением феномена биоразнообразия, методами его оценки, значимости сохранения биоразнообразия для устойчивого развития и т.д. в явном виде не включены ни в один из них. Практически отсутствуют и учебные пособия по этой тематике.

Авторы, редакторы и другие участники проекта по созданию серии учебников, учебных пособий и справочных материалов для студентов вузов и работников системы особо охраняемых территорий России искренне надеются, что предлагаемые читателю материалы помогут ориентироваться в сложнейшей и многообразнейшей проблеме биоразнообразия. Список учебных материалов данной серии открывается переводом на русский язык, наиболее популярного за рубежом учебника Р. Примака «Основы сохранения биоразнообразия». Для удобства читателя остальные материалы объединены в три книги: «Сохранение и восстановление биоразнообразия», «География и мониторинг биоразнообразия» и «Социально-экономические и правовые основы сохранения биоразнообразия». Каждая книга снабжена собственным предисловием редакторов и глоссарием. Серия учебных материалов помимо книг содержит два лазерных диска и буклеты.

Участники проекта отдают себе отчет в том, что лишенных недостатков учебников и учебных пособий, особенно в первом издании, не бывает, поэтому будут искренне признательны за все замечания и предложения, которые позволят улучшить их структуру и содержание.

Научный руководитель проекта,  
член-корр. РАН Н.С. Касимов  
Директор Экоцентра МГУ,  
член-корр. РЭА А.В. Смуров

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое учебное пособие входит в серию книг, посвященных сохранению биоразнообразия. Она написана квалифицированными специалистами, имеющими большой опыт научной работы и преподавательской деятельности в данной области знания, и знакомит читателя с проблемами оценки, сохранения и восстановления биоразнообразия. В книге пять разделов: «Сохранение редких видов в России» (теория и практика, автор – В.Е. Флинт), «Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных (авторы – О.В. Смирнова, М.В. Бобровский, Л.Г. Ханина, Н.А. Торопова, Л.Б. Заугольнова), «Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова» (авторы – О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, Л.Г. Ханина, Н.А. Торопова), «Сохранение биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах» (автор – О.П. Мелехова) и «Современные проблемы сохранения и восстановления популяций редких видов хищных птиц» (автор – А.Г. Сорокин).

Работа В.Е. Флинта освещает классическое направление охраны природы – проблему сохранения редких видов. Автор излагает основные экологические закономерности в преломлении к конкретным ситуациям и видам. Значительное внимание уделено описанию Красной книги и концептуальным основам стратегии сохранения редких видов. Использован богатый опыт отечественных исследований и практической работы, произведен анализ структуры и содержания стратегии сохранения редких видов, приведены необходимые сведения о международных соглашениях и сотрудничестве в данном направлении. Этот раздел весьма полезен для практических работников и вместе с тем доступен широкому кругу учащихся с разным уровнем подготовки.

Две работы О.В. Смирновой с соавторами нацелены на оценку разнообразия растительных сообществ применительно к растительному покрову лесного пояса. Авторы знакомят читателей с общими закономерностями организации биогеоценологического покрова лесных территорий, а также с рядом методов анализа биоразнообразия растительных сообществ, видового и структурного разнообразия, оценки биоразнообразия локальных территорий с использованием геоинформационных технологий. Этот раздел

рассчитан на студентов или слушателей, имеющих базовую биологическую подготовку, и может служить курсом специализации. Руководство по полевой практике является весьма ценным пособием для решения таких принципиальных задач, как оценка уровня видового разнообразия и перспектив его сохранения на отдельных территориях и в конкретных условиях.

Работа О.П. Мелеховой посвящена проблеме сохранения биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах. Этот раздел включает обоснование роли биоразнообразия в обеспечении устойчивости экосистем и биосферы, а также обобщенное описание процессов трансформации природных экосистем при урбанизации. Дана краткая характеристика процессов деградации природной среды в промышленных зонах. Автор приводит сведения о влиянии городской среды на почвы, растительность, животный мир, водные системы. Обсуждаются принципы планирования застройки и организации городского хозяйства в преломлении к проблеме сохранения биоразнообразия и устойчивости экосистем. Этот раздел рассчитан на широкий круг читателей, в том числе – не имеющих специальной биологической подготовки. В работе А.Г. Сорокина проблема сохранения и восстановления биоразнообразия освещена применительно к опыту восстановления популяций редких видов хищных птиц. На базе многолетних исследований, выполненных во Всероссийском НИИ охраны природы, технология вольерного разведения хищных птиц и их интродукции в природу рассмотрена как метод сохранения и восстановления их популяций. Все разделы сопровождаются списками литературы, имеются программы соответствующих учебных курсов. Материал, включенный в эту книгу, может служить основой дисциплины «Сохранение биоразнообразия», которую авторы серии предлагают включить в качестве специальных дисциплин в образовательно-профессиональные программы подготовки студентов биологических и географических специальностей, а также слушателей курсов повышения квалификации для работников особо охраняемых территорий. В книге реализован разносторонний концептуальный подход к проблеме сохранения биоразнообразия. Учебное пособие содержит значительное количество конкретных сведений, полезных для практической работы и может быть предложено вниманию широкого круга читателей, интересующихся проблемами охраны природы и рационального использования биологических ресурсов.

## СОДЕРЖАНИЕ:

<a href="#">К учебной программе</a>	
ВВЕДЕНИЕ	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
<a href="#">РАЗДЕЛ I. СОХРАНЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ В РОССИИ</a>	7
(ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)	
От автора: что такое редкие виды?	7
Глава 1. Сохранение редких видов как особая проблема	8
1.1. Редкие виды и мы	8
1.2. Взгляд в историю и хронология вымирания	9
Глава 2. Красные книги – инструмент инвентаризации редких видов	10
2.1. Красная книга МСОП: прошлое и будущее	10
2.2. Красная книга СССР	12
2.3. Красная книга Российской Федерации	13
Глава 3. Концептуальные основы стратегии сохранения редких видов	15
3.1. Биологические параметры вида, их анализ и оценка	15
3.2. Лимитирующие факторы: характеристика и классификация	19
3.3. Научное обеспечение сохранения и мониторинга редких видов	23
Глава 4. Структура и содержание стратегии сохранения редких видов	27
4.1. Элементы стратегии сохранения редких видов	27
4.2. Методологические основы стратегии сохранения редких видов	28
4.3. Законодательная охрана редких видов в России	28
4.4. Территориальная охрана редких видов	34
4.5. Вольерное разведение редких видов	37
4.6. Репатриация в природу редких видов	41
4.7. Криоконсервация генома редких видов	45
4.8. Оптимизация взаимоотношений человека и животных	46
Глава 5. Структура и подготовка видовых стратегий	47
5.1. Вводные замечания	47
5.2. Схема структуры типовой стратегии сохранения редкого вида	48
Глава 6. Международное сотрудничество и партнерство	49

Рекомендуемая литература	51	Ранне- и поздне-сукцессионные виды деревьев	
Приложение 1	53	2.4. Оценка сукцессионного состояния лесных сообществ по демографической структуре популяций деревьев	85
Приложение 2	57	Глава 3. Методы анализа видового и структурного разнообразия растительных сообществ	87
<b>РАЗДЕЛ II. РУКОВОДСТВО ПО ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКЕ. МЕТОДЫ СБОРА И ПЕРВИЧНОГО АНАЛИЗА ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ И ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ</b>	59	3.1. Методы расчета видового разнообразия растительных сообществ и их комплексов (альфа-, бета- и гамма-разнообразии)	87
Введение	59	3.2. Эколого-ценотическая структура растительных сообществ	88
Глава 1. Сбор полевого материала	59	3.3. Оценка экологического пространства растительных сообществ	89
1.1. Маршрутные исследования территории, выбор модельных речных бассейнов или иных территорий. Выделение физиономически отличающихся вариантов растительных сообществ	59	3.4. Представление о потенциальной флоре локальных территорий	95
1.2. Сбор геоботанических данных для характеристики растительности на уровне фитоценозов	60	3.5. Оценка структурного разнообразия растительных сообществ	96
1.3. Сбор популяционно-демографических данных	62	3.6. Комплексная оценка сукцессионного состояния лесного сообщества	98
Глава 2. Первичная обработка материала	62	3.7. Типология растительных сообществ	100
Глава 3. Основные этапы анализа геоботанических данных	62	Глава 4. Методы анализа разнообразия растительного покрова локальных территорий	102
Глава 4. Справочные материалы для анализа демографических и геоботанических данных. диагнозы онтогенетических состояний липы сердцевидной, березы бородавчатой, ели европейской, сосны обыкновенной	67	4.1. Методы исследования растительного покрова элементарных речных бассейнов	102
Литература	77	4.2. Оценка биоразнообразия локальных территорий с использованием геоинформационных технологий	103
<b>РАЗДЕЛ III. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА</b>	78	Литература	107
Введение	78	<b>РАЗДЕЛ IV. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ РАЙОНАХ</b>	108
Глава I. Общие закономерности организации биогеоценотического покрова лесных территорий	78	Введение	108
1.1. Популяционная организация биогеоценотического покрова лесных территорий	78	Глава 1. Разнообразие биологических видов и его значение для биосферы	109
1.2. Представления о сукцессиях и климаксе с популяционных позиций	79	Глава 2. Урбанизация	112
Глава 2. Популяционно-демографические методы анализа биоразнообразия растительных сообществ	80	Глава 3. Особенности биотопов в городе	115
2.1. Периодизация онтогенеза и диагнозы онтогенетических состояний растений. Типы онтогенеза	81	Глава 4. Почвы города	116
2.2. Оценка состояния ценопопуляции по типу онтогенетического спектра	82	Глава 5. Водные системы города	118
2.3. Представления о популяционных стратегиях видов.	84	Глава 6. Растительность в городе	120
		Глава 7. Животные в городе	121
		Глава 8. Перспективы сохранения биоразнообразия в городе	123
		Глава 9. Принципы оценки состояния урбоэкосистем	125

Глава 10. Экологические принципы организации городской среды	127
Заключение	128
Литература	130
<a href="#">РАЗДЕЛ V. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ ХИЩНЫХ ПТИЦ</a>	132
Введение	132
Глава 1. Хищные птицы: новейшая история	133
Глава 2. Вольерное разведение хищных птиц	134
2.1. Отлов, транспортировка и содержание хищных птиц	135
2.2. Технология вольерного разведения хищных птиц	137
Глава 3. Интродукция в природу как метод сохранения и восстановления популяций хищных птиц	142
3.1. Реинтродукция сапсана на территории Москвы	145
3.2. Методические основы программы реинтродукции сапсана в Москве и Московском регионе	145
3.3. Выполнение работ по реинтродукции сапсана в Москве в 1996 году	147
<a href="#">ГЛОССАРИЙ</a>	149

## **Раздел I. Сохранение редких видов в России (теория и практика)**

### **От автора: что такое «редкие виды»?**

#### [Обратно в содержание](#)

Ответ на вопрос, что такое редкие виды, в принципе прост. Это – виды животных и растений, численность которых на планете сократилась настолько, что им грозит полное исчезновение. Но подобный ответ неизбежно влечет за собой другой вопрос: а что в этом страшного? Чем грозит человечеству исчезновение какого-нибудь вида жука, или мыши, или мало кому известной мелкой птицы. Я долго искал ответ, который бы мог удовлетворить не только профессионального биолога, но и любого «простого человека», преподавателя, административного работника, школьника, рабочего, пенсионера. И ответ этот пришел сам, причем совершенно случайно.

Однажды, направляясь на публичную лекцию о редких видах животных, я стоял на тротуаре и пережидал автомобильный поток, чтобы перейти улицу. И в это мгновение из-под одной машины вылетела и покатила мне под ноги гайка. Автоматически, не задумываясь, я поднял ее. Обыкновенная гайка, каких тысячи в каждой машине. Она еще хранила тепло умчавшегося автомобиля. Но меня вдруг осенило. Ведь автомашина – это сложная система, продуманная, целесообразная, прочная. В ней нет ни одной лишней детали, каждая выполняет свою определенную функцию, тесно связана с другими деталями. И если одна (хотя бы только одна!) гайка

## Глава 1. Сохранение редких видов как особая проблема

потерялась, значит, общие функции машины уже нарушены. Пусть незаметно на первый взгляд, но позже это обязательно скажется, это – начало конца. Изменяются нагрузки на другие гайки, и новые потери неизбежны, что в конечном итоге приведет к катастрофе. Не сразу, но обязательно.

Так и окружающий нас мир животных и растений. Миллионы лет совместной эволюции отработали сложнейшую биологическую систему, где каждый живой организм или биологический вид играет свою определенную роль, в целом обеспечивая устойчивость всей системы. В ней нет ничего лишнего, все убрано эволюцией, и исчезновение любого из звеньев непременно отразится на ее устойчивости. Человек тоже часть этой системы, он не может жить вне ее. Хотя бы уже потому, что ему для жизни необходим кислород, который содержится в воздухе, но производится растениями. Растения, в свою очередь, не могут существовать без животных. Чистота вод и плодородие почв также поддерживаются деятельностью живых организмов. Они же являются единственным источником питания человека, всей целлюлозы, составляют большую часть энергоресурсов и стройматериалов, половину лекарственных веществ и т.д. Утрата любого биологического вида одновременно означает опасность для человека, угрозу его существованию в рамках нарушенной биологической системы. А редкие виды – это как раз те виды, вероятность исчезновения которых особенно велика. Но не неизбежна!

Когда я рассказал все это далеко не научной аудитории, то впервые понял, что нашел верный ответ на вопрос, зачем нужно охранять редкие виды. В науке и технике человек достиг необычайных высот: он расщепил ядро, вышел в космос, практически заменил мозг компьютером, научился по старым чертежам и рисункам восстанавливать полностью уничтоженные памятники архитектуры и искусства (прекрасный пример – восстановление храма Христа Спасителя в Москве, взорванного в 1931 году). Но исчезнувший биологический вид – это то, что человеку восстановить не дано! Говоря техническим языком, он «восстановлению не подлежит». И не следует надеяться, что в далеком будущем в процессе эволюции вновь возникнет вид, аналогичный исчезнувшему. Эволюция, как и история, необратима. Поэтому отношение к каждому виду, находящемуся под угрозой исчезновения, должно быть особенно осторожным, бережным, любовным.

### 1.1. Редкие виды и мы

Каждый вид обладает неповторимым генофондом, сложившимся в результате естественного отбора в процессе его эволюции. Все виды имеют потенциальную экономическую ценность и для человека, поскольку невозможно предсказать, какие виды могут стать со временем полезными или даже незаменимыми. Возможности использования видов настолько непредсказуемы, что было бы величайшей ошибкой дать вымереть какому-то виду только потому, что сегодня мы не знаем его полезных свойств. Более 40 лет назад выдающийся американский эколог Ольдо Леопольд по этому поводу писал: «Самый большой невежда – тот человек, который спрашивает про растение или животное: а какой от него прок? Если механизм Земли хорош в целом, значит, хороша и каждая его часть, независимо от того, понимаем мы ее назначение или нет... Кто, кроме дурака, будет выбрасывать части, которые кажутся бесполезными? Сохранить каждый винтик, каждое колесико – вот первое правило тех, кто пробует разобраться в неведомой машине».

Наука ежечасно открывает новые, чрезвычайно полезные для человека свойства у видов, считавшихся ранее бесполезными или вредными. До сих пор лишь незначительная часть диких животных (и растений) исследована на содержание лекарственных веществ. Так, недавно в одной губке (*Tethya crypta*) из Карибского моря было обнаружено вещество, представляющее собой сильнейший ингибитор при различных формах рака, в частности лейкемии. Другое вещество из той же губки оказалось эффективным препаратом при лечении вирусного энцефалита и наметило переворот в лечении некоторых вирусных заболеваний. Ряд новых соединений для лечения гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний получено от многих видов губок, актиний, моллюсков, морских звезд, кольчатых червей и других животных, считавшихся недавно бесполезными.

Полное уничтожение вида где-либо – на коралловом рифе или в тропическом лесу, отмечается во Всемирной стратегии охраны природы, может стать причиной существования у человека неизлечимой болезни только потому, что был уничтожен источник

получения необходимого сырья для фармацевтической промышленности.

Немало других особенностей животных открывается человеку при их изучении. Обнаружено, например, что броненосцы – единственные животные, болеющие проказой, и при отыскании методов лечения этой болезни медицина во многом опирается на исследования этого вида животных. Многощетинковый морской червь (*Lumbrineris brevicirra*) с недавнего времени служит источником нейротоксического инсектицида «падан», очень эффективного в борьбе с колорадским жуком, хлопковым долгоносиком, рисовым точильщиком, капустной молью и другими вредителями, в том числе и с невосприимчивыми к фосфор- и хлорорганическим соединениям. Планктонный кокколлит (*Umbilicosphaera*), как было недавно установлено, способен в 10 тыс. раз сильнее концентрировать продукты урана по сравнению с их концентрацией в окружающей среде. Это открывает новый путь биологической очистки радиоактивных отходов. Также недавно открыто, что волосяной покров белого медведя – исключительно эффективный накопитель солнечного тепла, что дало исследователям ключ к разработке и изготовлению материала для одежды, предназначенной для ношения в полярных условиях.

В последние годы одной из важнейших глобальных проблем, стоящих перед человечеством, стало сохранение биологического разнообразия Земли. Биологическое разнообразие (или, как чаще говорят, биоразнообразие) – это совокупность и гармоническое сочетание генофонда, его носителей (животных и растений), их эволюционно сложившихся комплексов (экосистем). Человек – тоже часть биоразнообразия. Самым хрупким компонентом биоразнообразия, самым чутким интегрированным индикатором его неблагоприятных изменений являются редкие виды животных и растений. Исчезновение, вымирание каждого вида – не что иное, как тест на качество окружающей среды, на скрытые недостатки нашей работы по сохранению биоразнообразия, это – трещина в целостности структуры биоразнообразия. А сеть таких трещин означает его распад, гибель. Отсюда совершенно очевидно следующее: во-первых, утрата каждого вида – сигнал опасности, и, во-вторых, по состоянию редких видов можно судить о качестве окружающей среды. В то же время сохранение и восстановление каждого редкого вида означает восстановление его функций в экосистеме и, следовательно, должно

расцениваться как важный шаг к сохранению, а подчас и к реставрации биоразнообразия в целом.

Есть и еще один аспект – моральный. Вымирание вида – это в сущности доказательство нашего бессилия в управлении природой.

В связи с этим возникает ряд вопросов. Необратим ли в принципе процесс вымирания видов? Можно ли вообще остановить его в новых, сравнительно недавно сложившихся условиях? Или утрата видов и обеднение фауны неизбежны как своего рода «плата» за все, что привнес в природу человек? Для того чтобы ответить на эти вопросы, необходимо понять причины и оценить факторы, отрицательно влияющие на существование видов, создать условия, позволяющие компенсировать утраченное.

## **1.2. Взгляд в историю и хронология вымирания**

Эволюция представляет собой в конечном счете гармоническое сочетание двух непрерывных и противоположно направленных процессов: видообразования и вымирания. На всем протяжении истории Земли возникали новые виды и их группы (таксоны), приспособленные к определенным условиям существования в каждой конкретной природной ситуации. Параллельно те виды, которые не были приспособлены к новым природным условиям (как правило, более древние), вымирали либо под влиянием каких-то неблагоприятных факторов среды, либо не выдерживая конкуренцию с более молодыми, более приспособленными, прогрессивными видами. Таким образом, в самом процессе вымирания биологических видов нет ничего трагического или тревожного. Скорее напротив, это совершенно закономерное природное явление, один из механизмов эволюции. Вымирание не создавало экологического вакуума, не влекло за собой обеднения фауны Земли. Оно было реальным проявлением результатов эволюционного процесса.

Поскольку значительные перестройки земной поверхности (климатические, геологические и др.) происходят медленно, на протяжении многих миллионов лет, продолжительность «жизни» биологических видов была значительной. По подсчетам палеонтологов, средняя продолжительность «жизни» вида птиц составляла около 2 млн. лет, а млекопитающих – порядка 600 тыс. лет. Лишь немногие виды птиц и зверей просуществовали сравнительно короткое время, но и это «короткое» время измерялось десятками тысячелетий. Однако так было только до появления на Земле человека, который нарушил гармонию в жизни планеты.

Овладев огнем и примитивным оружием, человек еще в палеолите, т.е. более 250 тыс. лет назад, стал оказывать заметное влияние на животный мир. Первобытный человек был прекрасным охотником, знатоком повадок животных, использовал разные способы охоты и типы оружия. Крупные животные, немногочисленные уже только потому, что они крупные, оказались его первыми жертвами. В различных районах Земли это происходило в разное время. Так, например, в Европе человек еще 100 тыс. лет назад способствовал исчезновению лесных слонов и носорогов, несколько позднее – гигантского оленя, шерстистого носорога и мамонта. В Северной Америке он был причастен к исчезновению около 3 тыс. лет назад мастодонта, гигантской ламы, чернозубой кошки, огромного аиста, большой хищной птицы тераторн весом свыше 20 кг. Еще до появления европейцев древними полинезийцами около 1000 лет назад в Новой Зеландии было истреблено более 20 видов огромных птиц моа. Этот ранний период истребления человеком животных получил у археологов название плейстоценового перепромысла.

К сожалению, из-за отсутствия точных сведений о животных нельзя составить полного представления о степени воздействия на них человека не только в ту далекую пору, но и много позднее. До середины XVII века, а именно до публикации замечательной книги Карла Линнея «Система природы», не было научных описаний даже наиболее известных зверей и птиц. Датой, начиная с которой можно говорить об определенном виде животного и проследить его судьбу, выбран 1600 год.

С этого времени и по 1975 год, по данным Международного союза охраны природы и природных ресурсов, на Земле вымерло 74 вида (1,23%) птиц и 63 вида (1,43%) млекопитающих. Еще больше исчезло подвидов птиц и зверей (табл. 1.1). Из этого количества, по данным Д.Фишера, гибель более 75% видов млекопитающих и 86% птиц связана с деятельностью человека.

Таблица 1.1

**Вымирание млекопитающих и птиц в период с 1600 по 1975 гг.**

Век	Млекопитающие			Птицы		
	всего форм	виды	подвиды	всего форм	виды	подвиды
XVII	3	3	-	9	9	-
XVIII	11	8	3	9	9	-
XIX	26	18	8	68	34	34
XX	67	34	33	74	22	52

Всего	107	63	44	160	74	86
-------	-----	----	----	-----	----	----

Сколько же видов животных исчезло или истреблено человеком за последние 200–300 лет? Разные авторы определяют это число по-разному, но точно оно не установлено. По сути дела, оно и не может быть определено, так как достоверно неизвестно, сколько видов животных обитает сейчас на планете. По этой же причине вызывают большие сомнения и данные о скорости вымирания, которые нередко проскальзывают в научно-популярной литературе: один вид в минуту или каждые 15 минут. Впрочем, это не так уж и важно, ибо наша цель – остановить вымирание вообще. К тому же нередко исчезнувшие виды «воскресают», судя по тому, что их снова находят в каком-нибудь в неожиданном месте.

Судьба редких видов животных волнует людей уже давно, примерно с конца прошлого века. Однако по-настоящему отчетливо эта тема зазвучала только в середине XX столетия, после публикации ряда книг, посвященных выявлению редких видов, анализу причин обеднения фауны Земли, первых призывов к сохранению редких видов. Создание в 1948 году Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП) стало пусковым механизмом в области разработки теории вымирания видов. В 50–70-х годах XX века научные публикации, в том числе и монографические исследования по этой проблеме хлынули настоящим потоком. Этот поток еще более увеличился в 80-х годах, когда проблема сохранения редких видов оказалась включенной в разработанную МСОП Всемирную стратегию охраны природы. Решение проблемы развивалось в двух параллельных направлениях: инвентаризация редких видов нашей планеты и анализ и оценка причин вымирания или деградации биологических видов как стратегическая основа их сохранения.

## Глава 2. Красные книги – инструмент инвентаризации редких видов

### 2.1. Красная книга МСОП: прошлое и будущее

Первая организационная задача охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов – их инвентаризация и учет как в глобальном масштабе, так и в отдельных странах. Без этого нельзя

приступать ни к теоретической разработке проблемы, ни к практическим рекомендациям по спасению отдельных видов. Задача не простая, и еще 30–35 лет назад предпринимались первые попытки составить сначала региональные, а затем мировые сводки редких и исчезающих видов зверей и птиц. Однако сведения были или слишком лаконичны и содержали лишь перечень редких видов, или, напротив, очень громоздки, поскольку включали все имеющиеся данные по биологии и излагали историческую картину сокращения их ареалов.

МСОП объединил и возглавил в 1948 году работу по охране живой природы государственных, научных и общественных организаций большинства стран мира. В числе первых его решений в 1949 году было создание постоянной Комиссии по выживанию видов (Species Survival Commission), или, как принято называть в русско - язычной литературе, – Комиссию по редким видам.

В задачи Комиссии входило изучение состояния редких видов животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения, разработка и подготовка проектов международных и межнациональных конвенций и договоров, составление кадастра таких видов и выработка соответствующих рекомендаций по их охране.

Комиссия начала свою работу буквально с нуля. Нужно было выработать общие принципы подхода к охране редких видов, определить те виды, которым угрожала реальная опасность исчезновения или истребления, разработать систему их классификации, собрать колоссальный объем информации по биологии таких видов, чтобы выявить основные лимитирующие факторы. Сейчас, когда эта работа в значительной мере уже проделана, трудно представить себе, как сложна была задача на первых порах. Ведь даже четкого понятия «редкий вид» не существовало!

Основной своей целью Комиссия поставила создание мирового аннотированного списка (кадастра) животных, которым по тем или иным причинам грозит исчезновение. Чтобы подчеркнуть особую значимость этого кадастра, нужно было дать ему емкое, броское, запоминающееся название. И такое название было найдено. Сэр Питер Скотт, председатель Комиссии, предложил назвать его Красной книгой (Red Data Book). Красный цвет – сигнал опасности, и именно здесь он оказался уместным, как нигде. Немного сейчас найдется людей, которые бы ничего не слышали о Красной книге!

Первое издание Красной книги МСОП вышло в свет в 1963 году. Это было «пилотное» издание. В два ее тома вошли сведения о 211 видах и подвидах млекопитающих и 312 видах и подвидах птиц. Тираж был ничтожным, и Красная книга рассылалась по списку видным государственным деятелям и ученым. По мере накопления новой информации, как и планировалось, адресатам высылались дополнительные листы для замены устаревших.

Три тома второго издания книги вышли в 1966–1971 годах. Теперь у нее был «книжный» формат (21,0 x 14,5 см), но, как и первое издание, она имела вид перекидного толстого календаря, любой лист которого мог быть заменен новым. Книга по-прежнему не была рассчитана на широкую продажу, она рассылалась по списку природоохранным учреждениям, организациям и отдельным ученым. Количество видов, занесенных во второе издание Красной книги МСОП, значительно увеличилось. Но не потому, что резко изменилась ситуация. Просто за это время была собрана дополнительная информация. В первый том книги вошли сведения о 236 видах (292 подвидах) млекопитающих, во второй – о 287 видах (341 подвиде) птиц и в третий – о 119 видах и подвидах рептилий и 34 видах и подвидах амфибий.

Постепенно Красная книга МСОП совершенствовалась и пополнялась. В третьем издании, тома которого начали выходить в 1972 году, были включены сведения уже о 528 видах и подвидах млекопитающих, 619 видах птиц и 153 видах и подвидах рептилий и амфибий. Была изменена и рубрикация отдельных листов. Первая рубрика посвящена характеристике статуса и современного состояния вида, последующие – географическому распространению, популяционной структуре и численности, характеристике местообитаний, действующим и предлагаемым мерам по охране, характеристике содержащихся в зоопарках животных, источникам информации (литературе). Книга поступила в продажу, и в связи с этим был резко увеличен ее тираж.

Последнее, четвертое «типовое» издание, вышедшее в 1978–1980 годах, включает 226 видов и 79 подвидов млекопитающих, 181 вид и 77 подвидов птиц, 77 видов и 21 подвид рептилий, 35 видов и 5 подвидов амфибий, 168 видов и 25 подвидов рыб. Среди них 7 восстановленных видов и подвидов млекопитающих, 4 – птиц, 2 вида рептилий! Сокращение числа форм в последнем издании Красной книги произошло не только за счет успешной охраны, но и в результате более точной информации, полученной в последние годы. Но даже этот вариант сокращения списка животных, находящихся под

угрозой исчезновения, приносит определенное удовлетворение. Приходится отметить, что в Красной книге появились и новые виды, хотя число их и невелико.

Работа над Красной книгой МСОП продолжается. «Последнего» варианта ее в принципе быть не может. Это документ перманентного действия, поскольку условия обитания животных постоянно меняются и все новые и новые виды могут оказаться в катастрофическом положении. Вместе с тем усилия, предпринимаемые человеком, дают хорошие плоды, о чем свидетельствуют зеленые ее листы.

Вторая ветвь «бифуркации» идеи Красной книги – появление совершенно новой формы информации о редких животных в виде издания «Красных списков угрожаемых видов» (IUCN Red List of Threatened Animals). Они выходят также под эгидой МСОП, но официально и практически не являются вариантом Красной книги, не аналогичны ей, хотя и близки к этому. Такие списки опубликованы в 1988, 1990, 1994, 1996 и 1998 годах. Издание осуществляется Всемирным центром мониторинга окружающей среды в Кембридже (Англия) при участии более тысячи членов Комиссии по редким видам МСОП.

Структурную основу новой системы образуют два главных блока: а) виды, находящиеся под угрозой исчезновения и б) виды низкого риска. Первый блок подразделяется на три категории:

- виды в критическом состоянии (CR);
- виды угрожаемые (EN);
- виды уязвимые (VU).

По сути дела эти три категории и являются основными, предупреждающими о серьезности утраты видов в недалеком будущем. Именно они и составляют основной массив таксонов, заносимых в красные книги различного ранга. Второй блок состоит также из трех, но принципиально иных категорий:

- виды, зависящие от степени и мер охраны (cd);
- виды, близкие к переходу в группу угрожаемых (nt);
- виды минимального риска (lc).

Несколько особняком стоят еще две категории, не имеющие непосредственного отношения к проблемам охраны:

- виды, полностью исчезнувшие (EX);
- виды, сохранившиеся только в неволе (EW).

Нужно особо подчеркнуть, что Красная книга МСОП, как и Красные листы, не является юридическим (правовым) документом, а

носит исключительно рекомендательный характер. Она охватывает животный мир в глобальном масштабе и содержит рекомендации по охране, адресованные странам и правительствам, на территории которых сложилась для животных угрожающая ситуация. Эти рекомендации неизбежно, именно вследствие глобальности масштабов, носят самый общий, приблизительный характер.

## 2.2. Красная книга СССР

Красная книга СССР вышла в свет в августе 1978 года. Выпуск ее был приурочен к открытию XIV Генеральной ассамблеи МСОП, проходившей в СССР (Ашхабад).

Красная книга СССР разделена на две части. Первая посвящена животным, вторая – растениям. План рубрикации листов, посвященных животным и растениям, различен. Для животных приняты следующие рубрики: название и систематическое положение вида, категория статуса, географическое распространение, характеристика мест обитания и их современное состояние, численность в природе, характеристика процесса размножения, конкуренты, враги и болезни, причины изменения численности, численность в неволе, характеристика размножения в неволе, принятые меры охраны, необходимые меры охраны, источники информации. Все эти рубрики заполняются для каждого вида редких животных. Таким образом, информация по каждому виду более многообразна, чем в Красной книге МСОП. Но в первом издании Красной книги СССР принята более упрощенная шкала категорий статуса. Рассматриваются лишь две категории: виды, находящиеся под угрозой исчезновения (категория А), и редкие виды (категория Б). В категорию А были прежде всего занесены виды, вошедшие в Красную книгу МСОП (третье издание) и обитающие на территории СССР (этот принцип сохранился и впоследствии). Всего же в Красную книгу СССР было занесено 62 вида и подвида млекопитающих (25 форм отнесено к категории А и 37 – к категории Б), 63 вида птиц (26 видов к категории А и 37 – к категории Б), 8 видов земноводных и 21 вид пресмыкающихся. По каждому виду на соответствующем листе имеются рисунок и карта распространения.

Значение Красной книги СССР в охране редких видов многопланово. Сама по себе она не имела силы государственного юридического акта. Вместе с тем, в соответствии с Положением о Красной книге СССР, занесение в нее какого-либо вида означало установление запрета на его добывание, возлагало на

соответствующие государственные органы обязательства по охране как самого вида, так и его местообитаний. В этом аспекте Красная книга СССР была основой для законодательной защиты редких видов. Одновременно ее следует рассматривать как научно обоснованную программу практических мероприятий по спасению редких видов.

Естественно, что этим не исчерпывается значение Красной книги СССР. Неоценима ее роль как средства воспитания, как средства пропаганды разумного и бережного отношения к животным и растениям вообще и к редким в частности. Она показывает, что не все обстоит благополучно в мире, в котором мы живем. Уже само по себе появление Красной книги СССР – сигнал тревоги, призыв к активному действию в защиту десятков видов животных, которым грозит опасность исчезновения. Крайне важно, чтобы об этом знало как можно больше людей. Но Красная книга также вселяет надежду и веру в успех борьбы за спасение животных. Она стала символом, знаменем этой борьбы.

Красная книга СССР, как и Красная книга МСОП, должна была пополняться и дорабатываться, в соответствии с изменениями экологической ситуации в стране, появлением новых знаний о животных, совершенствованием методов их охраны. Поэтому сразу после выхода в свет Красной книги СССР (а может быть, даже и раньше!) начался сбор материалов для второго ее издания. Благодаря исключительно интенсивной работе группы высококлассных специалистов второе издание было опубликовано уже через шесть лет после первого, в 1984 году. Оно принципиально отличалось от первого и по структуре, и по объему материала, хотя издано было с той же роскошью, что и первое: красивый переплет с золотым тиснением, цветные иллюстрации, подготовленные знаменитыми художниками-анималистами, прекрасная бумага и печать.

Разница же заключалась прежде всего в том, что значительно расширился спектр крупных таксонов животных, вошедших в новое издание. В частности, в него вошли помимо четырех классов наземных позвоночных рыбы, членистоногие, моллюски и кольчатые черви. Красная книга растений была опубликована отдельным томом. Кроме того, вместо двух категорий статуса было выделено уже пять, как и в третьем издании Красной книги МСОП, причем и формулировки категорий практически были заимствованы из нее же: I категория – виды, находящиеся под угрозой исчезновения, спасение которых невозможно без осуществления специальных мер; II категория – виды, численность которых еще относительно высока, но

сокращается катастрофически быстро, что в недалеком будущем может поставить их под угрозу исчезновения (т.е. кандидаты в I категорию); III категория – редкие виды, которым в настоящее время еще не грозит исчезновение, но встречаются они в таком небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что могут исчезнуть при неблагоприятном изменении среды обитания под воздействием природных или антропогенных факторов; IV категория – виды, биология которых изучена недостаточно, численность и состояние вызывают тревогу, однако недостаток сведений не позволяет отнести их ни к одной из первых категорий; и наконец, V категория – восстановленные виды, состояние которых благодаря принятым мерам охраны не вызывает более опасений, но они не подлежат еще промысловому использованию и за их популяциями необходим постоянный контроль. Всего в это издание было занесено 222 таксона, включая виды, подвиды и популяции наземных позвоночных (занесение подвидов и популяций – это тоже новый шаг в совершенствование Красной книги СССР!). По охвату видового состава фауны эти таксоны распределялись следующим образом: млекопитающие – 96 таксонов, птицы – 80, рептилии – 37 и амфибии – 9 таксонов. По категориям статуса распределение в принципе было довольно равномерным: из млекопитающих 21 таксон был отнесен к первой категории, 20 – ко второй, 40 – к третьей, 11 – к четвертой и 4 – к пятой категории; из класса птиц соответственно 21, 24, 17, 14 и 4 таксонов; из рептилий – 7, 7, 16, 6 и 1; из амфибий – 1, 6, и 2 (таксонов, относимых к четвертой и пятой категориям среди амфибий не оказалось).

Значение этого издания Красной книги СССР необычайно велико. Прежде всего, в ней собран значительный материал по биологии редких видов, который используется еще и сейчас, через много лет после ее публикации. Этот же материал в значительной степени лег в основу республиканских красных книг, а позже и в Красную книгу Российской Федерации. Внутренняя структура оказалась отработанной так успешно, что не потеряла своего значения и по сегодняшний день.

Важно отметить также, что это издание Красной книги СССР было опубликовано уже после принятия Закона «Об охране и использовании животного мира», что означало введение особых мер охраны редких видов.

### 2.3. Красная книга Российской Федерации

В результате распада Советского Союза в 1991 году все нормативные правовые акты, которые прежде составляли законодательную основу нашей жизни, утратили свою легитимность. После становления России как независимого государства и реформы всей системы государственного управления в области охраны окружающей среды встал вопрос о подготовке издания Красной книги Российской Федерации на новой политической и административной основе. За научную основу Красной книги России была взята Красная книга РСФСР, хотя речь шла о принципиально новом издании. Работа по созданию Красной книги России была возложена на вновь созданное Министерство экологии и природных ресурсов РФ. В 1992 году при министерстве была создана Комиссия по редким и исчезающим видам животных и растений, к работе которой привлекли ведущих специалистов в области охраны редких видов из различных учреждений Москвы и других городов.

Несмотря на то, что в 1992–1995 годах название, структура и кадровый состав министерства многократно менялись, Комиссия по редким видам провела огромную работу. Например, было решено предложить шесть категорий статуса:

**0 – вероятно исчезнувшие.** Таксоны и популяции, известные ранее с территории (или акватории) Российской Федерации и нахождение которых в природе не подтверждено (для беспозвоночных – в последние 100 лет, для позвоночных животных – в последние 50 лет).

**1 – находящиеся под угрозой исчезновения.** Таксоны и популяции, численность особей которых уменьшилась до критического уровня таким образом, что в ближайшее время они могут исчезнуть.

**2 – сокращающиеся в численности.** Таксоны и популяции с неуклонно сокращающейся численностью, которые при дальнейшем воздействии факторов, снижающих численность, могут в короткие сроки попасть в категорию находящихся под угрозой исчезновения.

**3 – редкие.** Таксоны и популяции, которые имеют малую численность и распространены на ограниченной территории (или акватории) или спорадически распространены на значительных территориях (акваториях).

**4 – неопределенные по статусу.** Таксоны и популяции, которые, вероятно, относятся к одной из предыдущих категорий, но достаточных сведений об их состоянии в природе в настоящее время

нет, либо они не в полной мере соответствуют критериям всех остальных категорий.

**5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся.** Таксоны и популяции, численность и распространение которых под воздействием естественных причин или в результате принятых мер охраны начали восстанавливаться и приближаются к состоянию, когда не будут нуждаться в срочных мерах по сохранению и восстановлению.

Были разработаны стандартные правила составления очерков (листов) по видам (подвидам, популяциям), регламентированы иллюстративные материалы. Однако самое главное – это то, что были пересмотрены и дополнены списки видов, рекомендуемых для занесения в Красную книгу России. Всего по первому варианту было рекомендовано 407 видов (подвидов, популяций) животных, из них – 155 видов беспозвоночных (включая насекомых), 43 вида круглоротых и рыб, 8 видов амфибий, 20 видов рептилий, 118 видов птиц и 63 вида млекопитающих. 9 таксонов были отнесены к категории исчезнувших и 42 таксона предложены для исключения по сравнению со списком Красной книги РСФСР. Кроме того, был создан перечень таксонов, нуждающихся в особом контроле в природе. Собраны и отредактированы очерки (листы) по отдельным таксонам. В целом подготовка рукописи уже к 1995 году была практически завершена.

22 марта 1995 г. Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации приняла Федеральный закон «О животном мире», где снова регламентировалась важность создания Красной книги России. Как реализация этого положения последовало постановление Правительства РФ от 19 февраля 1996 г. № 158. Этот документ исключительно важен во многих отношениях. В нем, в частности, декларируется, что Красная книга Российской Федерации является официальным документом, содержащим свод сведений о редких и исчезающих видах животных и растений, а также необходимых мерах по их охране и восстановлению. Иными словами, она представляет собой государственный кадастр таких видов и научную базу для создания стратегий их сохранения и восстановления на территории Российской Федерации.

В окончательный вариант Перечня занесено 415 видов и подвидов, в том числе 155 таксонов беспозвоночных и 260 – позвоночных животных. Общий список по сравнению с Красной книгой РСФСР увеличен на 73%, причем главным образом за счет видов и подвидов

беспозвоночных животных (объем группы увеличен в 3 раза), а также рыб и рыбообразных (в 4 раза). В Перечень занесены новые макротаксоны (типы, классы): Кольчатые черви (13 видов), Мшанки (1 вид), Плеченогие (1 вид), Круглоротые (4 вида). Резко расширено число видов, представленных в Перечне только отдельными популяциями. Увеличение числа видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, не отражает суть качественных изменений. В результате тщательной проработки новейших данных из Перечня видов были исключены 38 таксонов. В том числе по причинам отсутствия угрозы исчезновения, пересмотра природоохранного статуса или роли территории России в сохранении генофонда.

В Красную книгу Российской Федерации в целом занесено 212 новых видов, в том числе все виды беспозвоночных животных (109) и 47 видов позвоночных животных, что связано в основном с изменениями в принципах отбора видов и появлением широкой информационной базы по отдельным группам животных. В связи с получением новейших данных об ухудшении природных популяций в Красную книгу России занесено еще 30 видов позвоночных животных. 23 вида занесены в связи с уточнением их природоохранного статуса.

Следует подчеркнуть то обстоятельство, что в отличие от большинства красных книг как мирового, так и национального уровней, занесение вида в Красную книгу России на основании Закона РФ «О животном мире» автоматически влечет за собой возникновение законодательной защиты, своего рода «презумпцию запрета добывания», независимо от категории статуса вида.

Красная книга Российской Федерации вышла в свет в 2001 году. Она представляет собой 860 страниц текста, иллюстрирована цветными изображениями всех занесенных в нее животных и картами их ареалов. Всего в Красную книгу Российской Федерации занесено 8 таксонов земноводных, 21 таксон пресмыкающихся, 128 таксонов птиц и 74 таксона млекопитающих, всего 231 таксон. Полный список таксонов представлен в Приложении 1.

### **Глава 3. Концептуальные основы стратегии сохранения редких видов**

#### **3.1. Биологические параметры вида, их анализ и оценка**

Под биологическими параметрами следует понимать такие категории,

как численность, плодовитость, структура популяции и т.д. Анализ и оценка их позволяют составить биологическую характеристику и выявить биологическую специфику каждого конкретного вида на определенном отрезке времени и в определенной ситуации\*. Каждый вид животного или растения – это уникальная биологическая и систематическая единица (основной таксон системы), сложившаяся в процессе длительной эволюции и обладающая поэтому специфическим набором адаптаций к соответствующим экологическим условиям среды обитания. Этот набор адаптаций, определяемый и характеризующийся биологическими параметрами каждого конкретного вида, обеспечивает потенциальную непрерывность существования вида во времени и пространстве. В тех случаях, когда качественные и/или количественные изменения экологических или иных условий под влиянием лимитирующих факторов превосходят возможности адаптивных свойств вида (или, иначе, допустимых значений биологических параметров вида), вид вступает в процесс деградации, завершающийся его полным исчезновением. Длительность и интенсивность процесса деградации могут быть различными. Иногда (и совсем не редко!) он может по тем или иным причинам приостанавливаться на значительные промежутки времени и принимать скрытую форму, что создает иллюзию его прекращения. Поскольку причины эти нам в большинстве случаев неизвестны, а периоды стабилизации процесса деградации могут быть очень значительными, эта иллюзия может перерасти в уверенность. Поэтому всегда следует помнить, что современное относительно стабильное состояние вида не может быть свидетельством и доказательством того, что он не вступил в процесс деградации, особенно при наличии определенных угрожающих предпосылок. Риск возобновления процесса деградации достаточно реален и велик.

Основная сущность процесса деградации – это устойчивое преобладание смертности над ежегодным приростом популяции. Направленность и результат такого процесса без активного вмешательства со стороны человека всегда однозначны. Та группа видов, которая к настоящему времени вступила в процесс деградации, получила название редких или находящихся под угрозой

---

\* Здесь и далее речь идет только о наземных позвоночных животных: млекопитающих, птицах, рептилиях и амфибиях, обладающих сходной жизненной стратегией.

исчезновения видов, и это служит основанием для занесения таких видов в красные книги, в том числе и в Красную книгу Российской Федерации, что придает им особый экологический и законодательный статус.

Процесс деградации видов, приближения их к рубежу, за которым следует вымирание, протекает по различным сценариям, зависящим от экологической специфики вида, определяемой биологическими параметрами каждого конкретного вида. Количественно определить универсальный экологический порог, за которым начинается деградация, на современном уровне знаний практически невозможно, хотя попытки такого рода предпринимались неоднократно. Более целесообразным представляется использование качественных критериев, позволяющих достаточно объективно судить о состоянии того или иного вида на основе характеристики, анализа и оценки его биологических параметров. К числу таких биологических параметров относятся в первую очередь численность, структура ареала, степень биологической специализации вида, успешность размножения и величина смертности, половая, возрастная и социальная структура популяции, реакция на изменение местообитаний, реакция на фактор беспокойства (степень антропофобии), подвижность (включая сезонные и иные миграции), в определенном смысле хозяйственная ценность вида.

*Численность* – несомненно важнейший биологический параметр. Именно численность и характер ее изменения во времени являются интегрированным показателем уязвимости и состояния вида в целом. Вместе с тем положительные или отрицательные изменения (флюктуации) численности – это непреложный закон всего живого, и необходимо четко отличать естественные (сезонные, годовые, многолетние) колебания численности от устойчивого и непрерывного ее снижения. Такой отрицательный тип динамики численности в первую очередь свидетельствует о начавшемся процессе деградации вида, о глубоком изменении всех или большинства необходимых для него экологических условий на всей площади ареала вида. Но это не единственный показатель.

*Структура ареала.* Под ареалом понимается участок земной поверхности (как суши, так и акватории), исторически или искусственно заселенный конкретным видом на протяжении всех или некоторых сезонов года в течение достаточно длительного периода времени. При анализе ареала вида как биологического параметра необходимо иметь в виду определенное непостоянство его границ,

конфигурации и площади, связанные либо с естественными причинами (климатические изменения, вызывающие пульсацию границ ареала, спонтанное расселение животных и другие причины), либо с воздействием антропогенных факторов (промышленное или другое строительство, распашка земель, сведение лесов, искусственное изменение гидросети и другие антропогенные процессы).

Естественные причины изменения структуры ареала, как правило, не влекут за собой угрозы возникновения процесса глубокой и необратимой деградации вида, и сами изменения, независимо от амплитуды колебаний, носят в той или иной степени временный характер (к этому вопросу вернемся позднее). Влияние антропогенного воздействия, напротив, приводит обычно к необратимым перестройкам его структуры, в преобладающем большинстве случаев неблагоприятным для существования вида. Поэтому знание генезиса (в том числе и прежде всего антропогенного) территории, занятой ареалом, имеет первостепенное значение при оценке его структуры как важного биологического параметра.

При характеристике, анализе и оценке структуры ареала как биологического параметра вида фактические размеры площади ареала часто не имеют определяющего значения. Известны виды, обладающие обширными по площади ареалами и, тем не менее, находящиеся на той или иной стадии процесса деградации. В большинстве случаев это связано с дисперсностью необходимых специфических местообитаний, имеющих ограниченную площадь и незональный характер при диффузном типе их размещения на больших площадях.

С другой стороны, серьезная исходная ограниченность площади естественного ареала в целом несомненно свидетельствует о жесткой и обычно древней связи вида с узким набором местообитаний и может служить сигналом (признаком) уязвимости вида при возникновении угрозы возможной антропогенной трансформации территории такого ареала. В связи с этим к особо уязвимым видам априорно следует относить все узкоареальные (эндемичные и реликтовые) биологические виды.

Одним из важнейших следствий воздействия антропогенных факторов на структуру ареала является его фрагментация, распадение на ряд более или менее изолированных участков обитания вида. Как правило, устойчивая (прогрессирующая) фрагментация ареала

неопровержимо свидетельствует о начавшемся процессе деградации вида, причем степень фрагментации обычно возрастает по мере усиления антропогенного воздействия на территорию ареала. Глубокая фрагментация резко отрицательно отражается на всех сторонах биологии вида, начиная с сокращения численности, изменения популяционной структуры, повышения смертности и кончая возникновением негативных генетических процессов.

*Экологическая специфика вида.* Каждый биологический вид адаптирован к определенному спектру экологических факторов, определяющих его связь с окружающей средой. Для одних видов необходимый набор этих адаптаций достаточно широк и гибок (эврибионтные виды). Такие виды могут успешно существовать при различных условиях и независимо от биологических качеств природной среды, блокируя ее возможные изменения за счет собственного экологического потенциала (экологическая валентность вида). Эти эврибионтные виды значительно более успешно противостоят антропогенным преобразованиям среды обитания и нередко находят в ней оптимальные условия поддержания высокой численности. В противоположность этим эврибионтным видам другие группы видов оказываются тесно и жестко связанными с узким кругом определенных экологических факторов (стенобионтные виды). Нарушение или дефицит таких факторов (качеств окружающей среды), как правило, прямо или косвенно связанных с антропогенной трансформацией местообитаний, приводит к неотвратимой деградации этих чувствительных и строго специализированных видов. Поэтому характеристика, анализ и оценка степени и природы экологической специализации вида как его биологического параметра в общем комплексе адаптаций являются особой и важной задачей при выявлении возможных причин уязвимости вида, а следовательно, и путей их нивелирования.

*Успешность размножения и смертность.* Соотношение плодовитости, успешности размножения и смертности – важный биологический параметр, определяющий годовой прирост численности популяции, а на протяжении длительных отрезков времени и саму динамику численности, и тенденции ее изменений. Плодовитость – в принципе показатель более или менее видоспецифичный и подвержен колебаниям в сравнительно узких интервалах. Напротив, успешность размножения и смертность прямо и жестко связаны с краткосрочными (годовыми) изменениями условий обитания и могут использоваться как первичный индикатор

состояния вида. Изменчивость этого биологического параметра может иметь как естественные (погодные условия, обеспеченность кормами и т.д.), так и антропогенные (нарушение местообитаний, воздействие химического загрязнения, нарушение структуры популяции и т.д.) причины.

Количественно определить величину показателя, при котором соотношение успешности размножения и смертности будет укладываться в какую-то общую «средневидовую» норму и который определяет годовой прирост популяции, практически невозможно. Эта невозможность связана с исключительной вариабельностью величины плодовитости, зависящей от многих факторов и определяемой биологической спецификой (жизненной стратегией) каждого вида (возраста наступления половой зрелости, величины потенциального приплода, социальной структуры популяции и т.д.). Для млекопитающих и птиц при самом общем подходе такой показатель годового прироста популяции составляет около 30% от исходной численности вступающих в размножение особей. Для амфибий, рыб и беспозвоночных животных такие показатели будут принципиально отличными и определение их представляет значительную трудность.

*Структура популяции.* Как и большинство других биологических параметров, структура популяции (хорологическая, половая, возрастная, социальная) регулярно или периодически претерпевает определенные преобразования, причины и глубина которых могут иметь как естественный (сезонный, многолетний или иной), так и антропогенный характер. Это обстоятельство необходимо учитывать при анализе и оценке этих преобразований.

Вместе с тем анализ структуры популяций как биологического параметра вида дает важный материал для оценки состояния вида, так как сам по себе этот параметр достаточно видоспецифичен и любое отклонение от нормы этой видоспецифичности свидетельствует об определенном неблагополучии в области других биологических параметров, прямо или косвенно связанных со структурой популяции. В частности, сдвиги в половой и возрастной структуре популяции могут быть следствием выборочной переэксплуатации популяции и одновременно причиной снижения потенциала размножения. Особого внимания заслуживают показатели, характеризующие эффективную численность популяции, то есть численность и процентный состав половозрелых размножающихся особей в популяции. Устойчивое сокращение этих показателей – очень тревожный симптом. С другой

стороны, соответствие эмпирически установленным видоспецифическим нормам в структуре популяции может служить индикатором устойчивого («нормального») состояния рассматриваемого вида.

*Характер связи с местообитаниями.* Реакция вида на изменение эволюционно обусловленных местообитаний, как и многие другие биологические параметры, неоднозначна и варьирует в сравнительно широких пределах. Для одних видов изменение или полное разрушение типичных естественных (исходных) местообитаний под воздействием антропогенных или иных факторов влечет за собой потерю кормовой базы, мест и условий размножения, обострение межвидовых отношений, изменение других необходимых для существования экологических факторов. Следствием этого является в первую очередь сокращение численности и фрагментация и/или сокращение площади ареала, означающие, как правило, начало процесса деградации вида. Для других видов утрата типичных местообитаний не влечет за собой таких катастрофических последствий, а в отдельных случаях создает дополнительные возможности для экспансии и расширения ареала. Принципиальные основы этого феномена рассмотрены в разделе, посвященном экологической специализации и экологической валентности видов. Здесь же следует лишь подчеркнуть, что утрата (разрушение) типичных местообитаний, вопреки широко бытующему представлению, далеко не всегда выступает как главный лимитирующий фактор. Это положение особенно важно учитывать при разработке проектов по восстановлению угасших или созданию новых популяций видов, находящихся на грани исчезновения. Будущее вида в этом случае зависит от степени его экологической специализации, а не от наличия местообитаний, абсолютно идентичных исчезнувшим.

*Миграции.* Необходимость миграций и способность к ним в той или иной степени характерны для подавляющего большинства животных. Для дальних сезонных мигрантов (птиц) это означает регулярно возникающую и неизбежную необходимость проводить значительное время как на трассе самой миграции, так и на местах зимовки, где основные природные условия и различные антропогенные воздействия принципиально отличны от тех, которые птиц находят в исходных местах гнездования. Поэтому, как правило, практически весь период между двумя последовательными сезонами размножения характеризуется особой уязвимостью птиц и сопровождается их

повышенной смертностью, которую необходимо компенсировать. Для мигрирующих млекопитающих этот аспект несколько сглажен, однако не снимается полностью. Это создает особую специфику и дополнительную сложность в охране всех мигрирующих животных, придавая ей отчетливо выраженный международный характер.

*Отношение к человеку.* Реакция на регулярное появление человека на территориях, имеющих особо важное значение для существования вида (места кормежки, размножения, линьки, концентрации на миграционных путях и т.д.), у разных видов и даже у разных особей одного вида различна и образует широкий диапазон от простого игнорирования до полного покидания территории визуальных контактов. Как правило, отчетливо негативная реакция проявляется только у млекопитающих и птиц, относящихся к крупным осторожным видам с развитой высшей нервной деятельностью. У мелких млекопитающих и птиц, а также у всех остальных систематических групп животных реакция практически нейтральная и вид человека не вызывает отрицательных эмоций или стресса. Несомненно, между этими крайними точками существует ряд переходов. Число типичных антропофобов (видов, не мирящихся с присутствием человека) сравнительно невелико и значительно уступает числу видов-антропофилов, из которых формируется группа синантропов. Среди антропофобных млекопитающих с некоторой долей условности можно назвать крупных хищников и многие виды копытных, а из птиц – журавлей, пеликанов, дроф, орлов, некоторых аистообразных и ряд других видов, обладающих крупными размерами. Нужно заметить, что антропофобия – признак не абсолютный, и характер отношения к человеку даже у отчетливо антропофобных животных при частых и не сопровождающихся агрессией со стороны человека визуальных контактах меняется, в результате чего антропофобия постепенно сменяется нейтральным отношением, а нередко и антропофилией. Пример тому – поведение крупных хищников в национальных парках Африки и США. Вместе с тем этот параметр при анализе и оценке всего комплекса биологических параметров редких видов игнорировать нельзя. Результаты анализа и оценки биологических параметров составляют основное содержание экологического паспорта редкого вида и являются важной составляющей стратегии сохранения этого вида, одним из инструментов научного обеспечения программы его сохранения и восстановления.

Таблица 3.1

**Соотношение биологических параметров вида и критериев угрозы**

<b>Биологические параметры</b>	<b>Индикаторы деградации вида</b>
Численность популяции вида	относительно стабильная, но исходно низкая; относительно высокая, но стабильно сокращается; – исходно малая и продолжает сокращаться.
Структура и площадь ареала	фрагментация ареала под влиянием антропогенных факторов; стабильное сокращение общей площади ареала; реликтовый характер ареала; – ареал эндемичного вида (узкоареальный вид).
Экологическая специфика вида	– жесткая и безальтернативная связь с определенными экологическими факторами (стенобионтный вид).
Успешность размножения и смертность	– размеры смертности устойчиво доминируют над успешностью размножения; – основные факторы смертности устойчиво прогрессируют; – успешность размножения низкая и устойчиво снижается.
Структура популяции	– устойчивые изменения в половой и возрастной структуре популяции; – устойчивое сокращение доли эффективной численности в популяции.
Характер связи с местообитаниями	– жесткая связь с определенными биотопами (стенотопность); – глубокая и необратимая трансформация необходимых местообитаний под воздействием антропогенных факторов.
Подвижность (включая регулярные дальние миграции)	– повышенная смертность во время дальних миграций; – изменение традиционных миграционных путей.

Отношение к человеку	– обостренная реакция на появление человека (антропофобия).
----------------------	---

Анализ биологических параметров как некоего определенного комплекса биологических характеристик вида позволяет создать теоретическую модель, отражающую общие экологические характеристики, которые свидетельствуют о начале или возможности начала процесса деградации любого конкретного вида, о его патологическом состоянии. Они являются основанием и причиной выделения (перехода) этого вида в особую категорию редких или находящихся под угрозой исчезновения видов. Такая модель представляет собой составную часть соответствующей матрицы (табл. 3.1).

При характеристике, анализе и оценке степени угрозы виду, определяющей необходимость занесения его в список нуждающихся в особой охране, для принятия положительного решения достаточно наличия хотя бы одного из приведенных в таблице индикаторов, свидетельствующих о реальной угрозе. Два или более индикаторов деградации вида сигнализируют о значительной угрозе, хотя сам характер угрозы может быть различной природы. При определении категории статуса вида это может иметь решающее значение и должно учитываться с особым вниманием и осторожностью.

### **3.2. Лимитирующие факторы: характеристика и классификация**

Как уже подчеркивалось, движущей силой процесса деградации вида обязательно являются реальные неблагоприятные изменения эволюционно сложившихся условий существования этого вида под воздействием так называемых лимитирующих факторов. Лимитирующими факторами среды называются такие внешние факторы, которые негативно влияют на биологические параметры вида, создавая угрозу деградации вида вплоть до полного его исчезновения. Набор таких факторов и форм их воздействия достаточно широк и разнообразен, но все они в той или иной степени отражаются на индикаторных показателях биологических параметров вида. Кроме того, каждый лимитирующий фактор – понятие интегрированное, и он может воздействовать на несколько таких индикаторных показателей. В связи с этим характеристика, анализ и оценка каждого лимитирующего фактора составляют исключительно ответственную и достаточно сложную задачу.

За очень редкими исключениями, лимитирующие факторы имеют антропогенное происхождение либо тесно связаны с антропогенным воздействием на природные экосистемы или на сам вид. Даже такие факторы, как возрастание пресса хищников, сокращение кормовой базы и возникновение эпизоотий, в основе своей связаны с антропогенными процессами. В принципе науке неизвестны ситуации, когда виды или их комплексы исчезли бы в последние тысячелетия без прямого или косвенного вмешательства человека. Сейчас, например, можно считать доказанным, что вымирание мамонта, шерстистого носорога и других крупных млекопитающих на рубеже плейстоцена и голоцена непосредственно связано с охотничьей деятельностью палеолитического человека. Поэтому воздействие антропогенных факторов по масштабности может быть сопоставимо только с глобальными климатическими или геологическими катаклизмами.

Спектр лимитирующих факторов, негативно воздействующих на биологический вид и в конечном итоге приводящих к его деградации, не только очень широк и разнообразен, но и не может считаться «завершенным», полным. Всегда существует вероятность возникновения совершенно новых лимитирующих факторов, не вписывающихся в готовые схемы. Тем не менее, возможности классифицировать лимитирующие факторы по степени и формам их воздействия на динамику процессов деградации видов существуют, хотя и не носят абсолютного характера, что имеет существенное значение при формировании стратегии сохранения конкретного вида.

В самых общих чертах весь набор таких лимитирующих факторов можно подразделить на две категории. К первой относятся факторы, уменьшающие возможности выживания популяций как следствие прямых потерь. В эту группу лимитирующих факторов входят:

- хозяйственная переэксплуатация биологических видов, в том числе нелегальная охота и добывание животных в коммерческих и иных целях, особо опасная форма переэксплуатации – грабительское выборочное охотничье и другое изъятие животных по какому-либо признаку (пол, качество трофеев и т.д.), влекущее за собой неизбежное и нежелательное изменение популяционной структуры вида, что может быть причиной его деградации и гибели;
- гибель животных на техногенных сооружениях и транспортных магистралях;
- гибель животных на миграциях и в местах зимовки (по различным причинам: пресс охоты, климатические аномалии и т.д.);

- гибель животных при сельскохозяйственных процессах (распашка, культивация, сенокосение, другие виды сельхозработ);
- химическое загрязнение среды обитания (аварийные разливы нефти, токсичные промышленные выбросы, ненормированное использование пестицидов, гербицидов, химических удобрений, нарушение норм их хранения, радиоактивное загрязнение);
- направленное уничтожение животных человеком (регулирование численности «вредителей», уничтожение хищников, представляющих угрозу жизни человека или домашних животных);
- неизбирательная гибель животных при лесных пожарах, при выжигании сухой растительности и других чрезвычайных ситуациях;
- гибель диких животных от эпизоотий, в том числе передаваемых домашними животными.

Ко второй категории лимитирующих факторов относятся факторы, сокращающие репродуктивные возможности популяций. В эту категорию, прежде всего, следует включить:

- трансформацию и разрушение местообитаний (биотопов), необходимых для размножения и обеспечения всех жизненных циклов вида (распашка естественных участков степной и другой аборигенной растительности, сведение или переруб лесов, осушение водно-болотных угодий, мелиорация аридных территорий, гидростроительство и другие изменения природной среды);
- биологическое загрязнение среды обитания («инвазионность»), принявшее к настоящему моменту поистине гигантские масштабы (завоз неаборигенных видов с древесиной, фруктами и другими товарами природного происхождения, нелегальная «акклиматизация», выпуск в природу надоевших экзотических животных, содержащихся в клетках и террариумах, или их случайный «побег», другие формы биологического загрязнения природной среды);
- фактор беспокойства (нерегулируемая рекреация в различных формах, проведение сельскохозяйственных, лесохозяйственных, строительных и иных работ в наиболее «ответственных» участках территории и в наиболее важное для вида время);
- фрагментацию ареала (фрагментация ареала представляет собой особый случай: она возникает как признак угрозы, как индикатор деградации вида, но, возникнув, сама становится лимитирующим фактором, определяющим численность, успешность размножения и другие стороны биологии вида).

Как уже упоминалось, воздействие лимитирующих факторов неоднозначно. В ряде случаев один и тот же лимитирующий фактор оказывает отрицательное воздействие на несколько биологических параметров вида, в других случаях несколько лимитирующих факторов фокусируются на одном биологическом параметре. В целом эта ситуация отражена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

### Основные формы проявления действия лимитирующих факторов

Лимитирующие факторы	Формы негативного проявления
Переексплуатация биологических видов	– общее сокращение численности вида; – нарушение половой, возрастной и социальной структуры популяций; – снижение успешности размножения; – увеличение пресса выборочного изъятия на отдельные систематические, возрастные, половые группы животных, ведущее к деградации этих видов; – разрушение экологических связей и общего баланса в экосистемах.
Гибель животных на техногенных сооружениях и транспортных магистралях	– общее сокращение численности вида; – нарушение структуры популяций.
Гибель животных на миграциях и в местах зимовок	– общее сокращение численности вида; – изменение путей миграции и мест зимовок.
Гибель животных при сельскохозяйственных и иных антропогенных процессах	– общее сокращение численности вида; – сокращение успешности размножения;
Химическое загрязнение среды обитания	– общее сокращение численности вида; – нарушение структуры популяций; сокращение успешности размножения.
Направленное уничтожение животных человеком	– общее сокращение численности вида; – усиление пресса воздействия человека на отдельные виды.

Неизбирательная гибель животных при возникновении чрезвычайных ситуаций	– общее сокращение численности вида.
Гибель животных от эпизоотий	– общее сокращение численности вида.
Трансформация и разрушение необходимых местообитаний	– сокращение площади и дальнейшая фрагментация ареала; – сокращение репродуктивного потенциала; – сокращение или утрата кормовой базы; – увеличение пресса хищников; – общее сокращение численности вида; – нарушение структуры популяций – прямое негативное воздействие интродуцентов.
Биологическое загрязнение среды	– усиление конкурентных отношений; – возможности нарушения генофонда; возникновение эпизоотий.
Действие фактора беспокойства	– сокращение площади ареала и необходимых местообитаний; – снижение потенциала размножения; – сокращение кормовой базы; – увеличение подвижности; – увеличение пресса хищников.
Углубление процесса фрагментации ареала	– дальнейшее сокращение площади ареала; – снижение успешности размножения; – нарушение половой, возрастной и социальной структуры популяций; – разрушение межпопуляционных связей; – возрастание возможностей межподвидовой гибридизации; – общее ослабление жизнеспособности популяций.

Приведенный в таблице краткий и во многом фрагментарный перечень лимитирующих факторов не раскрывает всего их действительного многообразия, а представляет в интегрированной форме лишь их основные группы (категории) и определяет причинные связи происходящих изменений в процессах деградации видов. Анализ материалов табл. 3 прежде всего показывает, что воздействие практически всех категорий лимитирующих факторов прямо или косвенно проявляется через сокращение численности конкретного вида, отражаясь на многих его биологических параметрах (разные формы нарушения структуры популяции, снижение успешности репродуктивного процесса, повышение естественной смертности, другие последствия), причем и здесь просматриваются определенные возможности ранжирования их значимости.

Второе по значению место занимают лимитирующие факторы, связанные с деструкцией ареала и углублением его фрагментации, приводящим к общему сокращению площади самого ареала, утрате необходимых местообитаний и снижению их биологических качеств, сокращению кормовой базы, увеличению пресса хищников и фактора беспокойства, возникновению угрозы гибридизации. Особое значение этих двух категорий лимитирующих факторов придает им приоритетность в общем порядке разработки мер по сохранению того или иного вида и на этом принципе следует строить основные положения общей стратегии сохранения редких видов.

Несомненно, этим не исчерпывается представление о природе и сущности лимитирующих факторов. Многие остаются нам неизвестными. Мы обращаем внимание прежде всего на явления, прямо или косвенно связанные с воздействием антропогенных факторов. Вместе с тем, несомненно, существует широкий спектр лимитирующих факторов, определяемых естественными процессами и причинами (генетические, чисто экологические, глобальные, в первую очередь – климатические). Воздействие многих из них замедленно, и поэтому трудно уловимо. В частности, результаты столетних и более длительных циклических колебаний климата, характеризующихся периодическим чередованием засушливых и влажных фаз, оказывает огромное влияние на весь водно-болотный комплекс, и это влияние трудно дифференцировать от влияния сугубо антропогенных воздействий на тот же самый комплекс. Поэтому сложно решить: что первично, а что вторично, что обратимо, а что нет. Для этого необходима научная информация, которую можно

собрать только на протяжении достаточно продолжительного периода времени, измеряемого подчас многими десятками лет. Нужно учитывать, что воздействие антропогенного комплекса – явление молодое, оно в значительной мере «лежит на поверхности» и вместе с тем наиболее опасно. Поэтому в практике мы обычно и прежде всего пытаемся именно с ним связать анализ современной ситуации, забывая об истории.

Нужно также иметь в виду, что воздействие антропогенных факторов, как правило, значительно глубже и быстротечнее, нежели природных. Поэтому совпадение по месту и времени этих двух групп факторов особенно опасно и именно оно приводит к необратимым изменениям, в частности к исчезновению отдельных видов и целых их комплексов. Но, поскольку антропогенные факторы более очевидны, мы часто склонны именно им приписывать ведущую роль, что не всегда оправданно. Примеров этому достаточно много. Переоценка антропогена так же опасна, как и недооценка значения и форм природных изменений среды обитания. Именно в результате такой недооценки большинство красных книг различного ранга и уровня переполнено «ложными» редкими видами. Однако и переоценивать воздействие климатических и других природных лимитирующих факторов на фоне стремительно возникающих и охватывающих громадные территории чисто антропогенных преобразований было бы чересчур оптимистично. Это ослабляет остроту момента, в каком-то смысле снижает чувство тревоги и ответственности за судьбу редкого вида.

Нужно отчетливо сознавать, что антропогенная трансформация биосферы в определенном смысле имеет характер глобальной катастрофы и антропогенный ландшафт – это ландшафт будущего. По всей видимости, уже через 100–200 лет он займет всю территорию земной поверхности за исключением, быть может, вечных льдов и горных вершин. Причины этого кроются в неконтролируемом и прогрессирующем росте народонаселения Земли, в безостановочном наращивании промышленности и сельского хозяйства, в постоянной потребности человека в источниках энергии, других процессах, сопутствующих «торжеству цивилизации». Мы будем поставлены перед необходимостью заново конструировать и создавать оптимальные ландшафты, достаточно устойчивые и обеспечивающие человечество кислородом, водой, пищей, энергией. Без сохранения генофонда животных и растений, без знания основных законов

природы, лежащих в основе создания и функционирования экосистем и биоразнообразия в целом, мы окажемся беспомощными.

### **3.3. Научное обеспечение сохранения и мониторинга редких видов**

В основе стратегии сохранения и мониторинга редких видов должна лежать определенная сумма знаний по их биологии. Вместе с тем изучение таких видов – задача непростая, и прежде всего потому, что оно принципиально отличается от стандартного фундаментального изучения биологии обычных видов. Сейчас очевидно, что изучение редких видов составляет особую, совершенно самостоятельную отрасль зоологии, характеризующуюся собственным объектом изучения, собственными подходами, задачами и методами. По сути дела, эта отрасль зоологии – наука о редких видах – вполне заслуживает и терминологического определения.

Специфика объекта изучения науки о редких видах заключается в том, что, в отличие от фундаментальной зоологии, мы имеем дело с видами, находящимися в процессе угасания, деградации, т.е. в патологическом состоянии. Отсюда следует второй вывод: если основной задачей фундаментальной зоологии является получение суммы знаний, обеспечивающих понимание места и роли вида в эволюции, системе и биоценозе (и в хозяйственной деятельности человека), то при изучении редких и исчезающих видов мы, прежде всего, обращаем внимание на сбор и анализ фактов, с одной стороны, определяющих органическую основу патологического состояния вида, и с другой – так или иначе способствующих прекращению, блокировке этого состояния. Таким образом, общая система научной информации, получаемой при изучении редких видов, оказывается принципиально иной. Многие разделы фундаментальной зоологии, такие, как морфология, систематика и некоторые другие, при изучении редких видов практически ценности не представляют.

Методика полевых исследований при изучении обычных и редких видов в общем смысле идентична. Однако отчетливо просматривается и существенная разница, вытекающая из самой специфики редких и исчезающих видов и из тех задач, которые стоят перед исследователем патологии вида.

Основным методическим приемом при изучении биологии обычного вида является анализ достаточно большой и репрезентативной выборки из популяции, изъятой из природы. Такой анализ дает информацию о половом и возрастном составе популяции,

об особенностях самого репродуктивного процесса, об эмбриональном и постэмбриональном росте и развитии, о формировании и смене покровов, о питании, составе кормов и многих других важных параметрах. При изучении же редких видов, биологическая ценность каждой особи которых несоизмеримо выше, этот прием, по вполне понятным причинам, полностью исключается, а исследование соответствующих параметров в значительной мере переходит в функции зоопитомников, где животные содержатся в искусственно созданных условиях. Лишь в отдельных случаях оно может строиться на единичных, часто косвенных данных, полученных благодаря наблюдениям в природе.

Второй методический прием, составляющий основу изучения обычных видов – мечение животных. Он дает информацию самого различного плана: об использовании ареала, о территориальности, о подвижности и т.п. Этот прием предусматривает массовый отлов животных, что ограничивает арсенал методических средств исследователя, занимающегося изучением редких видов в связи с малочисленностью объекта исследования и риском стрессовых ситуаций (во всяком случае, при работе с высшими позвоночными – млекопитающими и птицами). Допустимым следует считать только единичный отлов животных для специальных методов слежения (телеметрия, космическое слежение).

Однако главное различие между изучением обычных и редких видов животных составляют задачи и конечные результаты исследования, и эта разница носит принципиальный характер. Отсюда вытекают различия в требованиях, предъявляемых к научной квалификации исследователей, посвятивших свою работу изучению этих двух категорий животных. Нужно отчетливо представлять себе, что быть высококвалифицированным териологом, орнитологом или герпетологом еще не означает быть специалистом по изучению редких видов. Для того чтобы стать профессионалом в области науки о редких и исчезающих видах, необходимо не только адаптироваться к иному методическому арсеналу, но и принять специфику задач исследования и главное – перестроить само научное мышление. Это особенно важно иметь в виду при определении круга так называемых учреждений-кураторов и оценке их кадрового научного потенциала. Нужно помнить, что попутный сбор материала по редким видам невозможен или, по меньшей мере, неэффективен. Нужно быть готовым и к тому, что истинно ценная и новая научная информация

может оказаться мизерной по объему (не по значению!) даже после упорных исследований.

Средством решить обсуждаемые противоречия может быть подготовка специальных целевых программ по изучению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. В таких программах должны быть сконцентрированы наиболее важные задачи и вопросы, обеспечивающие научной информацией как видовые стратегии сохранения и восстановления животных, занесенных в красные книги, так и специальные программы, направленные на реализацию этих стратегий. В связи с биологической спецификой отдельных групп и видов животных целевые программы по изучению, как уже говорилось, не могут быть универсальными, однако общие вопросы и требования очерчиваются достаточно четко, поэтому в известном смысле представляется возможным говорить о типовой программе или, по крайней мере, о принципах ее реализации.

Основными пунктами целевой программы изучения, восстановления и мониторинга редких видов животных в соответствии с предыдущими разделами главы являются следующие.

**Изучение численности.** Численность – один из главных показателей, на основании которых вид не только заносится в Красную книгу, но и причисляется к той или иной категории статуса. При изучении численности наибольшее значение придается определению общей численности вида (хотя бы в экспертной оценке), распределению численности в пределах ареала, выявлению долгосрочных тенденций изменения численности и анализу факторов, лимитирующих численность. Сезонные и краткосрочные колебания численности представляют значительно меньший интерес.

**Изучение ареала.** Характеристика ареала также относится к числу важнейших критериев при определении статуса того или иного вида. Реликтовость, эндемичность, специализация биологического вида всегда тесно связаны с особенностями структуры ареала. Изучение структуры ареала и степени его фрагментарности позволяет выявить точки или области, имеющие первостепенное значение для существования вида, независимо от того, являются ли они своего рода опорными пунктами для благополучия вида или, наоборот, наиболее «узкими» местами, где угроза существованию вида максимальна. Таким образом, изучение сезонной изменчивости внутренней структуры ареала позволяет выявить критические точки и может сыграть решающую роль в разработке и реализации программ по сохранению редких видов. Особое значение имеет изучение степени

фрагментации ареала, так как при определенных условиях она порождает угрозу генетической полноценности вида.

Второе важное направление в изучении ареала – это исторический аспект, позволяющий реконструировать ареал вида в прошлом. Важное значение этого подхода к изучению ареала состоит в том, что территорию реконструированного (или, как чаще говорят, восстановленного) ареала следует рассматривать как наиболее предпочитаемое место реинтродукции или репатриации редкого вида. На практике этим правилом нередко приходится пренебрегать, поскольку соответствующие территории оказываются чрезмерно трансформированными, однако, при прочих равных условиях, приоритет всегда должен оставаться за ними.

**Изучение местообитаний.** При изучении обычных видов животных исследователи специального внимания анализу местообитаний не уделяют и, как правило, ограничиваются краткой характеристикой ландшафтных или ботанических выделов. В известных пределах это оправдано. Однако, когда речь идет о редких видах, изучение местообитаний становится одной из важнейших задач, так как чаще всего именно от наличия соответствующих местообитаний зависят возможности существования того или иного вида на данной территории, причем круг таких местообитаний может быть очень узким и, кроме того, меняться в зависимости от сезона и других факторов. Иными словами, наличие необходимых местообитаний часто определяет выживание вида. Поэтому в целевых программах изучения редких видов должно быть предусмотрено скрупулезное исследование и описание основного набора местообитаний вида с выделением главнейших (приоритетных) из них относительно всех сезонов года, определение их площади и биологической емкости, а также выявление перспектив и характера их изменений в будущем, особенно под влиянием антропогенных факторов. Изучение местообитаний обязательно должно быть комплексным, т.е. в нем помимо зоологов должны принимать участие ботаники, энтомологи, паразитологи и другие специалисты, что обеспечит более полную характеристику местообитания как биоценоза. Одна из важнейших задач такого исследования – установление форм и границ деградации, за которыми местообитание теряет свое значение для рассматриваемого редкого вида. Эти границы могут быть очень тонкими, еле уловимыми, и выявление их – дело непростое. Например, пригодность гнездовых местообитаний дрофы, по-видимому, определяется достаточным богатством наземной

энтомофауны в послегнездовый период, а не высотой или составом травостоя, которые до сравнительно недавнего времени считались решающим фактором.

Следует заметить, что трансформация (разрушение) местообитаний, которое большинством зарубежных специалистов оценивается как основной лимитирующий фактор, далеко не всегда сказывается так катастрофично. Благодаря широкому спектру приспособительных реакций даже стенотопные виды иногда находят возможность избежать фатального действия этого фактора. В одних случаях это своего рода ассимиляция вновь возникшего антропогенного ландшафта (в частности, переход дрофы и журавля-красавки на гнездование с целинной степи на пашню), в других – расселение (эмиграция) в чуждые ландшафты и даже ландшафтные зоны (расселение полевого луня в лесную и тундровую зоны). Численность видов при этом не сократилась. С этим нужно считаться при оценке действия этого лимитирующего фактора.

При реинтродукции или репатриации редких животных характеристика местообитаний является важнейшим критерием определения пригодности новых территорий. Поскольку местообитания на этих новых территориях могут оказаться не идентичными исходным, особое значение приобретает определение уровня своего рода «допуска», позволяющего без ущерба для жизнеспособности вида искусственно заменить одно местообитание другим, сходным по наиболее важным параметрам. Практика показывает, что животные часто оказываются более пластичными, чем мы это представляем, однако в каждом биологическом параметре существуют критические величины, переступить которые вид не в состоянии. Особенно часто такие критические величины связаны с кормовой базой, глубиной, сроками и характером снежного покрова, защитными условиями, степенью обзорности территории, свойствами грунта и другими подобными факторами, которые можно выявить только при внимательном и всестороннем анализе исходных местообитаний.

**Изучение репродуктивного процесса.** Задачи, стоящие перед исследователем, изучающим размножение редкого и обычного вида, практически идентичны, а единственное принципиальное различие состоит в невозможности анализа выборки из популяции. Следствия этого различия, тем не менее, достаточно серьезны, так как современный исследователь редких видов не может получить информацию о ряде деталей размножения, таких, например, как

возраст достижения половозрелости, величина эмбриональной смертности, наличие и количество неразмножающихся особей в популяции, годовое количество циклов размножения и т.д. Получение этих данных возможно только при работе с животными в искусственно созданных условиях. Так, точные данные о длительности инкубации и ее температурном режиме у журавлей, дроф и некоторых других осторожных птиц были получены только в зоопитомниках и зоопарках. Литературные сведения касающиеся этих вопросов, к сожалению, чрезвычайно бедны, а часто и неверны.

При изучении размножения редких видов в природных условиях следует выделять в специальный раздел исследование сопутствующих абиотических факторов среды – температуры, влажности, длины светового дня и т.д. Эта информация крайне нужна при моделировании условий и режимов при искусственном разведении редких видов в зоопитомниках и зоопарках.

**Изучение общей структуры популяции.** Информация о половой, возрастной и социальной структуре популяции редкого вида необходима для общей оценки состояния популяции, а также при формировании групп животных для разведения в зоопитомниках и для реинтродукции. Получение этой информации обеспечивается теми же методами, что и при изучении обычных видов, однако возможности исследования более ограничены из-за отсутствия анализа выборки из популяции.

**Изучение генетической структуры популяции.** Несмотря на то, что характеристика генетической структуры популяции имеет огромное значение, данных в этой области накоплено мало. Исследования, построенные на методе электрофореза и других современных методик, довольно сложны, хотя и дают интереснейшие результаты. Нужно надеяться, что в дальнейшем этот подход получит более широкое развитие и применение.

**Изучение поведения животных.** Информация о различных аспектах поведения животных в изучении редких видов играет второстепенную роль. В частности, в целевые программы нецелесообразно включать разделы, связанные с изучением брачного, кормового, социального поведения, исследованием коммуникативных систем, эволюционных аспектов поведения. Существенную ценность, однако, представляет изучение тех форм поведения, которые связаны с реакцией на человека и на человеческую деятельность, среди которых наибольшее значение имеют формы поведения, способствующие развитию синантропизации животных.

Положительными индивидуальными реакциями в этом плане могут обладать отдельные особи на фоне в общем негативной реакции популяции в целом, и эти случаи проявления положительных реакций следует тщательно фиксировать. Животные, проявляющие такие формы реакции, представляют особую ценность как потенциальные основатели полусинантропной популяции. Их следует охранять с особой тщательностью.

**Изучение смертности.** Получение количественных показателей смертности и ее причин представляет собой одну из важнейших задач в изучении редких видов. Особенно важно выявление смертности от антропогенных факторов и естественных причин. К сожалению, методически это не всегда возможно, и исследование часто строится на основе анализа косвенных признаков.

**Изучение питания.** Знание естественного рациона животных, относимых к категории редких, исключительно важно и для оценки кормовой емкости местообитаний, и для содержания и разведения их в зоопитомниках. Вместе с тем вопрос этот достаточно сложен, так как простейший метод изучения питания – анализ содержимого желудков или зобов – исключен. Единственный доступный сейчас метод установления списка кормовых объектов – это прямые наблюдения в природе, что не всегда дает желаемый эффект и совершенно не обеспечивает количественную сторону анализа. Ценнейшие сведения иногда содержатся в более старых публикациях, относящихся к «доохранным» периоду.

Важным моментом также является анализ возможностей трофической конкуренции с более многочисленными видами.

**Изучение влияния антропогенных факторов.** При изучении биологии обычного вида задача рассмотрения и анализа воздействия на него антропогенных факторов практически даже не ставится. В отношении же редких видов она приобретает первостепенное значение и решаться должна в нескольких аспектах.

Наиболее важный вопрос – выявление реакции животного на антропогенную трансформацию местообитания, особенно на местообитания, с которыми животное связано в репродуктивный период или в определенные «узкие» периоды годового цикла. От гибкости, пластичности этих реакций иногда может зависеть сама возможность существования вида в целом.

Второй по значению вопрос – выявление реакций на фактор прямого беспокойства. Норма таких реакций крайне изменчива у отдельных особей и даже популяций и выражается той или иной

степенью толерантности по отношению к человеку. Для многих видов животных возможности обитания на какой-то территории прямо связаны с частотой появления там людей. С другой стороны, в составе этих же самых видов встречаются особи с повышенной толерантностью, для которых соседство с человеком не представляет исключительного явления. Чаще, однако, изменчивость толерантности связана с сезонностью социальной структуры или характерна для географически разобщенных популяций.

Изучение степени толерантности животных имеет очень большое значение, так как она определяет потенциальные возможности вида существовать в полусинантропном состоянии. В свою очередь, нужно привыкать к мысли, что в отдаленной перспективе для сравнительно крупных и, как правило, более осторожных животных полусинантропизм может стать единственно возможной формой существования.

Наконец, третий вопрос связан с изучением воздействия антропогенных факторов. Это – прогноз возможных конфликтных ситуаций между человеком и редким видом, численность которого может быть восстановлена до достаточно высокого уровня. Такая конфликтная ситуация создалась несколько лет тому назад с крупными хищниками – тигром, белым медведем и некоторыми другими. В дальнейшем круг таких конфликтов может значительно расшириться.

Таковы основные принципы и задачи, определяющие структуру и содержание целевых научно-исследовательских программ в области сохранения редких видов животных. Конечная цель этих программ – выявление и оценка лимитирующих факторов, составляющих причинную основу патологического состояния таких видов, создание научной базы для конкретных подходов к разработке системы механизмов, блокирующих эти факторы. В зависимости от биологических особенностей каждого из видов программы могут существенно различаться, однако в целом круг рассматриваемых в них вопросов служит базой для создания и реализации видовых стратегий.

#### **3.4. Мониторинг редких видов**

Мониторинг редких видов животных и растений входит в качестве составляющей в Единую государственную систему экологического мониторинга России (ЕГСЭМ). Программа ЕГСЭМ обеспечивает регулярные и выполненные по определенной программе наблюдения, сбор, обобщение и оценку полученных данных, а также прогнозы

состояния отдельных природных сред и объектов. В отношении редких видов животных ЕГСЭМ может не только осуществлять «обслуживание» подготовки списков видов, заносимых в красные книги (федеральную и региональные), но и обеспечивать возможности слежения за потенциальными кандидатами в эти списки, прогнозировать деградацию их как биологических видов. К сожалению, пока ЕГСЭМ в ряде разделов находится в стадии разработки и конкретные программы мониторинга редких видов, а тем более кандидатов в редкие виды, еще полностью не сформулированы. Рассматриваемая программа сбора материалов по редким видам может послужить серьезной базой для соответствующего раздела ЕГСЭМ.

Следует особо подчеркнуть, что систематические наблюдения, составляющие основу мониторинга, наиболее целесообразно организовывать на территориях, в наименьшей степени трансформированных антропогенной деятельностью и неэксплуатируемых в настоящее время, что обеспечивает их максимальную экологическую целостность и стабильность. К числу таких территорий в первую очередь относятся государственные заповедники России, где, кроме всего прочего, существует штат высококвалифицированных специалистов.

## Глава 4. Структура и содержание стратегии сохранения редких видов

### 4.1. Элементы стратегии сохранения редких видов

Основная задача стратегии сохранения и восстановления редких видов заключается в регламентации механизма, направленного на защиту биологических параметров вида от негативных воздействий лимитирующих факторов и их модификаций, на стабилизацию этих параметров на оптимальном уровне. В основе такого механизма должна быть заложена практическая возможность полного или частичного блокирования негативного воздействия всех лимитирующих факторов. Эта задача решается путем реализации комплекса специальных методических приемов (элементов стратегии), в основе которых лежат более общие подходы, обозначаемые как элементы стратегии сохранения редких видов. Именно во взаимодействии всех элементов стратегии будет состоять ее главный стержень, ее реальная основа, гарантирующая

действенность механизма в целом. Возможность найти пути к успешному блокированию негативного воздействия лимитирующих факторов определяет в конечном счете успех решения проблемы сохранения каждого конкретного вида.

Элементы стратегии по их значимости для сохранения вида в целом можно подразделить на две основные категории.

**I категория.** Базовые (основные) элементы стратегии, которые в комплексе определяют принципиальную защищенность вида на основных уровнях организации жизни:

- клеточном (половые и соматические клетки);
- организменном (особь или группа особей);
- популяционном (естественная популяция);
- видовом (рассматриваемый биологический редкий вид);
- экосистемном (вид как компонент экосистемы).

Только такой комплексный подход обеспечивает сохранение и целостность всех наиболее важных биологических параметров вида и существование самого вида, как такового. К этой категории элементов стратегии относятся пять основных форм защиты:

- *законодательная охрана*, обеспечивающая нормативную правовую основу сохранения вида на всех надклеточных уровнях организации жизни;
- *территориальная охрана*, направленная на сохранение экосистем, восстановление и в отдельных случаях расширение ареала вида за счет совершенствования и оптимизации сети особо охраняемых природных территорий, включая создание резервных зон и сети миграционных коридоров (сохранение на экосистемном и видовом уровнях);
- *разведение «ex situ»* на базе специальных зоопитомников и зоопарков с целью сохранения генофонда на уровне группы особей (видовой и индивидуальный уровень), накопления резерва особей для реинтродукции в природу (репатриации) и снижения нагрузки (пресса) коммерческого использования на природные популяции;
- *реинтродукция* (репатриация) животных из питомников для поддержания угасающих и восстановления исчезнувших, в отдельных случаях для создания новых популяций (сохранение на популяционном и видовом уровнях);
- *сохранение генофонда* в генетических банках (криобанках) в виде глубоководнозамороженных в жидком азоте и другими методами половых и соматических клеток, предназначенных для длительного хранения (сохранение вида на клеточном уровне).

**II категория.** Дополнительные (факультативные) элементы стратегии, используемые в качестве специальных механизмов или мер, поддерживающих, оптимизирующих и усиливающих результативность базовых элементов стратегии сохранения редких видов. К этой категории относятся две группы элементов стратегии, из которых первую составляют меры, направленные на оптимизацию взаимоотношений между человеком и редким видом, а вторую – различные формы экологического просвещения и образования всех категорий граждан России. Поскольку экологическое просвещение составляет важную и совершенно самостоятельную область в проблеме сохранения природы и биоразнообразия, останавливаться сколько-нибудь подробно на ее анализе в этой книге нецелесообразно.

Оптимизация взаимоотношений между человеком и животными как элемент стратегии их сохранения ориентирована на решение конкретных специфических (нештатных) ситуаций и носит в известной мере локальный характер. Методические приемы, составляющие этот элемент стратегии, достаточно разнообразны и перечень их не может считаться завершенным, оставляя обширное поле для проявления разного рода инициатив как научного, так и общественного характера.

Грань между функциональным проявлением или результатом воздействия базовых и факультативных элементов стратегии не всегда отчетлива. Базовые элементы гарантируют сохранение важнейших параметров вида, тогда как факультативные – более частные механизмы решения тех же проблем. Поэтому приведенная схема не абсолютна и достаточно гибка. Все зависит от конкретной ситуации (лимитирующих факторов), биологических параметров рассматриваемого вида и степени его деградации.

#### **4.2. Методологические основы стратегии сохранения редких видов**

При разработке и реализации таких стратегий методологический фундамент должны составлять четыре экологических постулата.

1. Каждый таксон представляет собой сложную систему, отражающую определенные уровни организации жизни и построенную по иерархическому принципу. В тех случаях, когда объектом рассмотрения является вид, отнесенный к категории редких, необходимым и достаточным следует признать существование пяти упомянутых выше основных категорий. Различные лимитирующие факторы по-разному воздействуют на эти уровни, и стратегия охраны

вида должна отражать эту разницу, а при необходимости блокировать все формы воздействия для этих пяти категорий.

2. Лимитирующие факторы воздействуют на вид не изолированно, а в комплексе. Поэтому любая стратегия – понятие комплексное. Поскольку спектр лимитирующих факторов достаточно широк, формы воздействия их неоднозначны и определяются в каждом конкретном случае спецификой биологических особенностей и параметров самого вида, ни одна предложенная стратегия не может в принципе быть универсальной, она всегда уникальна и видоспецифична. Единого «ключа» здесь нет и быть не может. Таким образом, любая стратегия сохранения редкого вида должна быть поливекторной. Сравнительно редким исключением могут быть только стратегии, направленные на спасение видов, очень близких систематически и экологически, обитающих в сходных ландшафтных условиях и при примерно одинаковом прессе антропогенных лимитирующих факторов.

3. Воздействие лимитирующих факторов всегда направлено на разрушение комплекса биологических параметров вида. Блокировать это можно, только используя в равной мере весь необходимый и доступный арсенал элементов стратегии, а не ограничиваясь единым приоритетом. Отказ от поливекторной защиты редкого вида обрекает на провал всю программу.

4. Все разнообразие применения отдельных элементов стратегии может быть реализовано как в природных (исходных) условиях (*in situ*), так и в искусственно созданной среде (*ex situ*). Стратегия охраны редких видов в обязательном порядке должна предусматривать возможность такой дифференциации подходов.

#### **4.3. Законодательная охрана редких видов в России**

**Российское законодательство.** Прежде чем анализировать весь комплекс законодательных актов в области охраны редких видов в России, необходимо сделать ряд предварительных замечаний. Во-первых, необходимо помнить, что законодательная охрана – это первый и во многом решающий шаг на пути сохранения не только всей совокупности самих редких видов и экосистем, но и биоразнообразия в целом. Во-вторых, поскольку программа сохранения биоразнообразия не может реализоваться вне политической и социально-экономической ситуации в стране, а сохранение редких видов является важной составной частью этой программы, то и ощутимый успех работы по спасению редких видов

напрямую связан с решением проблем политического и социально-экономического характера, т.е. проблем государственного уровня. Именно поэтому государственная юридическая поддержка в форме создания соответствующей нормативной правовой базы является главным гарантом успеха в решении проблем, связанных с охраной редких видов животных. Охрана редких видов – это зеркало государственной политики в области охраны биоразнообразия в целом и об этом нельзя забывать.

Как уже упоминалось, представление о редких видах как особой категории животных, подлежащих специальной охране, окончательно сложилось и оформилось лишь после создания МСОП и его Комиссии по редким видам, в процессе подготовки и публикации первых изданий Красной книги МСОП. Однако необходимо еще раз подчеркнуть, что Красные книги МСОП, как и современный Красный Список МСОП, не являются государственными нормативными правовыми документами и занесение в них видов животных и растений имеет только рекомендательный характер. Так же обстоит дело и с национальными красными книгами большинства стран мира.

Иначе сложилась ситуация с Красной книгой СССР (1978). Как уже говорилось, в Положении о Красной книге СССР, утвержденном приказом Министра сельского хозяйства СССР от 16 октября 1974 г. № 428, сам факт занесения какого-либо вида в Красную книгу СССР придавал этому виду особый законодательный статус, в соответствии с которым вид и необходимые ему местообитания поступали под защиту государства. Добывание таких видов резко ограничивалось, а нарушение данной нормы влекло за собой административную или иную ответственность. В этом уникальность Красной книги СССР (а позже и Красной книги Российской Федерации), ее коренное отличие от Красных книг МСОП и современных Красных списков МСОП.

Однако приказ министра – еще не достаточно высокий уровень государственной защиты. Высший уровень был достигнут принятием 28 июня 1980 г. Закона СССР «Об охране и использовании животного мира».

В этом законе впервые сформулировано положение о государственной (общенародной) собственности на животный мир как важный природный ресурс, что противоречило прежним представлениям. Ранее к объектам государственной (всенародной) собственности были отнесены только земля, ее недра, воды и леса. Поэтому принятие новой нормы шло с немалыми трудностями. Но все же после длительных дискуссий она была принята, и охрана и

использование животного мира стали наконец действительно государственной функцией.

Об особом статусе редких видов в законе сказано сравнительно немного (ст. 26). В частности, указывается, что редкие виды животных заносятся в Красную книгу СССР, и действия, которые могут привести к гибели, сокращению численности или нарушению среды обитания таких видов, не допускаются. Исключительно важно то, что разведение в искусственно созданных условиях (т.е. в вольерах специальных питомников и зоопарков) редких видов животных для их сохранения регламентировалось как обязанность государственных органов по охране животного мира. Это первое в мире законодательное подтверждение необходимости создания питомников редких видов животных как меры их спасения.

Естественно, что этим не исчерпывается значение Закона «Об охране и использовании животного мира». В число более общих мер охраны, регламентированных им, входят такие важные разделы, как охрана среды обитания, установление правил и норм по охране животных, установление запретов и ограничений на добывание, предотвращение гибели животных при осуществлении производственных процессов, создание особо охраняемых территорий, оказание помощи животным при кризисных ситуациях, пропаганда охраны животного мира средствами массовой информации. Очень большое значение имеет запрет на самовольное переселение, интродукцию, реинтродукцию и межвидовую гибридизацию животных. Реализация этих требований закона резко сокращает возможности деградации видов и попадания их в красную книгу. Кроме того, в качестве подзаконных актов к этому закону была разработана шкала такс за уничтожение животных, занесенных в Красную книгу СССР.

24 апреля 1995 г. вступил в силу новый Федеральный закон «О животном мире». Это был большой шаг вперед в области сохранения редких видов, новый этап работы по охране и устойчивому использованию животного мира в целом. Новый закон коренным образом отличается от законов СССР.

Нужно констатировать, что в области охраны редких видов новый закон сохранил все главные положения предыдущего. К ним в первую очередь относятся подтверждение права государственной собственности на объекты животного мира, провозглашение особого природоохранного статуса редких видов и государственного статуса Красной книги России, повышение ответственности за незаконное

добывание редких видов, регламентация необходимости сохранения генофонда редких видов путем разведения их в специальных питомниках и зоопарках (правда, обязанность эта «переложена» с государства на органы исполнительной власти субъектов Федерации, что на практике означает финансовые и другие трудности). Как и в предыдущих законах, в Законе «О животном мире» путем жесткого регламентирования заблокирован ряд видов деятельности, следствием которой могут быть общая деградация биологических видов, сокращение численности и возможность перехода их в категорию редких (незаконное использование объектов животного мира, самовольное переселение или вселение, а также другие виды биологического загрязнения, межвидовая гибридизация, химическое и другие виды загрязнения природной среды, гибель животных на техногенных сооружениях или при технологических процессах, другие возможности увеличения масштабов прямой гибели животных по тем или иным причинам).

Но значение Закона «О животном мире» этим не ограничивается. В нем регламентируется практически исчерпывающий круг вопросов, связанных с проблемами охраны и устойчивого использования животного мира именно в современную нам эпоху формирования новых государственных институтов в экономической и социальной областях.

В первую очередь, несомненно, следует рассмотреть вопросы, связанные с экономическими механизмами охраны и использования животного мира. В законе четко регламентируется платность использования, а в качестве основного механизма взимания этой платы с пользователя вводится обязательное лицензирование всех видов пользования, связанных или не связанных с изъятием объектов животного мира из природной среды (ст. 33–40). Это новая и исключительно важная норма, которая полностью отсутствует в предыдущих законодательных актах в области охраны и использования животного мира. Лицензирование следует рассматривать не только как экономическую основу платного использования, но и как один из механизмов учета и контроля всей деятельности по использованию объектов животного мира. Важно подчеркнуть, что лицензирование охватывает также виды деятельности, не связанные с изъятием, например переселение животных, их разведение и содержание в неволе, а также любое коммерческое использование. Лицензирование не только укрепляет и пополняет финансовую основу охраны животного мира, но и

дисциплинирует пользователей, являясь особым методом действенного государственного контроля. Именно Закон «О животном мире» послужил основанием для принятия специального постановления Правительства Российской Федерации от 26 февраля 1996 г. № 168 «Об утверждении положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды», где регламентируется порядок получения организациями и гражданами соответствующих лицензий. Едва ли нужно напоминать, что получение лицензии – процедура платная.

Второе важнейшее нововведение закона – требование проведения обязательной государственной экологической экспертизы (ст. 20). Экспертизе подлежат все хозяйственные и другие проекты и решения, способные повлиять на объекты животного мира или среду их обитания. Спектр объектов государственной экологической экспертизы очень широк и определяется Федеральным законом «Об экологической экспертизе», принятым Государственной Думой Федерального Собрания России 19 июля 1995 г. (т.е. несколько позже, чем Закон «О животном мире»). Этот спектр включает, среди прочего, государственную экологическую экспертизу проектов федеральных социально-экономических и иных комплексных программ, при реализации которых может быть оказано воздействие на окружающую природную среду; проекты схем развития отраслей народного хозяйства Российской Федерации (включая промышленность); проекты генеральных схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил Российской Федерации и крупных регионов; проекты комплексных схем охраны природы России. Это неполный перечень объектов макроплана. В реальной действительности любая стройка, любое технологическое вмешательство в окружающую природную среду, будь то прокладка дороги или трубопровода, создание плотины или разработка месторождения нефти, угля, газа, золота и других полезных ископаемых, должны пройти предпроектную государственную экологическую экспертизу. Совершенно очевидно, что влияние реализации каждой из перечисленных форм деятельности (а здесь перечислено лишь ничтожное их число) без такой экспертизы может обернуться большой бедой для редких видов, да и для животного мира и биоразнообразия в целом. Даже создание заповедника или национального парка, создание новой популяции (например, овцебыка или зубра) или реализация программы сохранения тигра

или стерха требуют обязательного проведения государственной экологической экспертизы. Без заключения экспертизы проект признается незаконным. С точки зрения сохранения редких видов, это абсолютно правильно, и об этом следует помнить любителям экспериментов.

В целом, экспертиза представляет собой детальный и многосторонний анализ самых разнообразных природных ситуаций. Результаты такого анализа, как и исходные данные экспертизы, могут служить ценнейшей базой для определения и реализации системы превентивных мер охраны биологических видов, у которых проявляются признаки деградации.

Пожалуй, не меньшее значение в области охраны и использования животного мира, и редких видов в том числе, имеют положения Закона о государственном учете, государственном кадастре и государственном мониторинге животного мира (ст. 14–15). Этот тесный комплекс мероприятий, включающий ежегодное проведение количественных учетов животных и объемов их изъятия из природы, позволяет, фигурально выражаясь, держать руку на пульсе всех изменений биологических параметров, характеризующих состояние популяций животных, в том числе и редких. Он составляет точный и чуткий механизм управления популяциями и их контроля. Несомненно, что введение в реальное действие этого механизма означает крупный шаг вперед в деле сохранения редких видов. По сути дела, Красная книга России является составной частью государственного кадастра животного мира, она пополняется теми новыми данными, которые в широком масштабе может предоставить только ежегодный государственный учет диких животных. Точно так же государственный мониторинг и ведение государственного кадастра позволяют своевременно диагностировать виды, проявляющие первые признаки и тенденции к деградации.

В Законе «О животном мире» есть еще ряд интересных и новых норм, которые следует упомянуть хотя бы кратко. Очень интересна статья 18, декларирующая разработку и реализацию специальных государственных программ, направленных на охрану особо ценных и угрожаемых редких видов. Соответственно своему статусу эти программы могут рассчитывать и на особую поддержку государства, в том числе и на финансовую. В настоящее время подготовлены три такие программы – по амурскому тигру, дальневосточному леопарду и зубру. Несколько аналогичных программ находятся сейчас в стадии подготовки, о них будет рассказано позднее.

Большой интерес вызывает ст. 28, посвященная предотвращению заболеваний и гибели животных при производственных процессах, при эксплуатации транспортных средств и линий электропередачи. Гибель животных по этим причинам, в том числе и относимых к редким видам, достаточно велика. Особо ощутима гибель редких видов крупных птиц (орлов, журавлей, дроф) на линиях электропередачи. Методы защиты давно разработаны, но не внедряются по ряду причин, в том числе и финансового плана. Не меньшую опасность представляют ядохимикаты, химические удобрения, отходы различных производств, выжигание сухой растительности. Значительна гибель и на транспортных магистралях. Это бесспорно важный лимитирующий фактор, и меры по его нейтрализации, декларируемые в Законе «О животном мире», могут помочь лишь отчасти. Поэтому в настоящее время разработано и принято постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996 г. № 997 «Об утверждении требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи», где детально расшифрованы и определены все неотложные меры по предотвращению гибели животных.

Нужно заметить, что подзаконных нормативных документов, подобных приведенному выше и расшифровывающих неизбежно скупые формулировки закона, у нас введено в действие довольно много. Одним из наиболее важных следует считать постановление Правительства Российской Федерации от 10 ноября 1996 г. № 1342 «О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира», детализирующее процедуру организации тех мероприятий, о которых говорилось ранее в характеристике соответствующей статьи закона (ст. 14). Исключительную актуальность имеют постановление Правительства Российской Федерации от 6 января 1997 г. № 13 «Об утверждении Правил добывания объектов животного мира, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации» и соответствующий ведомственный нормативный документ, регламентирующий порядок выдачи разрешений на добывание животных, занесенных в Красную книгу России. Этот порядок является обязательным для исполнения всеми юридическими и физическими лицами (в том числе и иностранными) на всей территории Российской Федерации. В соответствии с этим

документом добывание животных, относящихся к редким видам, допускается в исключительных случаях в целях сохранения этих животных, регулирования их численности, предотвращения угрозы жизни людей или домашних животных, а также в иных целях. Последняя формулировка многозначительна, ибо она фактически признает возможность и допустимость добывания редких животных в любых, достаточно аргументированных целях. Вместе с тем в документе подчеркивается важнейшее обстоятельство: добывание животных производится исключительно по специальным разрешениям установленного образца, выдаваемым соответствующим государственным органом (в настоящее время – Министерство природных ресурсов Российской Федерации). Для получения такого разрешения необходимо представить в МПР России ряд документов (по списку), обосновывающих необходимость добывания, а также исчерпывающие сведения об условиях добывания и личности (организации), запрашивающей разрешение. Разрешение выдается только после согласования с соответствующим территориальным органом по охране окружающей среды и/или с Всероссийским научно-исследовательским институтом охраны природы. В случае их отрицательного заключения разрешение не может быть выдано.

Очень интересным дополнением к этому нормативному акту является постановление Правительства Российской Федерации от 19 февраля 1996 г. № 156 «О порядке выдачи разрешений (распорядительных лицензий) на оборот диких животных, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации», в котором установлено, что содержание в неволе «краснокнижных» видов допускается только в целях сохранения и воспроизводства этих животных в искусственно созданных условиях (читай – вольерах и клетках!), а также в научных и культурно-просветительных целях. Выпуск же таких животных в природу производится в целях их сохранения и/или пополнения природных популяций. Об этом законодательном акте следует помнить при обосновании создания питомников и подготовке проектов по репатриации животных в природу!

Несмотря на то, что ряд важных государственных законодательных актов пока еще находится в процессе разработки (Закон «Об охоте» и другие правовые и нормативные документы), уже сейчас можно констатировать, что нормативная правовая база России в области охраны редких видов в общих чертах сформирована и серьезных «дыр» в ней нет. Она надежно блокирует практически все

лимитирующие факторы, которым можно противопоставить законность, ставит жесткий барьер незаконным действиям. В принципе одной только нашей законодательной защиты было бы достаточно для того, чтобы гарантировать сохранение и даже восстановление редких видов животных России.

**Международное законодательство.** Середина XX века ознаменовалась интенсивным ростом интереса к содержанию диких животных в домашних условиях, в клетках, аквариумах, террариумах. Это явилось следствием оторванности городского человека от природы, потери контактов с животными и стремлением хоть как-то возместить эту утрату. Но животные в городской обстановке, да еще при неумелом уходе, как правило, недолговечны, и это обстоятельство еще более подняло волну спроса. Гигантские партии птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб из Африки, Южной Америки, Южной Азии, Австралии начали регулярно и практически бесконтрольно переправляться в Европу и Северную Америку по заказам фирм, торгующих «живым товаром». Торговля животными стала серьезным экономическим механизмом. Стало очевидным, что экспорт живых животных, особенно редких, превратился в существенный фактор сокращения их численности в природе и поставил под угрозу вымирания многие виды. Конечно, природоохранная общественность всего мира бурно протестовала, но у нее не было законодательной основы для создания необходимого барьера хищничеству торговцев.

Таким барьером стала Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), подготовленная по инициативе МСОП в конце 60-х годов XX века. В 1973 году Конвенция была подписана в Вашингтоне (отсюда ее второе название – Вашингтонская) и вступила в действие. Тогда же родилась и общепринятая аббревиатура – СИТЕС (на русском языке – СИТЕС). В 1976 году к конвенции присоединился Советский Союз. После распада СССР в 1991 году Российская Федерация осталась участником Конвенции как правопреемник бывшего Союза. Из других союзных республик бывшего СССР (не считая стран Прибалтики) к концу 1997 года к СИТЕС присоединились Белоруссия, Грузия и Узбекистан. Остальные государства пока не определили своего отношения к Конвенции и на Российский административный орган СИТЕС возложена обязанность по выдаче реэкспортных разрешений СИТЕС на животных,

экспортируемых из этих стран. Всего же на сегодняшний день в конвенции участвуют 128 стран.

Таким образом, СИТЕС стала основным международным инструментом, ограничивающим воздействие торговли на численность и состояние редких видов диких животных и растений в масштабах планеты.

Широко бытующее представление о том, что СИТЕС запрещает международную торговлю редкими животными и растениями, абсолютно неверно. Конвенция не запрещает, а регулирует и контролирует такую торговлю, предотвращая возможные нежелательные последствия глобального масштаба.

СИТЕС не запрещает и не может запретить добывание редких животных и сбор редких растений (например, кактусов) в пределах территории какой-либо страны, независимо от того, является ли эта страна членом конвенции и занесен ли данный вид животных или растений в списки (Приложения) СИТЕС. Не запрещает она и внутреннюю торговлю такими животными и растениями. Эти запреты могут устанавливаться только национальными законодательными органами, а международная ответственность наступает лишь при вывозе соответствующих объектов за рубеж.

Неотъемлемой частью конвенции являются согласованные списки животных и растений, так называемые Приложения. В них перечислены виды животных и растений, перемещение которых через государственные границы допускается только по особым разрешениям, выдаваемым специально уполномоченными на то органами. Приложения включают около 7 тыс. редких видов животных и более 30 тыс. видов растений, списки обновляются каждые три года на Конференции Сторон, где представлены все страны – участники СИТЕС. Все перечисленные в Приложениях животные и растения подразделяются на три категории в зависимости от степени угрозы виду. Соответственно различна и строгость требований, предъявляемых при выдаче разрешений на экспорт и импорт.

*Приложение 1.* Вывоз и ввоз животных и растений в коммерческих целях запрещен, однако в исключительных случаях допускается обмен, передача (бессрочно или на срок) и иногда даже продажа (покупка) (не в коммерческих целях!) животных и растений, разведенных в искусственно созданных условиях (в зоопитомниках и зоопарках) во втором поколении. Помимо экспортного разрешения СИТЕС необходимо и импортное разрешение.

*Приложение 2.* Ввоз и вывоз за рубеж животных и растений, в том числе добытых непосредственно в природе, в любых целях, включая коммерческое использование, допускается по специальным разрешениям, выдаваемым Административным органом СИТЕС страны-экспортера. Виды, включенные в Приложение 2, составляют основу всего списка. Необходимо, однако, отметить две важные особенности Приложения 2.

Во-первых, в это Приложение могут быть включены целые отряды, за исключением представителей, занесенных в Приложение 1. Например, все виды отряда соколообразных, кроме кречета, сапсана, могильника и орлана-белохвоста, включенных в Приложение 1. Это же относится к отрядам журавлеобразных и совообразных. Из российских млекопитающих в Приложение СИТЕС занесены все кошачьи, все горные бараны.

Во-вторых, нужно иметь в виду, что страны, входящие в Европейский Союз (а в него входят такие крупные импортеры, как Германия, Франция, Италия и др.), практически в одностороннем порядке для территории ЕС объявили Приложение 2 по юридическому статусу эквивалентным Приложению 1 со всеми сопутствующими ограничениями экспорта и импорта.

*Приложение 3.* Коммерческое использование разрешается, но под контролем, как и для Приложения 2. Для вывоза за рубеж необходимо разрешение на экспорт из страны, где этот вид внесен в список СИТЕС, или сертификат о происхождении животного или растения из других стран. Приложение 3 охватывает достаточно широкий набор видов. Список видов животных, относящихся к фауне Российской Федерации и занесенных в Приложения СИТЕС, представлен в приложении 2.

Вся международная деятельность по реализации принципов и задач СИТЕС направляется, координируется и контролируется международным Секретариатом Конвенции, штаб-квартира которого находится в Женеве (Швейцария). Секретариат выступает также арбитром при возникновении спорных и конфликтных ситуаций.

В каждой стране – участнице Конвенции выдача разрешений на экспорт, реэкспорт и импорт осуществляется национальным Административным органом СИТЕС. В Российской Федерации таким Административным органом является Министерство природных ресурсов.

В соответствии с текстом Конвенции в каждой стране – участнице СИТЕС создается национальный Научно-консультативный орган, в

задачи которого входит научная экспертиза каждой заявки на выдачу разрешения на экспорт или импорт. Результатом такой экспертизы является научная рекомендация положительного или отрицательного характера. Без этой рекомендации заявка Административным органом не рассматривается. В Российской Федерации Научным органом СИТЕС является Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы, при котором создана специальная экспертная комиссия, состоящая из высококвалифицированных специалистов по всем группам животных и растений.

Для получения разрешения СИТЕС экспортер (импортер) направляет в Административный орган СИТЕС и в копии в Научный орган заявку, подписанную руководителем предприятия или организации и заверенную печатью. К заявке прилагаются документы, подтверждающие законность приобретения животного.

В случае импорта в Россию из государства, не являющегося членом СИТЕС, должен быть представлен документ, выданный властями этого государства, подтверждающий законность получения этого животного или растения.

#### **4.4. Территориальная охрана редких видов**

Под территориальной охраной редких видов животных следует понимать сохранение их в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различного ранга и уровня. Территориальная охрана несомненно относится к числу базовых элементов стратегии и значение ее исключительно велико, а широкое применение и использование нередко имеет определяющее значение. Действительно, у нас нет более эффективного и простого способа сохранить любой редкий вид иначе, как предоставив ему на достаточно большой площади эволюционно сложившиеся экологические условия жизни, полный набор необходимых и неизменных человеком местообитаний и обеспечив более или менее надежную охрану, что именно и создает заповедование территории. Нельзя отрицать тот факт, что именно благодаря существованию заповедной сети от неизбежного исчезновения в бывшем СССР был спасен ряд ценнейших видов. Сохранение и восстановление зубра тесно связано с заповедником «Беловежская пуща», кулана – с Бадхызским заповедником, бухарского оленя с заповедниками «Тигровая балка» и «Рамит», белого медведя чукотско-аляскинской популяции – с заповедником «Остров Врангеля», амурского тигра – с Сихотэ-Алинским и Лазовским

заповедниками, дальневосточного леопарда – с заповедником «Кедровая падь», горала – с Лазовским и Сихотэ-Алинским заповедниками. Этот перечень можно было бы продолжить, но едва ли этого достаточно, чтобы понять важность роли заповедников в спасении редких видов. Поэтому среди специалистов широко бытует представление о том, что достаточно лишь создать обширную по площади и разнообразную по ландшафтным (или экосистемным) признакам сеть ООПТ, и все проблемы сохранения редких видов будут решены сами собой, без каких-либо дополнительных усилий и финансовых вложений. Эта концепция излишне оптимистична и в принципе не совсем верна по ряду причин.

Прежде всего, среди редких видов животных немало таких, которые уже не сохранились в природе или численность которых перешла низший допустимый предел, обеспечивающий все параметры стабильного существования. Среди таких видов нужно в первую очередь назвать лошадь Пржевальского, зубра, амурского леопарда, стерха, дрофу и ряд других видов, отнесенных к категории I Красной книги России. В мировом масштабе таких видов десятки и сотни. Второе обстоятельство: каждая охраняемая территория, будь то заповедник, заказник, резерват или национальный парк, это прежде всего «остров» среди плотно обступивших его антропогенных, экологически нетождественных и даже чуждых ландшафтов. А остров – это как раз и есть результат фрагментации ареала, т.е. фрагмент ареала, где обязательно разрушаются нормальные экологические и генетические процессы. И наконец, третье обстоятельство, сущность которого заключается в том, что большинство редких видов животных относится к категории мигрирующих и часть жизненного цикла проводят не только вне охраняемых территорий, но даже за рубежами нашей страны. Длительные миграции и лишённые охраны зимовки – это один из самых опасных периодов в жизни таких мигрирующих видов, именно на него падает основная смертность в популяциях. Все это свидетельствует в пользу уже высказанной ранее мысли: стратегия сохранения редких видов должна быть поливекторной, комплексной, гармонично включать все необходимые стратегические элементы. Основная задача заповедников, заказников различного ранга и других ООПТ – сохранение экосистем, где редкие виды выступают в роли компонентов. Поэтому для этих видов заповедание территории – только более или менее дисперсная охрана. Важная, но не всеохватывающая функция.

Вместе с тем необходимо отчетливо представлять себе, что без территориальной охраны в любой форме никакая стратегия сохранения редких видов животных не может мыслиться вообще. Тем более что в Российской Федерации созданию заповедной сети и ее совершенствованию государство уделяет особое внимание.

**Государственные заповедники.** Государственные природные заповедники России представляют собой уникальное явление, аналогов которому нет нигде в мире. Заповедник – это одновременно и природоохранное, и научное учреждение, обладающее постоянным штатом научных сотрудников и охраны. Государственные природные заповедники являются объектом федеральной собственности. Закон «Об особо охраняемых природных территориях» устанавливает, что на территории заповедников полностью изымаются из хозяйственного использования природные комплексы и объекты (земля, воды, недра, животный и растительный мир), имеющие значение как эталоны природной среды и места сохранения генетического фонда животного и растительного мира. В соответствии с законом на территории заповедников запрещается любая деятельность, несовместимая с решением задач заповедника и противоречащая режиму особой охраны. В том числе запрещена интродукция животных и растений. Нахождение на территории заповедника посторонних лиц допускается только по специальному письменному разрешению дирекции заповедника.

На территориях государственных природных заповедников абсолютной охране подлежат большинство редких видов животных, занесенных в Красную книгу Российской Федерации. К сожалению, ни один из заповедников не охватывает полностью ареал ни одного вида. Следует подчеркнуть то обстоятельство, что именно заповедники стали пионерами в деле создания специальных питомников по разведению редких видов животных. В Приокско-Террасном заповеднике создан старейший из таких питомников – Центральный зубровый питомник. На базе Окского государственного биосферного заповедника, где функционируют питомники зубра и редких видов журавлей, был создан первый в России питомник хищных птиц.

**Государственные природные заказники.** Роль государственных природных заказников как мера сохранения природных комплексов, экосистем и отдельных видов по сравнению с заповедниками несоизмеримо ниже в связи с особенностями их законодательного статуса и общего жизнеобеспечения. Вместе с тем множественность

заказников и огромная их суммарная площадь, сравнительная простота создания и маневренность управления этой категорией ООПТ делают заказники важнейшим дополнением к системе заповедников и вместе с ней создают общую сеть природоохранных очагов, способную охватить каркасы ареалов большинства редких видов. Заказники – важное звено в сфере территориальной охраны редких видов, и в особенности в сфере сохранения местообитаний. В определенных условиях роль заказников даже выше, чем заповедников.

Государственные природные заказники могут быть федерального или регионального значения. Заказники федерального значения учреждаются решением Правительства Российской Федерации, а заказники регионального значения – органами исполнительной власти соответствующего субъекта Федерации по согласованию с органами местного самоуправления. Объявление территории заказником может быть как с изъятием, так и без изъятия у пользователей, владельцев или собственников земельных участков.

На территории государственных заказников постоянно или временно запрещается или ограничивается любая деятельность, противоречащая целям создания данного заказника. Задачи и особенности режима охраны территории государственного заказника федерального значения определяются специальным положением о нем, утверждаемым государственным органом Российской Федерации по согласованию с органами исполнительной власти соответствующего субъекта Федерации. В тех случаях, когда речь идет о заказнике регионального значения, положение о заказнике утверждается органами исполнительной власти субъекта Федерации, принявшими решение о создании заказника.

Заказники могут быть биологическими (ботаническими и зоологическими), палеонтологическими, гидрологическими (болотные, озерные и др.) и геологическими. Могут быть и комплексные заказники, предназначенные для сохранения и восстановления природных ландшафтов. Для сохранения редких видов наибольшую ценность и значимость представляют биологические, гидрологические и комплексные заказники. Заказники федерального значения финансируются за счет средств федерального бюджета и других, не запрещенных законом, источников. Финансирование региональных заказников определяется органами государственной власти соответствующего субъекта Федерации. Штат научных сотрудников и охраны Законом «Об особо охраняемых природных территориях» не предусматривается. В этом плане

заказники сближаются с некоторыми американскими и другими зарубежными резерватами. Создание заказника на территории повышенной природоохранной значимости нередко означает первый пробный или подготовительный шаг в организации заповедника. Очень важно, чтобы и органы власти субъекта Федерации, и население освоились с наличием новой ООПТ на территории этого субъекта, «привыкли» к нему и даже начали ценить его как своего рода достопримечательность. Тогда процесс согласования, который часто представляет известные трудности, пройдет легче.

Исключительно важным представляется право местных органов самоуправления создавать мини-заповедники и мини-заказники. Этот тип охраняемых территорий позволяет взять под контроль такие объекты, как гнездовые деревья крупных хищников (орлов и др.), места токования некоторых видов птиц (дрофы), отдельные колонии чаек, куликов и других околоводных птиц, районы постоянных логовищ хищных млекопитающих, иные аналогичные «безразмерные» объекты.

**Национальные парки.** Помимо государственных заповедников и федеральных заказников значительную роль в сохранении редких видов играют национальные парки. В соответствии с Законом «Об особо охраняемых природных территориях» национальные парки включают природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую ценность, и используются в природоохранных, научных, просветительских и т.п. целях. Это положение закона автоматически включает в сферу деятельности национальных парков изучение и охрану редких видов животных и растений. Национальные парки относятся исключительно к объектам федеральной собственности. Земля, воды, животный и растительный мир предоставляются национальным паркам в пользование (владение) на правах, предусмотренных федеральными законами. Утверждаются национальные парки постановлением Правительства Российской Федерации при условии согласия соответствующего субъекта Федерации на переход необходимых территорий субъекта Федерации в категорию объектов федеральной собственности, т.е. процедура примерно аналогична той, которая необходима для создания государственного заповедника.

В задачи национальных парков помимо прочего входит сохранение природных комплексов и эталонных природных участков и объектов, осуществление экологического мониторинга, разработка научных методов охраны природы и экологического просвещения. В

территориальную структуру национального парка обязательно включается заповедная зона, в пределах которой запрещена любая хозяйственная деятельность и рекреационное использование территории. Заповедная зона с точки зрения охраны, изучения и мониторинга редких видов представляется наиболее ценным территориальным подразделением национального парка. Естественно, что на всей территории национального парка запрещены все виды деятельности, приводящие или могущие привести к деградации местообитаний и природы в целом. Следует подчеркнуть, что национальные парки не являются коммерческими организациями и не извлекают прибыли из своей деятельности, а финансируются за счет средств федерального бюджета. Вместе с тем они имеют право самостоятельно распоряжаться средствами, получаемыми от просветительской, рекреационной, рекламно-издательской деятельности, от реализации конфискованных орудий охоты, рыболовства и продукции незаконного природопользования и из других источников, предусмотряемых законодательством, в том числе получаемыми в порядке безвозмездной помощи и благотворительных взносов.

Каждый национальный парк функционирует на основании положения об этом национальном парке, утверждаемого государственным органом, в ведении которого он находится. Штат научных сотрудников и охраны законом не регламентируется и эти вопросы должны быть предусмотрены положением о национальном парке.

**Особо охраняемые природные объекты международного значения.** К системе международных особо охраняемых природных объектов в границах Российской Федерации относятся:

- водно-болотные угодья, имеющие международное значение в качестве местообитаний водоплавающих птиц в соответствии с Рамсарской конвенцией (1975);
- объекты всемирного природного наследия, выделенные и утвержденные в рамках реализации международной Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия, к которой бывший Советский Союз присоединился в 1988 году;
- международные особо охраняемые природные территории, примыкающие к государственной границе Российской Федерации;
- участки, особо важные для охраны птиц (так называемые ключевые орнитологические территории России), инвентаризация которых

осуществляется Союзом охраны птиц России в сотрудничестве с Bird Life International и Правительством Нидерландов.

Создание заповедной сети России имеет почти столетнюю историю. Бывали периоды, когда вся заповедная система оказывалась на грани полной катастрофы, но каждый раз она выживала, а позже восстанавливалась.

Конкретное формирование современной заповедной сети тоже не было безоблачным. Несмотря на то, что сами принципы обоснования и создания особо охраняемых территорий были разработаны уже давно, а перспективные схемы их размещения неоднократно рассматривались в соответствующих «инстанциях», фактическое учреждение и создание особо охраняемых территорий, главным образом государственных природных заповедников, носило часто случайный характер. Достаточно было геологоразведке обнаружить на проектируемой под заповедник территории месторождение какого-нибудь ценного металла или нефти, или угля, или газа, чтобы все планы создания заповедника были отвергнуты. Часто возникали и другие препятствия, ибо государство до последнего времени считало заповедную сеть делом второстепенным. В результате многие из старых заповедников создавались там, где это было по тем временам возможно. И это было не всегда лучшее место. Поэтому в самой заповедной сети еще и сейчас просматривается некий элемент случайности, унаследованный от прошлого.

Итак, что же представляет собой современная заповедная сеть России в области сохранения редких видов животных?

Это, прежде всего, 100 государственных природных заповедников, включая биосферные. Общая площадь государственных заповедников в 1997 году достигла 310 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе 261,9 тыс. км<sup>2</sup> суши. На территории Российской Федерации функционирует сейчас более 1600 государственных природных заказников общей площадью свыше 600 тыс. км<sup>2</sup>. Подавляющая часть заказников относится к категориям биологических (зоологических, ботанических и комплексных). Одновременно в Российской Федерации действуют 33 национальных парка общей площадью 66,5 тыс. км<sup>2</sup>. К этому следует добавить 35 водно-болотных угодий международного значения общей площадью 107 тыс. км<sup>2</sup>.

Густая сеть охраняемых территорий в перенаселенных агропромышленных районах на юге и западе страны эффективно обеспечивает здесь блокирование самого опасного лимитирующего фактора – полного разрушения местообитаний. Какого бы ранга ни

была охраняемая территория, она в первую очередь так или иначе лимитирует негативное воздействие на местообитания и тем самым обеспечивает комплекс необходимых экологических условий для транзитного передвижения и временного пребывания мигрирующих видов. Тем самым создается естественная система так называемых «миграционных коридоров», в принципе обеспечивающая пересечение животными наиболее опасных зон с наименьшими потерями. Такие миграционные коридоры целесообразно укреплять дополнительной системой охраняемых территорий в виде сезонных или специализированных заказников, ключевых орнитологических территорий или иных мер защиты. Нужно заметить, что миграционные пути хорошо известны и нам, и самим животным, так что научная, организационная и территориальная основы для укрепления и интенсификации роли защищенных миграционных коридоров имеются, и контролировать их – уже наша задача.

Сочетание обширных неохраняемых, но и не нарушенных антропогенными влияниями пространств на севере России с плотной мозаикой охраняемых территорий различного ранга и структуры в зоне глубокой антропогенной деградации природных комплексов на юге страны делают уникальной заповедную сеть России в целом. Эта уникальность проявляется как в эффективности действия территориальной охраны редких видов, так и в способности государства выделять финансовые средства для поддержания существующих охраняемых территорий. Таким образом, нашу вооруженность в области территориальной охраны генофонда сейчас, в условиях экономического кризиса, безоговорочно можно признать оптимальной, хотя целиком возлагать на нее все надежды было бы излишне оптимистично. Кризисная ситуация в стране повлекла за собой определенное снижение былой эффективности охраны заповедников, хотя их юридическая и техническая вооруженность возросли.

#### **4.5. Вольерное разведение редких видов**

Масштабы исследований, посвященных разведению животных в неволе, исключительно широки. В настоящее время в питомниках, и особенно в зоопарках мира, изучают разведение практически всех групп высших позвоночных – всех млекопитающих (за исключением, пожалуй, китов), большинства отрядов птиц, многих пресмыкающихся (в первую очередь черепах, змей и крокодилов) и земноводных. И результаты этой громадной работы очень ощутимы:

люди научились разводить в вольерах, клетках, авиариях, аквариумах и других «емкостях», составляющих инвентарь каждого зоопарка и питомника, около половины всех существующих на Земле видов наземных позвоночных животных. Разработаны оптимальные размеры и формы помещений, сбалансированные рационы, методы использования фотопериодизма, температурного режима, звукового фона, искусственного осеменения и оплодотворения, искусственной инкубации яиц птиц и выращивания птенцов, транспортировки замороженных половых клеток, трансплантации эмбрионов. Сейчас мы почти не встречаемся со случаями, когда приходится с горечью отмечать: вид в неволе не размножается. Но пройдет время, и мы совсем забудем о таких случаях.

Как уже упоминалось, многолетний международный опыт подтверждает, что единственной абсолютно надежной мерой сохранения попавших в особо бедственное положение видов, сохранения последних представителей этих видов как носителей генофонда может стать только разведение их в искусственно созданной среде – в вольерах (*ex-situ*) специальных питомников и зоопарков. Возникновение первых питомников означало переход от пассивных мер охраны животного мира (территориальная охрана) к активной борьбе за их спасение. Начался второй, качественно новый, этап работы по сохранению генофонда нашей планеты.

Обращаясь к сравнительно недавней истории, мы находим поразительные, ставшие хрестоматийными примеры спасения видов в зоопарках и питомниках – оленя Давида, лошади Пржевальского, зубра, белого орикса, гавайской казарки, лайсанского чирка и многих других. Не будь этого – и мы смогли бы видеть их сейчас только в музеях.

На первых порах разведение в вольерных условиях рассматривалось как крайнее средство, экстренный случай «реанимации» наиболее угрожаемых видов. Сейчас точка зрения на проблемы разведения животных изменилась. Специалисты пришли к мысли, что необходимо в совершенстве овладеть технологией разведения в искусственно созданных условиях всех видов существующих животных. Это одно из главных стратегических решений созданной на рубеже 1990-х годов рабочей группы по вольерному разведению, входящей в Комиссию по редким видам МСОП. Это – гарантия сохранения генофонда, ибо грань между редким и обычным животным зыбка, а сдвиги в природных экосистемах под влиянием хозяйственной деятельности человека глубоки и осуществляются в

рекордно короткие сроки. Таким образом, виды, численность которых сегодня не внушает опасений за их будущее, завтра могут оказаться на грани исчезновения, и тогда уже будет поздно разрабатывать методы их спасения. Владение технологией разведения всех групп животных поможет во всеоружии встретить возможные кризисные ситуации, возникшие в жизни того или иного вида, положение которого сейчас не вызывает тревоги. Вот почему эта работа должна расцениваться как одна из наиболее актуальных на ближайшее будущее.

Все вышесказанное не означает, конечно, что мы уже сейчас должны создавать специальные центры по разведению всех современных животных – это просто нереально. Но знать, как разводить этих животных (технология этого процесса), как создавать стабильно размножающиеся и генетически полноценные группы каждого существующего вида, как управлять ими, мы обязаны уже сейчас. Во всяком случае, мы должны к этому стремиться.

Разведение животных в вольерных условиях как метод спасения редких видов долгое время воспринималось большинством специалистов скептически, и причины этого были достаточно вески. Еще совсем недавно считалось, что животные, выросшие в тесном контакте с человеком (импринтированные на человека), не обученные родителями, уже не способны к самостоятельной жизни в природных условиях. Но это мнение оказалось ошибочным. Во-первых, были разработаны технические приемы возвращения (репатриации) животных в природную среду, оказавшиеся исключительно эффективными. Во-вторых, сами животные показали себя в экологическом и этологическом планах гораздо более пластичными, нежели мы представляли себе это ранее. Они проявили прекрасные способности к адаптации в незнакомых им условиях, что значительно облегчило решение проблем, связанных с репатриацией. Наконец, импринтинг на человека, считавшийся совершенно непреодолимым препятствием, на практике оказался отнюдь не таким стойким и всеобъемлющим, каким он виделся ранее. Все это дает основание утверждать, что возвращение выращенных человеком животных в природу (репатриации) не только возможно, но и не таит в себе непреодолимых препятствий.

Многие специалисты не верили в возможность поддерживать генетическую полноценность в ограниченной группе животных, разводимых в неволе. Дело в том, что животные в питомнике, по сути дела, представляют собой не что иное, как малую популяцию, а

генетическая судьба таких популяций изучена достаточно полно и в целом не оставляет места для оптимизма. Однако сейчас хорошо известно и то, что малая популяция в питомнике не эквивалентна природным малым популяциям, потому что размножение в ней можно жестко контролировать и грамотно направлять. К настоящему времени методы такого контроля разработаны достаточно основательно, и прежде всего в сельскохозяйственном животноводстве, имеющем много общего с разведением диких животных в питомниках.

Есть и третья причина скептического отношения некоторых специалистов к разведению диких животных. Она объясняется дефицитом мест, пригодных для репатриации, поскольку площадь и число природных местообитаний резко сократились, и с этим приходится считаться. На первых порах убежищами для выращенных в питомниках животных могут стать охраняемые территории, которые еще не скоро потеряют свои природные качества. Однако уже сейчас надо быть готовым к тому, что для животных придется специально создавать условия существования в рамках сугубо антропогенных ландшафтов. Если же заглянуть в будущее значительно дальше, чем мы это обычно делаем, надо признать неизбежность искусственного формирования фаун районов, где это будет по тем или иным причинам возможно. Такими местами могут быть вновь культивируемые земли, заброшенные полигоны и аэродромы, искусственные водоемы и т.п. По выражению американского ученого Уильяма Конвея, на человеке лежит сейчас большая ответственность, он должен действовать, чтобы сохранить биологическое разнообразие, используя самые разные средства, в том числе и создание новых экологических взаимоотношений. Человек не может просто стоять и сокрушаться. Приспособить животных к антропогенному ландшафту – задача, кажущаяся невыполнимой только на первый взгляд.

Вольерным разведением и выпуском животных в природу в целях обогащения охотничьих угодий человек занимается уже на протяжении столетия. Данная область деятельности получила название «дичеразведение». Круг животных, ставших объектами дичеразведения, широк, а знания в области технологии разведения и опыт практической работы по реинтродукции животных исключительно велики. Нет ни малейшего сомнения в том, что дичеразведение, специальные питомники и современные зоопарки составляют единую стратегическую линию. Это – лишь другой

подход к сохранению и направленному формированию животного мира, – своего рода авангард в охране генетического разнообразия нашей планеты. Было бы непростительной ошибкой противопоставлять создание питомников другим, более консервативным, но достаточно отработанным мерам охраны животных – расширению сети охраняемых территорий или различным формам охраны мест обитания животных в пределах антропогенных ландшафтов, а также укреплению законности в области охраны природы (об этом уже говорилось в предыдущих главах). В ряде случаев и по отношению ко многим видам это представляется даже более актуальным и действенным, по крайней мере сейчас. Однако не следует отказываться от разработки технологии разведения данных видов в вольерах питомников, скорее, наоборот. Таково веление времени.

Задачи питомников многоплановы, и совершенно очевидно, что главнейшая из них – сохранение генофонда редких и исчезающих видов путем создания и содержания ex-situ (в вольерах или в полувольных условиях) стабильно размножающихся и генетически полноценных групп животных. Не случайно за питомниками закрепилось название «генетические банки». Если разведение в питомнике редкого вида отработано достаточно четко и животные размножаются регулярно, за дальнейшую судьбу этого вида в принципе можно не беспокоиться: вернуть его в природу рано или поздно удастся. А это, в свою очередь, определяет круг конкретных задач питомников, среди которых необходимо назвать:

- разработка технологии содержания и разведения;
- генетический контроль и ведение племенных книг;
- научные исследования;
- накопление резерва животных для репатриации и частично для коммерческого использования;
- экологическое просвещение и образование.

Конечно, главные трудности связаны именно с размножением животных. Ключом к решению этой проблемы является успешная разработка методов искусственного осеменения, хотя многие виды не нуждаются в его применении. Искусственное осеменение открывает путь к стабильному и направленному разведению ряда видов животных в питомниках и зоопарках. Нужно отчетливо представлять себе, что задача эта отнюдь не проста, ибо для разных систематических групп животных и даже для двух близких видов методы искусственного осеменения могут быть принципиально

различными. Искусственное осеменение сравнительно редко используется при разведении млекопитающих и значительно чаще при работе с птицами. В частности, в настоящее время детально разработаны методики искусственного осеменения журавлей и соколообразных, что обусловило наибольший успех в содержании и разведении в питомниках и зоопарках именно этих групп птиц. Строго говоря, необходимо вывести все питомники на такой уровень воспроизводства, при котором становится возможным получение любого количества разводимых животных, способного удовлетворить практически все запросы – от сохранения генофонда и репатриации их в природу для восстановления исчезнувших популяций до ограниченного коммерческого использования. Питомники журавлей и соколообразных (да и многих других животных) уже выведены на этот уровень.

Успешная разработка методов искусственного осеменения не отменяет, однако, всего арсенала мер, обеспечивающих рациональное и правильное содержание животных в питомниках. Только здоровые и тщательно «ухаживаемые» птицы и звери могут принести полноценное потомство. Особенно важно помнить об этом зимой, вне периода размножения.

Главная проблема, возникающая при разведении диких животных в питомниках, – преодоление негативных последствий инбридинга (близкородственного скрещивания), который приводит к появлению рецессивных генов. Поскольку многие рецессивы обладают вредным или нежелательным эффектом, инбридинг обычно ведет к уменьшению размеров тела и другим конституционным отклонениям, к снижению плодовитости, депрессии жизнеспособности и плодовитости, увеличению доли самцов в потомстве, что, в свою очередь, служит причиной нарушения экологической и социально-экологической организации популяций. Вместе с тем при инбридинге резко повышается фенотипическая изменчивость, что крайне нежелательно, так как нарушается один из основных принципов разведения диких животных – сохранение генетически и фенотипически полноценных особей, пригодных для последующей репатриации в природу.

Основной метод предотвращения инбридинга или преодоления его последствий – направленная селекционная работа, и прежде всего жесткий контроль формирования брачных пар и групп. Такой контроль в практике сельскохозяйственного животноводства осуществляется на основе племенных книг, позволяющих определить

родственные связи всех участвующих в воспроизводстве животных. Такие книги для каждой породы нередко ведутся более столетия, они – бесценный инструмент управления размножением популяций домашних животных.

Племенная книга представляет собой свод определенных сведений о каждом животном, содержащемся в неволе. Эти сведения включают: название вида животного (желательно русское, английское и латинское); присвоенный животному номер по племенной книге; пол; кличку (практика показала, что клички использовать лучше, чем номера, которые легко спутать с номерами племенной книги); дату рождения (если она известна); место рождения (или место приобретения); время поступления в питомник; дату и место смерти, причины гибели; способ использования трупа и место хранения останков (если они сохраняются в виде скелета, тушки, препарата и т.п.); специальные заметки и примечания.

Все эти сведения заносят в специальную карточку, которую заводят на животное при его поступлении в питомник и пополняют в течение всей его жизни. На обороте карточки приводят сведения о потомстве по несколько упрощенной схеме, а для животных, рожденных в этом же питомнике, – сведения о родителях. Сейчас все хранение информации переложено на компьютерную основу.

Для ведения международных племенных книг дубликаты карточек периодически высылают назначенному международному куратору, который их обрабатывает и несет ответственность за их регулярную публикацию и распространение среди владельцев всех животных данного вида. Такую систему мы рекомендуем для практической работы всех наших питомников диких животных. Именно такая система будет основной для предотвращения или снижения последствий инбридинга.

Одна из задач племенной работы – генетическая паспортизация животных, содержащихся в питомниках. За последние два десятилетия разработаны достаточно надежные биохимические методы регистрации изменений генных частот, происходящих в популяции, находящейся под контролем. Основу этой работы представляет исследование изоферментов тканей и крови методом гель-электрофореза. Простота, универсальность (метод пригоден для исследования любых видов позвоночных животных), возможность получения прямых данных о степени средней гомо- и гетерозиготности, позволяющих оценивать степень инбридинга, делают этот метод незаменимым при изучении генетической

структуры популяции. Применение его не требует сложной и дорогостоящей техники, электрофореграммы в полиакриламидном геле хранятся достаточно долго и представляют прекрасный объект для сравнения.

Сведений о генетическом разнообразии свободноживущих популяций тех видов животных, с которыми начата работа в питомниках, пока недостаточно. Поэтому одной из важнейших задач сейчас является создание своего рода «музея крови», где будут накапливаться сведения о генетическом разнообразии диких популяций, находящихся в норме. Сравнение этих данных с аналогичными данными из питомников позволит объективно оценить различия, вызываемые содержанием животных в неволе, разработать наиболее оптимальные программы их разведения, поможет в составлении соответствующих схем формирования брачных пар и групп по принципу максимального избежания инбридинга. В сущности это не что иное, как генетический мониторинг. Прекрасные результаты дали экспериментальные исследования генетической структуры лошадей Пржевальского, содержащихся в зоопарках мира.

На практике для избежания негативных воздействий инбридинга можно для начала руководствоваться двумя простейшими, сформулированными американским ученым Дж.Сеннером, правилами:

- не брать в качестве особей-основателей популяции в питомнике инбридных животных. Группа неродственных, но прошедших полный инбридинг животных имеет вдвое меньшую изменчивость, чем группа неродственных особей, не подвергавшихся инбридингу;
- не брать для первоначальной популяции родственных животных, надо стремиться к тому, чтобы как можно большее число животных было как можно меньше родственно друг другу.

К сожалению, это условие удается выполнить далеко не всегда, так как в руки исследователя нередко попадает несколько яиц из одного гнезда или птенцов из одного выводка, а если говорить о млекопитающих, особенно разведенных в зоопарке, то из одного помета.

К упомянутым выше аспектам сохранения генетического разнообразия и генетической стабильности в популяциях животных, содержащихся в питомниках, следует также отнести соблюдение минимальной величины поддерживаемой эффективной численности популяции (не менее 50 особей), а также рассредоточение размножающихся животных по разным питомникам, расположенным в различных климатических условиях. Все это в сочетании с

аккуратным и добросовестным ведением племенных книг и введением в практику генного контроля создает предпосылки для грамотной селекционной работы и избежания или нейтрализации негативных последствий инбридинга, по крайней мере в обозримом будущем.

**Научная работа в питомниках.** Знание биологии животных, содержащихся в питомниках, – основа их успешного разведения. К сожалению, наших познаний в этой области, несмотря на огромное количество проведенных исследований, пока явно недостаточно, особенно в вопросах, имеющих особую важность для искусственного разведения и касающихся интимных (не обязательно сексуальных!) сторон жизни животных.

#### **4.6. Репатриация в природу редких видов**

Термином «репатриация» обозначается процесс возвращения в природу животных, выращенных в вольерных условиях (*ex-situ*). Репатриация рассматривается как самостоятельный базовый элемент стратегии, направленный на восстановление исчезнувших, поддержание угасающих и создание новых популяций редких видов животных. Она составляет как бы второй этап программы, первым этапом которой является вольерное разведение соответствующих редких видов. В определенном смысле эти два элемента представляют собой последовательные стадии реализации единого процесса, но методически они принципиально различны. И если методики вольерного разведения разработаны достаточно полно, то в области создания методики репатриации сделаны лишь первые шаги и определены только основные принципы и главные контуры процесса возвращения выращенных человеком животных в природу.

Вместе с тем практические работы по репатриации уже начаты и достаточно широко, хотя в основе их в значительной мере лежат научная интуиция и опыт, практические навыки непосредственных исполнителей. Такое отставание теории от практики может привести к тяжелым и подчас необратимым просчетам, которые особенно нежелательны при работе с редкими видами. Нет сомнения в том, что создание общей концепции и рабочей схемы репатриации – дело большой срочности и важности.

Еще сравнительно недавно существовало мнение, что выведенные и выращенные в неволе или попавшие в руки человека в самом раннем возрасте животные не пригодны для репатриации в природу. Импринтинг на человека и потеря страха перед ним, отсутствие

навыков добывания пищи, формирующихся в результате обучения со стороны родителей, неспособность самостоятельно избирать миграционные пути и места зимовки – все это предопределяло, по старым представлениям, невозможность выпуска на свободу выращенных в вольерных условиях птиц и зверей. В некоторых кругах исследователей такое мнение сохраняется и по сей день, и это лишь дань неосведомленности. В действительности дело обстоит иначе. Уже разработаны многочисленные технические приемы, позволяющие преодолеть эти очевидные трудности.

Репатриация птиц может осуществляться на разных стадиях индивидуального жизненного цикла, и на этом основаны различные технические методы самой репатриации: метод приемных родителей; метод усыновления; метод смешанных пар; метод одичания.

*Метод приемных родителей.* В его основе лежит неспособность птиц отличать собственные яйца от яиц другого, особенно систематически близкого вида, что позволяет производить подмену яиц. Этот метод давно используют в домашнем птицеводстве, когда, например, под курицу-наседку кладут для инкубации яйца уток, гусей, индюков или даже фазана. При работе с редкими видами донором является сам редкий вид, а реципиентом (приемным родителем) – систематически близкий, но достаточно обычный вид. При подмене яйца реципиента изымаются. Приемные родители инкубируют яйца редкого вида, выращивают птенцов, обучают их всем жизненным навыкам (как правило, это не представляет трудности); птенцы узнают район, где они выросли, миграционные пути и места зимовки приемных родителей. Этот метод эффективен как при работе с выводковыми, так и с птенцовыми птицами. К сожалению, большую угрозу здесь таит возможный импринтинг птенцов на приемных родителей.

Известной модификацией метода приемных родителей является подмена не яиц, а птенцов. Этот метод практикуется с птицами, имеющими птенцовый тип развития. Он был широко использован при восстановлении сапсана на Тихоокеанском побережье США, где птенцов сапсана подкладывали в гнезда сравнительно обычного мексиканского сокола.

*Метод усыновления.* Его используют исключительно для птенцовых птиц, и заключается он в том, что в гнездо с пуховыми птенцами редкого вида дополнительно подкладывают (не заменяют!) птенцов того же редкого вида, но полученных в вольере. Этот метод очень надежен, он полностью исключает импринтинг птиц на человека,

обеспечивает оптимальные условия выращивания и обучения птенцов. Однако применение его несколько ограничено в связи с невозможностью создать новую популяцию при отсутствии реципиента. Тем не менее метод усыновления стал основой программы по восстановлению численности сапсана в Скалистых горах и на Тихоокеанском побережье США, где в 1980-х годах успешность выращивания усыновленных птенцов в гнездах диких сапсанов составила более 95%.

*Метод смешанных пар.* Он принципиально отличен от двух первых методов. Сущность его заключается в том, что, если в каком-то определенном районе держится в период размножения одиночная птица редкого вида, ей предлагают выведенного в неволе и достигшего половой зрелости брачного партнера (самку). Такого кандидата помещают в открытую сверху вольеру, обеспечивая доступ к нему вольного партнера (естественно, что кандидат лишен способности к полету). Образуется, как правило, смешанная одновидовая пара, потомство которой оказывается диким и по достижении определенного возраста вылетает из вольера и переходит к самостоятельной жизни под руководством отца. Применение этого метода при работе с редкими видами еще более ограничено, однако он прекрасно зарекомендовал себя в работе с филинами в Западной Европе, с дикой индейкой в США.

*Метод одичания.* Этот метод в принципе наиболее прост, широко применяется и достаточно эффективен. По сути дела, все искусственное дичеразведение строится на выпусках выращенных в питомнике птиц по методу одичания. Основа метода – постепенное приучение выращенных в вольерах молодых птиц к самостоятельной жизни в природе. Реализация же этого метода осуществляется простым выпуском и контролем его результатов.

Метод одичания широко применяется при репатриации птиц, относящихся к редким видам. Все успешные работы по восстановлению редких видов фазановых в Южной и Юго-Восточной Азии были осуществлены с применением этого метода. Он же является основой при сохранении дрофы в странах Западной Европы (Венгрии и Германии), где во время сельхозработ яйца из обреченных на гибель кладок собирают, искусственно инкубируют, а подросших птенцов выпускают в угоды. Выпуск приурочивают к периоду, когда дрофы из природных популяций собираются в стаи перед осенним отлетом. Такие же работы были начаты в дрофином питомнике в Саратовской области в 1980-х годах.

Особый подход требуется к выращиванию молодых птиц, предназначенных для репатриации (или реинтродукции) методом одичания. Если для птиц племенного поголовья импринтирование на человека не представляет серьезных неудобств, а напротив, облегчает уход, содержание, кормление, искусственное осеменение и т.д., то для птиц, которых готовят к выпуску в природу, оно недопустимо. Поэтому контакты таких птиц с человеком, особенно в первые дни жизни, следует свести до минимума. Это достигается рядом технических приемов. В частности, в питомнике Международного фонда охраны журавлей для обслуживающего персонала был разработан дизайн особого костюма, представляющего собой грубую имитацию внешнего облика взрослого журавля нужного вида. Фигура человека в этом костюме скрыта своего рода балахоном, а одна из рук имитирует шею журавля.

Любая программа по репатриации или реинтродукции каждого вида обязательно означает в той или иной степени вывод его из искусственно созданных условий (питомник, зоопарк) в природу. Это неизбежно затрагивает интересы местных органов власти, местных хозяйственных или общественных (охотничьих, природоохранных и других) организаций и, наконец, граждан, местных жителей. Поэтому каждая такая программа должна быть научно обоснована и согласована со всеми заинтересованными учреждениями и лицами, жизнедеятельность которых связана с избранной для реализации программы территорией. Поэтому подготовке таких программ необходимо уделять самое пристальное внимание. Следует остановиться на некоторых вопросах особой значимости.

**Научное обоснование программы.** Выбор объекта и подготовка экологического паспорта, куда входят указание систематического положения объекта, описание ареала и его динамики, сведения о численности и ее динамике, описание необходимых местообитаний, характеристика лимитирующих факторов, формы и степени угрозы объекту (причины деградации), другие сведения по биологии объекта (подробнее об экологическом паспорте см. главу III). Анализ современного статуса и заключение о необходимости проведения работ по сохранению (спасению, восстановлению) объекта.

**Правовые основы проведения проекта (программы).** Официальное разрешение на проведение работ в соответствии с действующей нормативно-правовой базой требует заключения государственной экологической экспертизы, наличия лицензии на

соответствующие виды деятельности, согласования с администрацией или органами власти соответствующего субъекта Федерации.

**Принципы выбора места проведения проекта.** Анализ альтернативных подходов к выбору места проведения проекта.

*Исторический принцип.* Оптимальным представляется создание новой популяции в местах бывшего обитания вида, т.е. в пределах исторического ареала вида (подвида). Это означает просто восстановление ареала. Однако соответствующие территории могут оказаться трансформированными и уже непригодными для объекта. Если вид (подвид) однажды деградировал или исчез на территории, значит на то были причины, которых мы не можем знать, но которые могли сохраниться. Поэтому нет оснований для отказа от обсуждения принципиально других территорий, где вид (подвид) в историческое время не обитал. Иными словами, речь может идти об искусственном расширении ареала.

*Ландшафтный принцип.* Полная идентичность исходного для вида и нового для него ландшафтов, или хотя бы их физиономическое сходство крайне желательно. Однако мы часто недооцениваем экологическую пластичность животных и известно много примеров, когда вид успешно заселял новые, казалось бы, чуждые ему ландшафты. Необходимо принимать во внимание возможности оптимизации ландшафтных условий через управление хозяйственной деятельностью человека или биотехнические мероприятия. Поэтому различия ландшафтных условий (в определенных пределах) не могут быть решающим критерием при определении степени пригодности территории для создания новой популяции, и каждая конкретная ситуация нуждается в специальном анализе.

*Экологический принцип.* Важнейшее условие успеха в создании новой популяции – выявление экологической пригодности территории. Экологические возможности территории в каждом конкретном случае могут быть различными, но характеристика их обязательно должна включать сведения о наличии, запасах и доступности кормов, об убежищах и других элементах природного комплекса, необходимых для размножения вида, о возможных врагах, конкурентах и болезнях, а также о максимальных и средних климатических параметрах. С экологических позиций должны быть учтены возможности воздействия новой популяции на биоценозы, в которых она будет в определенном смысле чуждым и эволюционно неотработанным звеном. Появление в биоценозе нового вида может привести к нежелательным последствиям (в виде конкуренции с

аборигенными видами) или даже к нарушению биологического равновесия. Особенно остро такая проблема может стоять при создании новых популяций на охраняемых территориях, где охраняются особо ценные экосистемы.

*Организационный принцип.* Необходимо определить перспективы хозяйственного развития и демографическую ситуацию на анализируемой территории на ближайшее будущее и на перспективу. Предусмотреть возможности антропогенной трансформации ландшафта и организации охраны территории или использования уже существующих ООПТ.

**Формирование групп животных для репатриации (реинтродукции), подготовка их к выпуску и выпуск.** Количественный состав такой группы определяется биологическими особенностями вида, методом перемещения животных в природу и наличием исходного биологического материала. Естественно, что при репатриации птиц методами приемных родителей или усыновления, когда объект «уходит в природу» в виде яйца или птенца, подход к каждому объекту будет чисто индивидуальный. Точно так же индивидуальный подход используется при возвращении в природу молодых крупных хищных млекопитающих (метод патронажа). Единственный случай, когда действительно формируется группа, – это реинтродукция различных копытных, которых практически всегда выпускают во взрослом состоянии. В этом случае необходимо учитывать возрастной и половой состав группы, ее социальную и иерархическую структуру, причем очень важно, чтобы животные перед реинтродукцией знали друг друга и чтобы среди них установилась определенная иерархия и соответствующая виду групповая структура. Так, например, лошади Пржевальского уже до выпуска должны организоваться в табун, где имеется вожак (табунный жеребец), строго ранжированные кобылы и неорганизованная молодежь обоего пола. Такая группировка соответствует естественной социальной структуре и будет несоизмеримо более жизнеспособна, нежели неорганизованное скопление. Вообще правильный подбор животных имеет большее значение, нежели общее количество выпущенных особей. Следует добавить, что всех копытных необходимо передержать в достаточно большом загоне в течение по крайней мере месяца-двух (лучше дольше), иначе они после выпуска могут уйти и затеряться. Это одинаково справедливо как для однокопытных (кулан, дикие лошади), так и для парнокопытных (зубр, бизон, олени, дикие бараны). Выпуск

следует осуществлять в такое время года, когда в природе достаточно корма, а у животных понижена двигательная активность, т.е. либо перед самыми родами у самок, либо вскоре после них.

**Генетические аспекты.** Ранее уже говорилось, что при организации работ по вольерному разведению редких видов нужно по возможности исключить попадание в питомник родственных или инбридированных животных. Проблема эта, однако, существует и проявляется особенно остро при репатриации вольерных животных, в геноме которых присутствуют гены двух разных подвидов. Иногда этого просто нельзя избежать.

**Влияние аборигенной фауны и домашних животных.** При репатриации и реинтродукции животных в сложившиеся экосистемы необходимо учитывать возможности возникновения конфликтов с аборигенными видами. Как правило, они связаны с контактами репатриантов с хищниками, и эту возможность следует предусматривать в первую очередь. Практика показывает, что вероятность гибели вселенных животных достаточно велика. В частности, группа американских журавлей, выпущенных в середине 1990-х годов во Флориде для создания там немигрирующей популяции этого вида, полностью была уничтожена рыжей рысью (*Felis rufus*). При работе с молодыми журавлями большую опасность представляет беркут, в чем мы убедились в низовьях Оби при работах по восстановлению популяции стерха. Первая вольная популяция лошади Пржевальского понесла существенные потери в связи с хищничеством волка. Поэтому анализу потенциальных хищников следует уделять самое пристальное внимание, особенно при работе с такими ценными объектами, как стерх, американский журавль или лошадь Пржевальского. Несомненно, здесь имеются и другие возможности нежелательных конфликтных ситуаций.

Домашние животные прямой угрозы, как правило, не представляют, однако есть и исключения. В частности, совершенно недопустима репатриация лошади Пржевальского в районах вольного коневодства. Дикие жеребцы часто отбивают табунных кобыл, которые дают плодовитое гибридное потомство. А это грозит потерей чистоты генофонда, сохраненного с большим трудом. Кроме того, домашние животные часто являются носителями эндопаразитов или возбудителей опасных болезней, которые могут быть отнюдь не безразличны для объектов репатриации и реинтродукции. Поэтому ветеринарное гельминтологическое и паразитологическое предварительное обследование территории предполагаемого выпуска

следует всегда производить с особой тщательностью. Необходимо также ознакомиться со статистикой регистрации заболеваний лошадей, рогатого скота и других домашних животных.

**Конфликты с человеком.** Обычно работа зоологов по спасению редких видов находит самую горячую поддержку и со стороны властей, и со стороны местного населения. Но отнюдь не редки случаи, когда местные жители протестуют против вселения новых животных, особенно если речь идет о видах, представляющих потенциальную угрозу для человека или домашнего скота.

#### **4.7. Криоконсервация генома редких видов.**

Консервация геномов призвана дополнить другие способы сохранения генетической информации, хотя не заменяет их. Она необходима для сохранения видов, численность которых упала ниже критической, необходимой для их выживания. Она позволяет сохранить генетическое разнообразие редких видов, уменьшить число животных, содержащихся в неволе, не опасаясь инбридинга, а также избежать необходимости разведения животных отдельных видов, пород и линий, не используемых в данное время. Она дает возможность сохранять в неизменном виде в течение десятилетий, использовать и транспортировать наследственный материал особо ценных в генетическом и хозяйственном отношении особей.

Существенная опасность для сохранения генетического стандарта вида связана с развитием генной инженерии – переносом генетического материала путем встраивания в плазмиды. Первые практические применения этого метода – получение трансгенных животных, обладающих ускоренным ростом и увеличенными размерами, что многим представляется перспективным для животноводства, создание гибридов для синтеза гормонов и других физиологически активных соединений. Создается реальная опасность загрязнения генетического фонда планеты искусственно создаваемым генетическим материалом и возможность его встраивания в геном существующих видов. Пока трудно оценить степень опасности этих процессов для генофонда, но контроль за ними станет невозможен, если не будет сохранен «генетический стандарт» видов «дорекомбинантной эры».

Таким образом, у нас нет альтернативы. Если мы хотим сохранить для будущих поколений потенциальную возможность воссоздать живущие ныне виды животных и растений, сохранить генетический потенциал планеты, мы должны обеспечить сохранение генетической информации в виде глубоководнозамороженных клеток. В этом – один из

аспектов решения проблемы сохранения биологического разнообразия Земли. Вопрос о рентабельности хранения генетического материала при температуре жидкого азота не представляет серьезной проблемы, так как производство жидкого азота настолько развито, что его давно уже стали рентабельно применять для хранения пищевых продуктов.

Уместно напомнить, что еще до середины – конца 70-х годов XX века МСОП, организация в принципе сравнительно консервативная, негативно относился к идее разведения редких видов в неволе как средству их сохранения. Естественно поэтому, что всеобщее осознание и признание значимости глубокого замораживания клеток, несущих генетическую информацию, в целях сохранения этой самой генетической информации, пришло далеко не сразу.

Создание группы консервации генома и предшествующее включение зоопитомников и зоопарков в сферы интересов МСОП указывало на растущее понимание трудностей сохранения животных в их естественной среде обитания. В ноябре 1980 года в Англии состоялось первое заседание группы консервации генома, на котором была намечена предварительная программа исследований. Авторитет участников группы и обсуждение проблемы среди ведущих биологов мира стимулировали ряд работ, связанных с проблемой реализации генетической информации.

Глубокое замораживание биологических объектов – наиболее перспективный способ консервации геномов. Оно стало возможным благодаря успехам криобиологии – науки, исследующей изменения, происходящие в организмах при замораживании, и механизмы устойчивости организмов к действию низких температур. Благодаря этим исследованиям разработаны режимы замораживания живых объектов и среды, в которых производится замораживание. Необходимыми компонентами таких сред являются криопротекторы, связывающие внутриклеточную воду и защищающие структуры клетки от разрушения (глицерин, диметилсульфоксид, этиленгликоль, пропандиол и др.), а также вещества, стабилизирующие клеточные мембраны (липиды, антиоксиданты, сахара).

В настоящее время удастся замораживать и хранить в жидком азоте при температуре  $-196^{\circ}$  половые клетки, гонады, многие соматические клетки ранних зародышей и ряд органов животных, а также семена, пыльцу и меристему растений. Однако следует иметь в виду, что детали метода приходится разрабатывать специально применительно к каждому виду и объекту.

Создание генетических криобанков – вполне реальная задача. Она решает проблему сохранения генофонда на первом (низшем – клеточном) уровне организации жизни и роль ее в системе мер, направленных на сохранение редких видов, сохранение генетических ресурсов Земли нельзя недооценить. За ним – будущее!

Для сохранения редких видов и генетических ресурсов на индивидуальном (втором) уровне организации жизни, т.е. путем разведения в специальных питомниках и зоопарках, наибольший интерес представляют сравнительно простые ситуации, когда имеется консервированный генетический материал от обоих полов, но относящихся к животным, которые сохранились в резко ограниченном количестве и содержатся в удаленных друг от друга питомниках или зоопарках. При наличии консервированной спермы, которую несложно пересылать на любое расстояние, и племенных книг криоконсервация спермы является абсолютно надежным препятствием против возникновения инбридинга в вольерных популяциях. Уже одно это делает создание криобанков исключительно важным условием сохранения редких видов и существенным элементом общей стратегии сохранения генетических ресурсов Земли. Следует добавить, что в последние годы на базе криоконсервации спермы родился удивительно остроумный метод увеличения потомства у редких животных, которым свойственно приносить лишь по одному детенышу. Метод этот называется трансплантацией эмбрионов и основан на том, что самки таких видов продуцируют несколько яйцеклеток, из которых только одна оплодотворяется, а остальные после этого гибнут. Сущность метода трансплантации эмбриона теоретически проста: у находящейся в эструсе самки вымываются все вышедшие из яичника яйцеклетки и изолированно помещаются в специальную среду. Сюда же добавляется капля размороженной спермы того же вида, и таким образом происходит искусственное оплодотворение яйцеклетки, которая после этого имплантируется (пересаживается) в матку самки другого, систематически близкого, но обычного вида. Эмбрион развивается и новорожденный оказывается полноценным потомком своих родителей, не имея никакого генетического сходства со своей «кормилицей»! Впервые такой эксперимент был успешно проведен в одном из американских зоопарков, когда обыкновенная корова благополучно выносила и родила теленка гаура, дикого быка из Юго-Восточной Азии, находящегося под угрозой исчезновения! А поскольку в процессе овуляции самка гаура производит до десятка

яйцеклеток, то легко понять, насколько перспективен этот метод разведения. Конечно, для такой операции нужна ювелирная техника и значительный опыт.

#### **4.8. Оптимизация взаимоотношений человека и животных**

При подготовке и реализации видовых стратегий помимо базовых необходимо предусматривать возможности использования дополнительных (или факультативных) элементов. Такие факультативные элементы стратегии направлены на блокирование (нейтрализацию) в той или иной мере «нештатных» ситуаций, вызванных воздействием локальных, сезонных или характерных только для конкретного вида лимитирующих факторов. Поскольку спектр потенциальных возможностей возникновения таких ситуаций, связанных и с характером биологических параметров самого вида и с природой лимитирующих факторов, практически неограничен, выбор методов их нейтрализации составляет прерогативу составителя программы сохранения каждого конкретного редкого вида. Он определяется не только наличием исчерпывающих знаний биологии этого вида, не только глубоким анализом и оценкой влияния лимитирующих факторов, но и в значительной степени интуицией, опытом и своего рода талантом самого составителя программы. Поэтому здесь нет и не может быть места для какой-либо стандартизации или четких правил. Далеко неполный перечень наиболее актуальных и часто встречающихся факультативных элементов сохранения редких видов включает:

- предотвращение разрушения местообитаний путем целенаправленного и активного воздействия на планирование и реализацию сельскохозяйственной, лесохозяйственной и других природоразрушающих видов деятельности человека на местном и региональном уровнях;
- сохранение наиболее ценных участков местообитаний посредством изменения системы землепользования или технологии сельхозработ;
- оптимизацию нарушенных местообитаний путем искусственного создания необходимых условий (биотехния) для обеспечения успешности основных биологических процессов в популяциях редких видов и блокирования отдельных лимитирующих факторов различного происхождения и природы;
- защиту животных от гибели на техногенных сооружениях (линиях электропередачи, шоссе и других магистралях, перекрывающих

пути традиционных миграций, на ограждениях сельхозугодий, на маяках и т.д.);

– снижение пресса хищников и других естественных врагов редкого вида;

– активная помощь животным при разливах нефти и других горюче-смазочных веществ в результате аварий и при других чрезвычайных ситуациях;

– оптимизация и увеличение кормовой базы животных (подкормка, специальные посадки кормовых растений и т.д.) в период размножения или при экстремальных климатических аномалиях;

– снижение гибели животных при сельскохозяйственных, лесозаготовительных, мелиоративных и иных антропогенных процессах;

– повышение биологической емкости угодий в период размножения вида (устройство искусственных гнездовых платформ для хищных птиц, другие биотехнические мероприятия);

– оптимизация структуры популяций посредством регулирования соотношений в половом и возрастном составе популяции;

– искусственная полусинантропизация видов, наиболее чувствительных к воздействию фактора беспокойства;

– предотвращение повышенной смертности животных в результате контактов с ядохимикатами (хлорорганическими, фторорганическими и другими веществами, используемыми в сельском и лесном хозяйствах, а также при плановом регулировании численности видов, приносящих ущерб здоровью человека).

Следует подчеркнуть то обстоятельство, что на различных стадиях деградации вида воздействие разных лимитирующих факторов может привести к неодинаковым результатам. Это обуславливает возможность или необходимость смены приоритетов из числа элементов стратегии. Поэтому особенно важно определить, на какой стадии (или уровне) деградации находится вид и какой из лимитирующих факторов в данный момент составляет наибольшую угрозу. Это позволит правильно выбрать соответствующий оптимальный элемент стратегии для нейтрализации воздействия именно этого, наиболее опасного фактора. Допустимы и возможны варианты, когда факультативные элементы стратегии могут стать более значимыми, чем базовые.

В целом арсенал методических приемов, направленных на оптимизацию взаимоотношений человека и редкого вида, достаточно обширен и в совокупности с комплексом базовых элементов создает

единую стратегию, способную обеспечить гарантированное сохранение и выживание любого биологического вида.

## **Глава 5. Структура и подготовка видовых стратегий**

### **5.1. Вводные замечания**

Биологические параметры каждого вида, их значения и количественная характеристика в принципе определяют жизненную стратегию этого вида. Эта жизненная стратегия всегда в чем-то отличается от жизненных стратегий всех других, даже систематически и экологически близких, видов. Именно это различие жизненных стратегий, выражающееся в различиях биологических параметров и в сочетании с вариабельностью сущности (природы) и форм воздействия лимитирующих факторов, определяет уникальность (видоспецифичность) видовых стратегий, или, иными словами – стратегий сохранения отдельных видов.

Вместе с тем общность конечных задач и целей всей совокупности видовых стратегий, сходство в проявлении лимитирующих факторов и путей их блокирования создают определенные предпосылки для создания единого методического фундамента типовой видовой стратегии, что не противоречит утверждению об уникальности каждой из видовых стратегий, а создает и обеспечивает возможности для нахождения общих структурных форм такой видовой стратегии (стандарта стратегии сохранения абстрактного, гипотетического вида), которая в определенном смысле позволит более обоснованно и полно подойти к формированию всего механизма каждой из видовых стратегий. Разработка стандарта подготовки не означает стандарта готовой продукции, т.е. самой стратегии. Разработка стандарта облегчает работу по созданию видовых стратегий, их оценку специалистами, делает всю программу более полной, концентрированной, конкретной, не препятствуя тому, чтобы сущность была различной. Это не более чем схема структуры или общий каркас, облегчающие подготовку видовых стратегий и обеспечивающие их полноценность. Такая схема должна быть достаточно гибкой, изменяться или дополняться в зависимости от реальных факторов и конкретной ситуации. Нужно иметь в виду, что абстрактных редких видов («редких видов вообще») в природе реально не существует и не может существовать в принципе. Каждая

видовая стратегия имеет в своей основе определенную сумму биологических данных, требует их оценки и собственных решений. Приведенная ниже схема – это тоже не более, чем структурная схема, которую при подготовке видовой стратегии можно и необходимо наполнить реальным содержанием.

## **5.2. Схема структуры типовой стратегии сохранения редкого вида**

При подготовке стратегии сохранения конкретного редкого вида, проекта и программы ее реализации необходимо за научно-методическую основу принимать полную характеристику и оценку существующей и прогнозируемой ситуации с учетом социальных (в том числе экономических) факторов (схема подготовки соответствующего документа приведена ниже).

1. Современный природоохранный статус (Красный список МСОП, Красные книги СССР и Российской Федерации, СИТЕС, другие международные конвенции и соглашения).

2. История и анализ процесса деградации вида.

2.1. Анализ динамики ареала за обозримый период (сокращение общей площади, фрагментация, предполагаемые причины) по литературным данным.

2.2. Анализ динамики численности (причины сокращения, временная привязка и связь с природными или историческими событиями).

3. Современный экологический паспорт (по Красной книге России, 2000 г.).

3.1. Современный ареал вида (мировой и в границах Российской Федерации), анализ его изменений, определение тенденций динамики.

3.2. Современная численность вида, анализ тенденций и темпов ее изменения.

3.3. Характеристика и анализ типичных и второстепенных местообитаний, степень и характер нарушенности, степень и формы их антропогенизации.

3.4. Характеристика и анализ половой, возрастной, социальной и пространственной структуры популяций вида.

3.5. Характеристика и анализ размножения и смертности.

3.5.1. Сроки наступления половой зрелости и начала размножения.

3.5.2. Характеристика и анализ потенциала размножения, успешности размножения, годового прироста популяции.

3.6. Характеристика кормов и кормовой базы, многолетней и годовой изменчивости этих показателей, анализ доступности кормов и экстремальных ситуаций в этой области.

3.7. Характеристика и анализ подвижности: сезонные миграции, их протяженность и степень безопасности, затраты времени, возможность экстремальных ситуаций.

3.8. Естественные враги, паразиты, болезни.

4. Суммарный анализ и оценка индикаторов деградации вида.

5. Определение основных лимитирующих факторов (выявление, характеристика форм воздействия на конкретный вид, анализ и оценка степени и форм этого воздействия, выявление приоритетов и их роли в деградации вида). Всесторонняя оценка воздействия каждого отдельного лимитирующего фактора – основа комбинирования системы их нейтрализации (блокирования).

6. Регламентация системы и механизмов блокирования лимитирующих факторов посредством использования элементов стратегии, определение приоритетных элементов стратегии (базовых и дополнительных), оценка и прогноз их эффективности.

6.1. Базовые элементы стратегии.

6.1.1. Законодательная охрана: оценка современной законодательной базы, перспективы и возможности повышения ее эффективности, разработка предложений по совершенствованию региональной нормативно-правовой базы в области охраны (установление дополнительных постоянных или сезонных запретов на добывание конкретного вида, ограничение использования вида, повышение ответственности за ущерб, нанесенный редкому виду, принятие администрацией субъекта Федерации других специальных решений по сохранению этого вида).

6.1.2. Территориальная охрана: характеристика и анализ существующей сети ООПТ, создание региональных заказников, резерватов и других форм охраняемых территорий, обеспечивающих постоянную или временную (сезонную) охрану вида, разработка предложений в этой области.

6.1.3. Вольерное (ex-situ) разведение редких видов: оценка экологической ситуации, причин деградации вида и основных лимитирующих факторов, анализ экологического паспорта вида для вынесения решения о необходимости использования этого элемента стратегии, подготовка предложений для компетентных органов.

6.1.4. Реинтродукция и репатриация редкого вида в природу: оценка необходимости использования этого элемента стратегии на основе

анализа современного состояния вида и экологического паспорта вида, разработка предложений для компетентных органов.

6.1.5. Криоконсервация генома: оценка возможностей участия в специальных программах по сохранению и использованию геномов, обеспечение сбора генетических материалов в процессе реализации программы сохранения редкого вида.

6.2. Дополнительные (специальные) элементы стратегии. Эти элементы направлены на блокирование локальных или сезонных лимитирующих факторов, отрицательно влияющих на определенные биологические параметры конкретного вида. Как уже говорилось ранее, количество и формы реализации таких элементов практически не ограничены и определяются не только биологическими параметрами вида и природой лимитирующих факторов, но и интуицией, опытом, инициативой и своего рода талантом составителя программы.

7. Оценка возможностей устойчивого использования вида и разработка мер по его реализации.

8. Организация системы контроля эффективности при реализации разработанной стратегии.

9. Определение возможных партнеров при реализации стратегии из числа общественных организаций и коллективов местных жителей.

Следует еще раз подчеркнуть, что комплексность и поливекторность подхода к сохранению любого редкого вида – это неотъемлемое качество правильно разработанной стратегии и единственный залог ее успеха. Совокупность видовых стратегий, даже если они охватывают все редкие виды, не равнозначна национальной стратегии сохранения редких видов, для создания которой необходимы другие масштабы, подходы, механизмы и решения. Вместе с тем эти две категории стратегий не исключают друг друга и, по сути дела, комплекс видовых стратегий может служить научно-методической базой при подготовке национальной стратегии. Успешная охрана может быть гарантирована только в результате подготовки и реализации необходимого комплекса видовых стратегий в рамках проблемы сохранения биоразнообразия. Приоритетность подготовки таких видовых стратегий определяется степенью угрозы и оценкой возможности утраты вида.

## Глава 6. Международное сотрудничество и партнерство

Охрана и восстановление редких видов не может мыслиться как проблема «одной отдельно взятой страны», она с полной очевидностью требует коллективных усилий нескольких участников, объединенных общностью целей и задач. Прежде всего, лишь небольшое число видов обитает в формальных границах какого-либо государства (немигрирующие узкоареальные эндемики), тогда как ареалы большинства их охватывают территории нескольких стран. Это обстоятельство особенно важно при сохранении мигрирующих видов. Кроме того, международная кооперация способствует интеграции интеллектуального потенциала и финансовых возможностей участников реализации программы, повышает результативность совместных практических действий, более отчетливо высвечивает политическое и общественное значение проблемы в целом, придает ей дополнительный импульс в глобальном масштабе. Широкое и разностороннее международное сотрудничество – это бесспорный залог успешности реализации стратегий сохранения редких видов.

Международное сотрудничество может строиться на разных уровнях и в различной организационной форме. В самом первом приближении можно выделить следующие основные уровни сотрудничества:

- участие России в международных конвенциях и соглашениях;
- сотрудничество с международными правительственными и неправительственными (общественными) организациями;
- получение различных видов помощи со стороны отдельных правительств и международных фондов;
- персональное спонсорство со стороны частных компаний, фондов и некоторых физических лиц.

Значительно уже спектр конкретных форм участия зарубежных организаций и физических лиц в реализации проектов и программ сохранения редких видов в России. Как правило, это – финансовая поддержка и обеспечение оборудованием и материалами. В значительно меньшем масштабе практикуется методическая помощь и участие отдельных специалистов или их коллективов в полевых и иных исследованиях. Нужно заметить, что такое в принципе пассивное сотрудничество в целом вполне отвечает нашим интересам

и не может претендовать на более активное вмешательство в нашу деятельность. В специальной научной помощи со стороны зарубежных экспертов мы практически не нуждаемся.

К настоящему времени в мире с участием Российской Федерации функционируют многие десятки международных конвенций, так или иначе регламентирующих кооперативную деятельность различных государств по обеспечению основных аспектов сохранения природы в целом, как среды обитания человека, так и ее отдельных компонентов. Из числа таких конвенций, относящихся в большей или меньшей мере к проблеме сохранения редких видов, в первую очередь следует назвать Конвенцию о биологическом разнообразии, Конвенцию о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), Конвенцию о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция), Конвенцию по сохранению мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция) и Конвенцию об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (Бернская конвенция). О конвенциях СИТЕС и Рамсарской уже говорилось в предыдущих главах.

**Конвенция о биологическом разнообразии** была открыта для подписания на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро 5 июня 1992 г. Российская Федерация подписала Конвенцию, а в феврале 1995 г. ратифицировала ее и активизировала деятельность по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия, т.е. биологических ресурсов России. Выполнение обязательств по Конвенции – сложная межведомственная проблема, и для решения основных вопросов постановлением Правительства Российской Федерации была создана специальная Межведомственная комиссия, куда вошли руководители заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и представители крупных научных учреждений.

Конвенция о биологическом разнообразии носит глобальный характер и является, по сути, рамочной конвенцией. Ее основная цель – сохранение биологического разнообразия планеты на генетическом, видовом и экосистемном уровнях, регламентация устойчивого использования его компонентов как биологических ресурсов биосферы, на которые сохраняются суверенные права каждого государства-участника. Возможность устойчивого использования редких видов в коммерческих целях в принципе не противоречит

условиям Конвенции, однако научные и правовые принципы его еще не определены, и поэтому все вопросы в этой области регулируются на основе СИТЕС. Вместе с тем Конвенция налагает на участников определенные обязательства, к числу которых, прежде всего, относятся:

- разработка национальных стратегий и программ сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия;
- разработка конкретных мер по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия;
- создание системы особо охраняемых территорий и мер по восстановлению деградировавших экосистем, а также редких видов животных и растений;
- предотвращение интродукции чужеродных видов, могущих угрожать экосистемам, местообитаниям или аборигенным видам;
- разработка и реализация нормативных правовых актов различного уровня для охраны находящихся в опасности видов и популяций;
- разработка и реализация мер по сохранению ex-situ компонентов биологического разнообразия для создания и поддержания условий, обеспечивающих отсутствие угрозы экосистемам, популяциям и видам;
- использование сохранения ex-situ для восстановления в природе видов, находящихся в опасности.

Этот краткий перечень приоритетов Конвенции о биологическом разнообразии достаточно отчетливо показывает ее огромное значение в проблеме сохранения и восстановления редких видов.

В рамках реализации обязательств России по Конвенции разработана долгосрочная программа «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», которая включает три самостоятельных компонента (А – «Стратегия сохранения биоразнообразия», В – «Охраняемые территории» и С – «Байкал»). Проблемы сохранения и восстановления редких видов получили свое развитие только в компонентах А и В, но в несколько сжатой и лаконичной форме, не соответствующей действительной значимости этих проблем (в разделе В.4.1. – «Сохранение редких видов» регламентируется только создание устойчивых популяций зубра в некоторых областях Центральной России и «краснокнижных» журавлей в Хинганском заповеднике).

#### **Дву- или многосторонние межправительственные соглашения**

Межправительственные соглашения, как и международные конвенции, являются одним из наиболее действенных и маневренных

инструментов международного сотрудничества в области сохранения редких видов. В качестве многостороннего межправительственного соглашения в первую очередь нужно назвать Соглашение об охране белых медведей, заключенное в 1973 году. В Соглашение помимо Советского Союза вошли Канада, США, Норвегия, Дания. В результате запрета на добывание белых медведей, который очень детально оговаривался Соглашением, численность белого медведя во всех секторах Арктики значительно возросла и достигла более чем 20 тыс. особей. Позже были установлены небольшие квоты на отстрел медведей для нужд коренного населения американского сектора. В соответствии с Соглашением был проведен комплекс полевых научных исследований, а затем созданы специальные заповедники, в том числе исключительно важный заповедник на острове Врангеля, где находится главный «родильный дом» животных, обитающих и у нас, и на севере американского континента.

В начале 70-х годов XX в. было подписано двустороннее соглашение о сотрудничестве и совместной деятельности в области охраны природы между Советским Союзом и США. Это было исключительно плодотворное сотрудничество. Оно прошло и выдержало жесткое испытание «холодной войной». Когда практически все связи между нашей страной и Соединенными Штатами оборвались, Соглашение об охране природы продолжало действовать и развиваться. Столь же активно реализуется оно и сейчас, получив статус российско-американского. Сохранение редких видов животных является объектом нескольких проектов и специальных соглашений, реализуемых в рамках этого общего Соглашения. В частности, нужно назвать Соглашение об охране мигрирующих птиц, программы изучения и охраны редких видов журавлей, хищных птиц и других видов редких животных, программы изучения экосистем Берингова моря и прилегающих акваторий.

Нужно заметить, что текст российско-американского Соглашения по охране мигрирующих видов птиц в дальнейшем стал своего рода эталоном при подготовке текстов аналогичных соглашений между СССР и Японией, СССР и Индией, СССР и Корейской Народно-Демократической Республикой, СССР и Республикой Корея. Эти соглашения, обязательства по которым сейчас взяла на себя Российская Федерация, прежде всего ориентированы на сохранение редких видов птиц и в них внесены специальные разделы, регламентирующие совместные исследования и разработку мер охраны таких редких видов, как красноногий ибис, японский и

даурский журавль, дальневосточный аист, белоплечий орлан, рыбный филин и др. Соглашение предусматривает также создание заповедников на пролетных путях птиц, занесенных в списки видов, составляющие приложения к соглашениям.

### Рекомендуемая литература

1. Абрамов В.К., Дунишенко Ю.М., Матюшкин Е.Н. и др. Стратегия сохранения амурского тигра в России. М.: Всемирный фонд природы, 1996. 36 с.
2. Аллен Р. Как спасти Землю (Всемирная стратегия охраны природы). М: Мысль, 1983. 172 с.
3. Дрофы и пути их сохранения. Сб. научн. трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР / Отв. ред. А.М. Амирханов. М.: ЦНИЛ Главохоты, 1986. 196 с.
4. Банников А.Г., Флинт В.Е. Мы должны их спасти. Очерки о животных из Красной книги. М.: Мысль, 1982. 174 с.
5. Консервация генетических ресурсов. Методы. Проблемы. Перспективы. Сб. научн. трудов / Отв. ред. Б.Н. Вепринцев. Пушино: Пушинский НЦ АН СССР, 1991. 176 с.
6. Винокуров А.А.. Редкие птицы мира. М.: Агропромиздат, 1987. 207 с.
7. Винокуров А.А. Редкие и исчезающие животные. Птицы. М.: Высшая школа, 1992. 446 с.
8. Заповедники России. Сборник материалов Летописей природы заповедников за 1991/1992 годы / Отв. сост. А.Е. Волков М.: Росагросервис, 1994. 210 с.
9. Горбунов Ю.Н., Дежкин В.В., Козлов В.И. и др. Сохранение биологического разнообразия: позитивный опыт. М.: ГЭФ, Проект «Сохранение биоразнообразия», 1999. 115 с.
10. Гордина Ф.Я., Добрынина Н.Г., Орлов В.А., Охрана природы: Международные организации, конвенции и программы. М.: Московский офис МСОП, 1995. 192 с.

11. Даревский И.С., Орлов Н.Л. Редкие и исчезающие животные. Земноводные и пресмыкающиеся. М.: Высшая школа, 1988. 463 с.
12. Ильяшенко В.Ю., Ильяшенко Е.И. Законодательство России, обеспечивающее выполнение СИТЕС. М.: Всемирный фонд дикой природы, 1999. 104 с.
13. Ильяшенко В.Ю., Ильяшенко Е.И. Красная Книга России: правовые акты. М.: Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 2000. 134 с.
14. Кириков С.В. Изменения животного мира в природных зонах СССР. М.: Изд. АН СССР, 1950. 178 с.
15. Кириков С.В. Промысловые животные, природная среда и человек. М.: Наука, 1966. 347 с.
16. Красная книга Российской Федерации. М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2001. 860 с.
17. Красная книга СССР. Т. 1. М.: Министерство сельского хозяйства СССР – Академия наук СССР, 1984. 390 с.
18. Кривенко В.Г. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат, 1991. 271 с.
19. Стратегия сохранения водно-болотных угодий Российской Федерации / Отв. ред. В.Г. Кривенко. М.: Wetlands International Global Series, 1999. № 1. 50 с.
20. Кузнецов Б.А. Дичеразведение (искусственное разведение пернатой дичи). М.: Лесная промышленность, 1972. 184 с.
21. Научные исследования в заповедниках и национальных парках России (федеральный отчет за 1992–1993 годы) / Отв. ред. Л.В. Кулешова. М.: ВНИИприрода, 1997. 394 с.
22. Научные исследования в заповедниках и национальных парках России / Отв. ред. Л.В. Кулешова. М.: Изд. ГЕОС, 2000–2001. Вып. 2. Ч. 1. 464 с. и Ч. 2. 623 с.
23. Стратегия сохранения дальневосточного леопарда в России / Под ред. Е.Н. Матюшкина, В.Г. Кревер. М. – Владивосток: Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 1999. 30 с.
24. Павлов М.П. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР. Ч. 1–4. Киров: РАСХН, 1973–1999.
25. Сохранение биологического разнообразия России. Правовая и нормативно-методическая документация. Госкомитет РФ по охране окружающей среды. Проект ГЭФ «Сохранения биологического разнообразия» / Сост. В.И. Перерва, Г.К. Ковалев, В.А. Орлов. М.: АО «Окаэкос» 1999. 470 с.
26. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
27. Разведение и создание новых популяций редких и ценных видов животных / Под. ред. А.К. Рустамова. Докл. 3-го совещ. Ашхабад: ООП Туркм. ССР, 1982. 188 с.
28. Редкие виды млекопитающих СССР и их охрана. Матер. III Всес. совещ. / Отв. ред. В.Е. Соколов. М.: ИЭМЭЖ АН СССР, 1983. 226 с.
29. Соколов В.Е. Редкие и исчезающие животные. Млекопитающие. Справ. пособие. М.: Высшая школа, 1986. 519 с.
30. Первое Всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры. Тезисы докладов / Отв. ред. В.Е. Соколов, Е.Е. Сыроечковский. М.: АН СССР, 1986. Ч. 2. 278 с.
31. Соколов В.Е., Филинов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрин Г.Д. Экология заповедных территорий России. М.: Янус-К, 1997. 575 с.
32. Научные исследования в зоологических парках / Под ред. В.В. Спицина. М.: Московский зоопарк, 1998. Вып. 10. 305 с.
33. Жизнеспособность популяций: Природоохранные аспекты / Пер. с англ. Под ред. М.Сулей. М.: Мир, 1989. 224 с.
34. Сулей М., Уилкоккс Б. Биология охраны природы / Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 430 с.
35. Фишер Д., Саймон Н., Винсент Д. Красная книга. Дикая природа в опасности / Пер. с англ. М.: Прогресс, 1976. 477 с.
36. Флинт В.Е., Перерва В.И., Жирнов Л.В. Стратегия сохранения зубра в России. М.: Госкомэкология РФ и WWF, 1998. 36 с.
37. Охрана и перспективы восстановления численности джейрана в СССР. Сб. научн. трудов / Отв. ред. В.Е. Флинт. М.: ВНИИприрода, 1986. 94 с.
38. Флинт В.Е., Габузов О.С. и др. Разведение редких видов птиц. М.: Агропромиздат, 1986. 206 с.
39. Флинт В.Е., Кривенко В.Г., Мирутенко М.В. и др. Состояние биологических ресурсов и биоразнообразия России и ближнего зарубежья (1988–1993 гг.). М.: ВНИИприрода, 1994. 71 с.
40. Флинт В.Е., Ковшарь А.Ф., Переладова О.Б., Бланк Д.А. Методические рекомендации. Реинтродукция куланов (отлов, транспортировка, передержка, выпуск). М.: ВНИИприрода, 1988. 36 с.
41. Флинт В.Е., Переладова О.Б., Мирутенко М.В. Программа восстановления бухарского оленя в СССР. М.: ВНИИприрода, 1989. 53 с.

42. Флинт В.Е. Стратегия сохранения редких видов в России: теория и практика. М.: Изд. ГЕОС, 2000.
43. Торговля дикими животными и растениями в России и Центральной Азии / Сост. И.Е. Честин. ТРАФФИК Европы, 1998. 206 с.
44. Шалыбков А.М., Сторчевой К.В. Природные заказники. М.: Агропромиздат, 1985. 208 с.
45. Штильмарк Ф.Р. Историография российских заповедников (1895–1995). М.: ТОО «Логата», 1996. 340 с.
46. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Охрана животного мира: проблемы и перспективы. М.: Знание, 1979. 64 с.
47. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Уровни охраны живой природы. М.: Наука, 1985. 176 с.

Приложение 1

**СПИСОК ВИДОВ И ПОДВИДОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ПТИЦ, ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ И ЗЕМНОВОДНЫХ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Название видов (подвидов, популяций) диких животных	Категории статуса редкости
<b>Класс Земноводные</b>	<b>Classis Amphibia</b>
Уссурийский когтистый тритон	<i>Onychodactylus fischeri</i> 2

Обыкновенный Ланца	тритон	<i>Triturus vulgaris lantzii</i>	2
Кавказская крестовка		<i>Pelodytes caucasicus</i>	2
Кавказская жаба		<i>Bufo verrucosissimus</i>	2
Камышовая жаба		<i>Bufo calamita</i>	2
Малоазиатский тритон		<i>Triturus vittatus</i>	3
Сирийская чесночница		<i>Pelobates syriacus</i>	3
Тритон Карелина		<i>Triturus karelinii</i>	4
<b>Класс Пресмыкающиеся</b>		<b>Classis Reptilia</b>	
Средиземноморская черепаха		<i>Testudo graeca</i>	1
Серый геккон		<i>Cyrtopodion russowi</i>	1
Дальневосточная черепаха		<i>Trionyx sinensis</i>	2
Эскулапов полоз		<i>Elaphe longissima</i>	2
Кошачья змея		<i>Vipera dinniki</i>	2
Гадюка Динника		<i>Vipera kaznakovi</i>	2
Гюрза		<i>Vipera lebetina</i>	2
Пискливый геккончик		<i>Alsophylax pipiens</i>	3
Ящурка Пржевальского		<i>Eremias przewalskii</i>	3
		<i>tuvensis</i>	
Средняя ящерица		<i>Lacerta media</i>	3
Дальневосточный сцинк		<i>Eumeces latiscutatus</i>	3
Западный удавчик		<i>Eryx jaculus</i>	3
Японский полоз		<i>Elaphe japonica</i>	3
Закавказский полоз		<i>Elaphe hohenackeri</i>	3
Полосатый полоз		<i>Coluber spinalis</i>	3
Краснопоясный динодон		<i>Dinodon rufozonatum</i>	3
Кошачья змея		<i>Telescopus fallax</i>	3
Ящурка Барбура		<i>Eremias argus barbouri</i>	4
Гадюка Никольского		<i>Vipera nikolskii</i>	4
Тонкохвостый полоз		<i>Elaphe taeniura</i>	0
Восточный динодон		<i>Dinodon orientale</i>	0
<b>Класс Птиц</b>		<b>Classis</b>	
Белоспинный альбатрос		<i>Diomedea albatrus</i>	1
Розовый пеликан		<i>Pelecanus onocrotalus</i>	1
Желтоклювая цапля		<i>Egretta eulophotes</i>	1
Красноногий ибис		<i>Nipponia nippon</i>	1

Дальневосточный аист	<i>Ciconia boyciana</i>	1
Горный гусь	<i>Eulabeia indica</i>	1
Сухонос	<i>Cygnopsis cygnoides</i>	1
Хохлатая пеганка	<i>Tadorna cristata</i>	1
Мраморный чирок	<i>Anas angustirostris</i>	1
Савка	<i>Oxyura leucocephala</i>	1
Красный коршун	<i>Milvus milvus</i>	1
Орлан-долгохвост	<i>Haliaeetus leucoryphus</i>	1
Степная пустельга	<i>Falco naumanni</i>	1
Маньчжурская бородатая куропатка	<i>Perdix dauurica suschkini</i>	1
Японский (уссурийский) журавль	<i>Grus japonensis</i>	1
Стерх (обская популяция)	<i>Grus leucogeranus</i>	1
Даурский журавль	<i>Grus vipio</i>	1
Белокрылый погоньш	<i>Porzana exquisita</i>	1
Джек	<i>Chlamydotis undulata</i>	1
Кречетка	<i>Chettusia gregaria</i>	1
Охотский улит	<i>Tringa guttifer</i>	1
Чернозобик	<i>Calidris alpina</i>	1
а) балтийский п/вид	<i>C. a. schinzii</i>	1
б) сахалинский п/вид	<i>C. a. actitis</i>	1
Южнокамчатский берингийский песочник	<i>Calidris ptilocnemis kurilensis</i>	1
Тонкоклювый кроншнеп	<i>Numenius tenuirostris</i>	1
Реликтовая чайка	<i>Larus relictus</i>	1
Хохлатый старик	<i>Synthliboramphus wumizusume</i>	1
Рыбный филин	<i>Ketupa blakistoni</i>	1
Большой чекан	<i>Saxicola insignis</i>	1
Овсянка Янковского	<i>Emberiza jankowskii</i>	1
Европейская чернозобая гагара (центрально-европейская популяция)	<i>Gavia arctica arctica</i>	2
Кудрявый пеликан	<i>Pelecanus crispus</i>	2
Малый баклан	<i>Phalacrocorax pygmaeus</i>	2
Колпица	<i>Platalea leucorodia</i>	2
Пискулька	<i>Anser erythropus</i>	2
Белошей	<i>Philacte canagica</i>	2

Клоктун	<i>Anas formosa</i>	2
Белоглазый нырок (чернеть)	<i>Aythya nyroca</i>	2
Степной лунь	<i>Circus macrourus</i>	2
Ястребиный сарыч	<i>Butastur indicus</i>	2
Змеяд	<i>Circaetus gallicus</i>	2
Большой подорлик (популяции европ. Части России и популяции Дальнего Востока)	<i>Aquila clanga</i>	2
Могильник	<i>Aquila heliaca</i>	2
Кречет	<i>Falco rusticolus</i>	2
Балобан	<i>Falco cherrug</i>	2
Сапсан	<i>Falco peregrinus</i>	2
Среднерусская белая куропатка	<i>Lagopus lagopus rossicus</i>	2
Дикуша	<i>Falcipennis falcipennis</i>	2
Дрофа (восточно-сибирский п/вид)	<i>Otis tarda dybowskii</i>	2
Большой кроншнеп (популяции южной и средней полосы европейской части России)	<i>Numenius arquata</i>	2
Дальневосточный кроншнеп	<i>Numenius madagascariensis</i>	2
Степная тиркушка	<i>Glareola nordmanni</i>	2
Малая крачка	<i>Sterna albifrons</i>	2
Филин	<i>Bubo bubo</i>	2
Европейский средний дятел	<i>Dendrocopus medius medius</i>	2
Монгольский жаворонок	<i>Melanocorypha mongolica</i>	2
Косматый поползень	<i>Sitta villosa</i>	2
Белоклювая гагара	<i>Gavia adamsii</i>	3
Пестролицый буревестник	<i>Calonectris leucomelas</i>	3
Малая качурка	<i>Oceanodroma monorhis</i>	3
Хохлатый баклан	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	3
Египетская цапля	<i>Bubulcus ibis</i>	3
Средняя белая цапля	<i>Egretta intermedia</i>	3
Каравайка	<i>Plegadis falcinellus</i>	3
Черный аист	<i>Ciconia nigra</i>	3

Обыкновенный фламинго	Phoenicopterus roseus	3
Атлантическая черная казарка	Branta bernicla hrota	3
Американская казарка	Branta nigricans	3
Краснозобая казарка	Rufibrenta ruficollis	3
Американский лебедь	Cygnus columbianus	3
Мандаринка	Aix galericulata	3
Нырок (чернеть) Бэра	Aythya baeri	3
Чешуйчатый крохаль	Mergus squamatus	3
Скопа	Pandion haliaetus	3
Европейский тювик	Accipiter brevipes	3
Курганник	Buteo rufinus	3
Хохлатый орел	Spizaetus nipalensis	3
Степной орел	Aquila rapax	3
Малый подорлик	Aquila pomarina	3
Беркут	Aquila chrysaetos	3
Орлан-белохвост	Haliaeetus albicilla	3
Белоплечий орлан	Haliaeetus pelagicus	3
Бородач	Gypaetus barbatus	3
Стервятник	Neophron percnopterus	3
Черный гриф	Aegyptus monachus	3
Белоголовый сип	Gyps fulvus	3
Кавказский тетерев	Lyrurus mlokosiewiczi	3
Стерх (якутская популяция)	Grus leucogeranus	3
Черный журавль	Grus monacha	3
Красноногий погоныш	Porzana fusca	3
Султанка	Porphyrio porphyrio	3
Дрофа (европейский п/вид)	Otis tarda tarda	3
Стрепет	Tetrax tetrax	3
Южная золотистая ржанка	Pluvialis apricaria	3
Уссурийский зуек	Charadrius placidus	3
Каспийский зуек	Charadrius asiaticus	3
Ходулочник	Himantopus himantopus	3
Шилоклювка	H.Recurvirostra avosetta	3
Кулик-сорока (материковый п/вид)	Haematopus ostralegus longipes	3
Лопатень	Eurynorhynchus pygmeus	3

Желтозобик	Tryngites subruficollis	3
Японский бекас	Gallinago hardwickii	3
Азиатский бекасовидный веретенник	Limnodromus semipalmatus	3
Красноногая говорушка	Rissa brevirostris	3
Белая чайка	Pagophila eburnea	3
Чеграва	Hydroprogne caspia	3
Алеутская (камчатская) крачка	Sterna aleutica	3
Азиатский длинноклювый пыжик	Brachyramphus marmoratus	3
Короткоклювый пыжик	Brachyramphus brevirostris	3
Большой пегий зимородок	Ceryle lugubris	3
Ошейниковый зимородок	Halcyon pileata	3
Обыкновенный серый сорокопуд	Lanius excubitor	3
Райская мухоловка	Terpsiphone paradisi	3
Тростниковая сутора	Paradoxornis polivanovi	3
Алеутская канадская казарка	Branta canadensis	4
Белоголовый орлан	Haliaeetus leucopareia leucocephalus	4
Рогатая камышница	Gallicrex cinerea	4
Авдотка	Burhinus oedicephalus	4
Кулик-сорока (дальневосточный п/в)	Haematopus ostralegus osculans	4
Китайская чайка	Larus saundersi	4
Рыжебрюхий дятел	Dendrocopos hyperythrus	4
Японская камышевка	Megalurus pryeri	4
Вертлявая камышевка	Acrocephalus paludicola	4
Европейская белая лазоревка	Parus cyanus cyanus	4
Малый лебедь	Cygnus bewickii	5
Красавка	Anthropoides virgo	5
Черноголовый хохотун	Larus ichthyaetus	5
<b>Класс Млекопитающие</b>	<b>Classis Mammalia</b>	
Лошадь Пржевальского	Equus przewalskii	0

Кулан	<i>Equus hemionus</i>	0
Обыкновенный длиннокрыл	<i>Miniopterus schreibersi</i>	1
Тарбаган (монгольский) сурок	<i>Marmota sibirica</i>	1
Речной бобр (западносибирский п/в)	<i>Castor fiber pohlei</i>	1
Речной бобр (тувинский п/вид)	<i>Castor fiber tuvinicus</i>	1
Желтая пеструшка	<i>Eolagurus luteus</i>	1
Медновский голубой песец	<i>Alopex lagopus semenovi</i>	1
Красный волк	<i>Cuon alpinus</i>	1
Кавказская европейская норка	<i>Mustela lutreola turovi</i>	1
Перевязка	<i>Vormela peregusna</i>	1
Леопард	<i>Panthera pardus</i>	1
Снежный барс	<i>Uncia uncia</i>	1
Обыкновенный европейский тюлень (баренцевоморская популяция)	<i>Phoca vitulina vitulina</i>	1
Серый тюлень (балтийский п/вид)	<i>Halichoerus grypus macrorhynchus</i>	1
Высоколобый бутылконос	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	1
Серый кит (охотско-корейская популяция)	<i>Eschrichtius robustus</i>	1
Гренландский кит (североатлантическая и охотоморская популяции)	<b><i>Balaena mysticetus</i></b>	1
Японский кит	<i>Eubalaena glacialis japonica</i>	1
Горбач	<i>Megaptera novaeangliae</i>	1
Северный синий кит	<i>Balaenoptera musculus musculus</i>	1
Сахалинская кабарга	<i>Moschus moschiferus sachalinensis</i>	1
Зубр (беловежский п/вид)	<i>Bison bonasus</i>	1
(внутривидовые гибридные формы)	<i>B. b. bonasus</i>	1
Дзерен	<i>Procapra gutturosa</i>	1

Амурский горал	<i>Naemorhaedus caudatus</i>	1
Алтайский горный баран	<i>Ovis ammon ammon</i>	1
Русская выхухоль	<i>Desmana moschata</i>	2
Подковонос Мегели	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	2
Остроухая ночница	<i>Myotis blythi</i>	2
Трехцветная ночница	<i>Myotis emarginatus</i>	2
Маньчжурский цокор	<i>Myospalax psilurus aspilanus</i>	2
Солонгой (дальневосточная популяция)	<i>Mustela altaica raddei</i>	2
Амурский степной хорь	<i>Mustela eversmanni amurensis</i>	2
Кавказский камышовый кот	<i>Felis chaus chaus</i>	2
Амурский тигр	<i>Panthera tigris altaica</i>	2
Сивуч (северный морской лев)	<i>Eumetopias jubatus</i>	2
Морж (атлантический п/вид)	<i>Odobenus rosmarus rosmarus</i>	2
Кольчатая нерпа (балтийский п/вид)	<i>Phoca hispida botnica</i>	2
Северный финвал (сельдяной кит)	<i>Balaenoptera physalus physalus</i>	2
Уссурийский пятнистый олень	<i>Cervus nippon hortulorum</i>	2
Безоаровый козел	<i>Capra aegagrus</i>	2
Японская мопера	<i>Mogera wogura</i>	3
Гигантская бурузубка	<i>Sorex mirabilis</i>	3
Малый подковонос	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	3
Большой подковонос	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	3
Гигантская вечерница	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	3
Гигантский слепыш	<i>Spalax giganteus</i>	3
Белый медведь (лаптевская популяция)	<i>Ursus maritimus</i>	3
Кавказская выдра	<i>Lutra lutra meridionalis</i>	3
Калан	<i>Enhydra lutris</i>	3
Кавказская лесная кошка	<i>Felis silvestris caucasica</i>	3
Манул	<i>Felis manul</i>	3

Морж (лаптевский п/вид)	Odobenus	rosmarus	3
	laptevi		
Обыкновенный тюлень (европейский п/вид, балтийская популяция);	Phoca vitulina	vitulina	3
курильский п/вид – тюлень Стейнегера	Phoca vitulina	stejnegeri	3
Кольчатая нерпа (ладожский п/вид)	Phoca	ladogensis	3
	hispida		
Серый тюлень (атлантический п/вид – тевяк)	Halichoerus	grypus	3
	grypus		
Беломордый дельфин	Lagenorhynchus		3
	albirostris		
Черноморская афалина	Tursiops	truncatus	3
	ponticus		
Морская свинья (черноморский п/вид)	Phocoena	phocoena	3
	relicta		
Нарвал (единорог)	Monodon monoceros		3
Клюворыл	Ziphius cavirostris		3
Гренландский кит (берингово-чукотская популяция)	Balaena mysticetus		3
Сейвал (ивасевый кит)	Balaenoptera	borealis	3
	borealis		
Северный олень лесной п/вид (алтае-саянская популяция)	Rangifer	tarandus	3
	fennicus		
Снежный баран якутский п/вид (чукотская популяция)	Ovis nivicola	lydekkeri	3
Даурский еж	Erinaceus dauuricus		4
Прибайкальский черношапочный сурок	Marmota camtschatica		4
	oppelmayeri		
Белый медведь (карско-баренцевоморская популяция)	Ursus maritimus		4
Атлантический белобокий дельфин	Lagenorhynchus acutus		4
Серый дельфин	Grampus griseus		4

Морская свинья	Phocoena phocoena	4
северо-атлантический п/вид	P. p. phocoena	4
северо-тихоокеанский п/вид	P. p. vomerina	4
Малая косатка	Pseudorca crassidens	4
Командорский ремнезуб		4
Снежный баран (путоранский п/вид)	Ovis nivicola borealis	
Белый медведь (чукотско-алаянская популяция)	Ursus maritimus	5
Серый кит (чукотско-калифорнийская популяция)	Eschrichtius robustus	5
Северный олень (новоземельский п/вид)	Rangifer tarandus pearsoni	5

Приложение 2

СПИСОК ТАКСОНОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ  
(МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ПТИЦ, ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ),  
ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
И ЗАНЕСЕННЫХ В ПРИЛОЖЕНИЯ СИТЕС

Название таксона	Приложение СИТЕС	Название таксона	Приложение СИТЕС
<b>МЛЕКОПИТАЮЩИЕ</b>			
<u>Отряд Китообразные</u>	II	<u>Отряд Хищные</u>	
(все виды, кроме занесенных в Приложение I)		Волк	II
Северный плавун	I	Красный волк	II
Бутылконос	I	Белый медведь	II
Кашалот	I	Бурый медведь	II
		Черный (белогрудый) медведь	I
Бесперая морская свинья	I	Речная выдра	I
Серый кит	I	<i>Семейство Кошачьих</i>	II
Малый полосатик	I	(все виды, кроме занесенных в Приложение 1)	
Сейвал	I	Леопард	I
Синий кит	I		

Финвал	I	Тигр	I
Горбач	I	Снежный барс	I
Гренландский кит	I	<u>Отряд Парнокопытные</u>	
		Кабарга	II
		Горал	II
		Горный баран	II
		Сайга	II
<b>ПТИЦЫ</b>			
<u>Отряд Трубноносые</u>		<u>Отряд</u>	
Белоспинный альбатрос	I	<u>Журавлеобразные</u>	II
<u>Отряд Веслоногие</u>		<i>Семейство</i>	
Кудрявый пеликан	I	<i>Журавлиные</i>	
		(все виды, кроме занесенных в Приложение I)	
<u>Отряд Аистообразные</u>		Японский журавль	I
Дальневосточный аист	I	Стерх	I
Черный аист	II	Черный журавль	I
Красноногий ибис	I	Даурский журавль	I
Колпица	II	<i>Семейство Дрофиные</i>	
<u>Отряд</u>		Джек	I
<u>Фламингообразные</u>			
Розовый фламинго	II	Дрофа	II
		Стрепет	II
<u>Отряд Гусеобразные</u>		<u>Отряд Ржанкообразные</u>	
Краснозобая казарка	II	Тонкоклювый кроншнеп	I
Савка	II	Охотский улит	I
<u>Отряд Соколообразные</u>	II	Реликтовая чайка	I
(все виды, кроме занесенных в Приложение 1)		<u>Отряд СOVOобразные</u>	II
Могильник	I	(все виды, обитающие в России)	
Орлан-белохвост	I		
Сапсан	I		
Кречет	I		
<b>ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ</b>			
<u>Отряд Черепахи</u>		<u>Отряд Ящерицы</u>	
Средиземноморская	II	Голопалый геккон	II

черепаха			
Кожистая черепаха	I	<u>Отряд Змеи</u>	
Логгерхед	I	Западный удавчик	II

## **Раздел II. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных**

### **Введение**

[Обратно в содержание](#)

Полевые практики как обязательный элемент обучения стали вводиться в вузах России только в середине XX века. Задача полевой практики – научить практиканта правильно ставить и решать задачи в процессе общения с живой природой, что существенно дополняет лабораторные исследования и курсы лекций. В настоящее время, в связи с пристальным вниманием всего мира к проблемам сохранения биологического разнообразия полевые практики выполняют двойную задачу: 1) готовят специалистов в области оценки и прогнозов, восстановления и регулирования уровня биологического разнообразия, 2) исследуя еще недостаточно изученные территории, существенно дополняют представления об уровне локального и регионального биоразнообразия.

Полевая практика по оценке биоразнообразия растительного покрова, проведенная на современном уровне сбора и анализа геоботанических и демографических данных, может быть весьма результативной в плане оценки уровня биологического разнообразия и составления предварительных прогнозов его устойчивого поддержания. Теоретические представления и основные методологические и методические подходы к оценке и анализу биоразнообразия растительного покрова лесного пояса Европейской части России изложены в методическом пособии «Популяционные и фитоценоотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова».

Предлагаемое руководство имеет целью помочь начинающему исследователю правильно поставить задачу, выбрать объект и собрать первичный материал, который может быть обработан в соответствии с современными теоретическими представлениями и с использованием современных компьютерных программ. Результаты практики, в свою очередь, должны помочь начинающим исследователям решить на

конкретном объекте такие принципиальные задачи, как оценка уровня современного видового разнообразия и перспектив его сохранения, оценка существующих систем природопользования с точки зрения возможности сохранения биоразнообразия растительности.

## **Глава 1. Сбор полевого материала**

### **1.1. Маршрутные исследования территории, выбор модельных речных бассейнов или иных территорий. Выделение физиономически отличающихся вариантов растительных сообществ**

Основа для оценки биоразнообразия сообществ любой территории – теоретические представления о структуре ненарушенных сообществ и о потенциальной флоре. Эти представления изложены в «Методическом пособии...» и могут быть конкретизированы в результате исследования литературы по данному региону. Поскольку современный растительный покров в очень большой степени преобразован хозяйственной деятельностью, при выборе участков для геоботанических и демографических исследований следует постоянно помнить, что наиболее часто повторяющиеся сообщества скорее всего представляют собой варианты наиболее широко распространенных типов хозяйствования. Исследование только таких сообществ не может дать представления о видовом составе и структуре ненарушенных или малонарушенных растительных сообществ данного региона. В то же время уникальные сообщества, физиономически принципиально отличающиеся от типичных, могут обладать многими или отдельными чертами слабо нарушенных сообществ. В связи с этим в ходе маршрутных исследований территорий желательно составлять списки физиономически отличающихся типов сообществ, указывая для каждого типа, является ли он типичным, часто встречающимся или уникальным.

При изучении растительности в качестве элементарной единицы рассматривается фитоценоз – участок, обладающий набором признаков, по которым автор оценивает его как элементарную пространственную единицу. Следует подчеркнуть, что вопрос определения размеров элементарной фитоценозы – один из наиболее сложных в теоретической и практической фитоценологии, и его решение в первую очередь зависит от степени нарушенности растительного покрова.

Исходя из представлений, изложенных в главе 1 раздела «Популяционные и фитоценотические методы ...» настоящего пособия, в спонтанно развивающемся лесном покрове элементарная фитоценоза представлена участком растительного покрова, где имеется полный набор возрастных парцелл, а виды-эдификаторы обладают полночленными онтогенетическими (возрастными) спектрами. В ненарушенных лесах такие фитоценозы могут занимать площади в несколько квадратных километров или в несколько десятков квадратных километров. В ряде случаев такие фитоценозы хорошо различимы на планах насаждений как огромные таксационные выделы.

В лесном покрове, где отсутствуют основные элементы спонтанно развивающихся лесов или они выражены неполно, исследование видового разнообразия можно начинать с фитоценоз любого размера, для которых предполагается существование однородности по измеряемым показателям [Мэгарран, 1992]. Наиболее просто в практическом плане этот вопрос решается в лесах, где видовое разнообразие и структура популяций деревьев определяется в основном хозяйственными воздействиями. Здесь в качестве элементарной единицы может выступать таксационный выдел с четко сформированной рубками (иногда и посадками) структурой, и обычно хорошо отличающийся от соседних выделов. Размер выдела в первую очередь определяется ведением хозяйства и во вторую – экотопической однородностью территории. Целесообразно характеризовать растительность в однотипных выделах таким числом площадок небольших размеров (от 25 до 400 м<sup>2</sup>), при котором кумулята числа видов выходит на плато [Мэгарран, 1992].

Для оценки взаимосвязи растительного покрова и экотопа в качестве анализируемой фитоценозы желательно выбрать растительный покров в границах бассейна малой реки 3–4 порядка. Границы такой фитоценозы достаточно просто определяются на картах по середине водораздела между соседними водотоками. Такая фитоценоза вполне доступна для полевого обследования. Анализ растительного покрова бассейна малой реки 3–4 порядка позволяет показать взаимосвязи растительности на всех элементах рельефа в пределах ограниченной территории. Малый речной бассейн, как правило, охватывает основное разнообразие экотопических условий соответствующего ландшафта. Площадь такого бассейна обычно составляет несколько квадратных километров. На этой территории могут быть обнаружены

все элементы зональной растительности, что делает ее достаточной для выявления основных показателей видового разнообразия.

Анализ растительного покрова малого речного бассейна производится путем заложения серии площадок (катен) от местного водораздела до водотока в нескольких участках малой реки. При выборе таких участков следует обращать внимание на следы хозяйственной деятельности и стараться выбрать наименее преобразованные участки. Если в пределах всей территории бассейна нельзя заложить ни одной серии площадок вне хозяйственно преобразованного растительного покрова, можно описать «составную катену», выбрав пространственно удаленные и наименее преобразованные участки на разных элементах рельефа.

## **1.2. Сбор геоботанических данных для характеристики растительности на уровне фитоценозов**

При оценке биоразнообразия растительного покрова желательно, чтобы геоботанические исследования охватывали все физиономически отличающиеся варианты сообществ. Однако детальному описанию часто препятствуют большая площадь исследуемой территории, ее высокая неоднородность и др. В этом случае, в зависимости от конкретных приоритетов, большее внимание может быть уделено описанию типичных либо, напротив, редких фитоценозов. В качестве основных вариантов размещения площадок обычно выделяют случайный и регулярный отбор. Показано, что при достаточном числе площадок способ отбора не влияет на результаты анализа [Миркин, Розенберг, 1978].

При изучении растительности больших территорий используется метод профилей на основе линейной трансекты (нескольких трансект). В случае, если трансекта заложена от водораздела до русла водотока (по направлению геохимического стока), мы получаем описание растительности катены. Несколько катен составляют ландшафтный профиль.

Оптимальным является сочетание описания растительности (1) нескольких катен, строение которых типично для данного ландшафта, и (2) распределенных по территории описаний, места для которых выбираются в ходе предварительного анализа территории и рекогносцировочных маршрутных исследований. Оптимальный размер пробных площадей зависит от богатства сообщества, его неоднородности и других факторов. При описании растительности на фитоценотическом уровне используют площадки 2 x 2 м, 5 x 5 м, 10

х 10 м, 20 х 20 м. При оценке биоразнообразия важен фиксированный размер площадок в разных сообществах – только в этом случае можно получить сравнимые данные о видовой насыщенности фитоценозов. При оценке разнообразия растительности лесных территорий наиболее часто используют площадки 10 х 10 м.

Число описаний (площадок) для характеристики растительности сообщества считается достаточным, если кумулятивная кривая появления новых видов при увеличении числа обследованных площадок выходит на плато [Мэгарран, 1992]. Конкретное число описаний может быть разным, но, как правило, оно не меньше 15 [Миркин, Розенберг, 1978; Уланова, 1995]. Чем разнообразнее сообщество, тем больше необходимое число описаний. Дополнительно могут быть сделаны маршрутные обследования для выявления относительно редко встречающихся видов.

Типовое геоботаническое описание состоит из двух частей: (1) «шапка» описания – общие сведения о пробной площади и (2) список встреченных на площади видов с указанием обилия каждого вида по выбранной шкале в каждом из ярусов. Чаще всего используемое подразделение ярусов: А – древесный ярус, В – ярус подлеска (кустарниковый), С – травяно-кустарничковый ярус, D – мохово-лишайниковый ярус, E – внеярусная растительность.

Ниже приведены пример организации полей бланка геоботанического описания и наиболее широко распространенные шкалы обилия видов – О. Друде и Й. Браун-Бланке (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Шкалы обилия видов О. Друде и Й. Браун-Бланке**

Шкала О. Друде	Шкала Й. Браун-Бланке
сос – растения смыкаются надземными частями	г – вид чрезвычайно редок с незначительным покрытием
сор3 – растения очень обильны	+ – вид редок, степень покрытия мала
сор2 – растения обильны	1 – число особей велико, покрытие мало или наоборот
сор1 – растения довольно обильны	2 – число особей велико, покрытие 5–25%
sp – растения редки	3 – число особей любое, покрытие 25–50%
sol – растения единичны	4 – число особей любое, покрытие 50–75%
	5 – число особей любое, покрытие более 75%

**Бланк геоботанического описания**

**I. Список полей формы «ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ»**

Номер описания      Размер площадки      Тип площадки  
 Примечания  
 Дата проведения исследования      Автор      описания  
 Организация  
 АДРЕС  
*Географические координаты:*      широта      Долгота  
*Административно-хозяйственное положение:*  
 Страна      Провинция (область, республика)  
 Район  
 Землепользователь      Лесничество      Квартал  
 Выдел  
 Ближайший населенный пункт или природный объект (река, озеро)

**ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТООБИТАНИЯ**

Макрорельеф      Мезорельеф  
 Превышение над локальным базисом эрозии, м  
*Характеристика склона:* крутизна, гр.  
 Экспозиция  
 Условия увлажнения      Микрорельеф  
 Открытая вода, %      Оголенная почва, %      Открытые камни и скалы, %  
 Гранулометрический состав почвы      Тип почвы

**ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА**

Название ассоциации (указать классификацию)  
 Общая характеристика      Характеристика окружения  
*Характеристика валежа:*      виды деревьев      размер валежа  
 покрытие валежа по стадиям разложения, %  
*Характеристика опада:*      покрытие, %      мощность подстилки, см

**ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО ЯРУСАМ**

А. Древесный ярус  
 Общее покрытие, %      Высота, м      Формула состава древостоя  
*Сухостой:*      виды деревьев      доля сухостоя от общего запаса, %  
 Горизонтальная структура  
 В. Кустарниковый ярус  
 Общее покрытие, %      Высота, м

Формула состава кустарников и подроста деревьев, входящих в ярусВ  
 Горизонтальная структура  
 С. Травяно-кустарничковый ярус  
 Общее покрытие, % Высота, см  
 Формула состава кустарников и подроста деревьев, входящих в ярусС  
 Горизонтальная структура  
 D Мохово-лишайниковый ярус  
 Общее покрытие, % *в том числе* зеленых и печеночных мхов, %  
 сфагновых мхов, %  
 лишайников, %  
 Приуроченность к субстрату Горизонтальная структура  
 E Внеярусная растительность  
**ХАРАКТЕР АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**  
 Рекреация Выпас Сенокос  
 Лесные культуры Рубки Подсочка Пожары  
 Искусственное изменение водного режима Заповедный режим

## II. Список полей формы «СПИСОК ВИДОВ НА ПРОБНОЙ ПЛОЩАДИ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ»

Номер описания	Ярус	Название вида	Обилие

### 1.3. Сбор популяционно-демографических данных

**Выбор счетной единицы.** При проведении популяционно-онтогенетических исследований используются две биологические *счетные единицы*: (1) морфологическая (единица онтогенетического развития) и (2) фитоценотическая (единица воздействия на среду). Морфологическую единицу используют при изучении биологии вида, описании жизненной формы и др. Для унификации ценопопуляционных исследований следует пользоваться фитоценотической единицей, рассматривая ее как элемент ценопопуляции.

**Выбор участка и заложение площадок.** Предварительно производят выделение физиономически различающихся единиц растительного покрова (наиболее часто – ассоциаций или субассоциаций) по уже имеющимся геоботаническим данным или в ходе сопряженного с геоботаническим исследования. При заложении

площадок для популяционно-демографических описаний обычно выбирают участок с растительностью, типичной для данной ассоциации.

Для анализа состояния ценопопуляций деревьев в каждом анализируемом сообществе желательно обследовать площадь не менее 0,25–2,0 га или несколько более мелких площадок (100–500 м<sup>2</sup>), составляющих в сумме такую же площадь. В тех случаях, когда численность отдельных возрастных групп отличается на один или несколько порядков величин от остальных, можно использовать разные размеры и разное число площадок для оценки разных возрастных групп. Так, определение параметров особей для растений ранних онтогенетических состояний (проростков, ювенильных и имматурных первой подгруппы) проводится, как правило, на небольших площадках (4–100 м<sup>2</sup>). Обычно площадь выявления демографического состояния популяций деревьев в производных лесах с четко выраженной ярусной структурой значительно меньше, чем в лесах с мозаично-ярусной структурой. Данные о численности особей заносятся в бланк популяционно-демографического описания: указываются вид, онтогенетическое состояние, численность; при необходимости жизненность особи, ее происхождение (семенное или вегетативное), диапазон высот особей по возрастным состояниям и др. В простейшем виде таблица для занесения полевых данных может выглядеть следующим образом:

Номер описания	Название вида	p	j	im <sub>1</sub>	im <sub>2</sub>	v1	v2	g1	g2	g3	s

Общие сведения о площадке могут быть описаны по тому же плану, что и при геоботаническом описании. Часто популяционно-демографические исследования сопряжены с геоботаническими, в этом случае для адресации достаточно указать номера сопряженных описаний.

## Глава 2. Первичная обработка материала

### Ввод данных геоботанических описаний в компьютер

После сбора геоботанических описаний их следует ввести в компьютер для аккуратного хранения и последующей обработки и анализа данных. Геоботанические описания можно вводить и хранить в виде баз данных (например, Access for Windows, Microsoft Office)

или электронных таблиц (например, Excel for Windows, Microsoft Office).

#### *Базы данных и электронные таблицы*

В случае использования баз данных единицей хранения информации является запись (record), которая представляет собой совокупность полей определенного вида (формата). Записи объединяются в таблицу, в каждой колонке которой записана однотипная информация. Совокупность таблиц определенной структуры и называется базой данных. В частном случае база данных может состоять из одной таблицы. Между таблицами могут существовать связи, позволяющие при работе с одной таблицей пользоваться другими таблицами, связанными с ней. Специальные программы, объединенные в Систему управления базами данных (СУБД), обеспечивают поддержание структур данных, целостность и непротиворечивость информации, а также предоставляют специальные средства для модификации данных и структур, для обмена данными между различными программами, для получения отчетов по содержанию базы данных.

В электронных таблицах единицей хранения является ячейка (cell), за исключением специальных случаев, ячейки между собой никак не связаны; в столбцах и строках электронной таблицы может быть записана совершенно произвольная информация. Соответственно, если планируется в электронной таблице держать данные по некоторой форме (данные определенной структуры), то пользователь должен сам постоянно следить за соблюдением этой формы. Малейшая оплошность может обернуться серьезными ошибками – несанкционированным смещением строк/столбцов, подменой фрагментов таблиц и т.д., – другими словами, потерей данных.

Полное отсутствие структуры данных является принципиальным отличием электронных таблиц от баз данных, именно оно определяет специфические области использования этих программных средств. Базы данных предпочтительно использовать при создании и хранении массивов первичной информации, когда принципиально важно поддержать порядок, не потерять информацию. Электронные таблицы удобны для ведения расчетов, хранения промежуточной информации, быстрой обработки данных.

Для создания *базы данных геоботанических описаний* информацию по каждому описанию вносят в две связанные между собой таблицы: основную и подчиненную. В основную таблицу вносятся общие сведения о пробной площади геоботанического описания из бланка

описания (раздел 1.2). В подчиненную таблицу вносится список видов на пробной площади, содержащий характеристику видов по ярусам. Подчиненная таблица связана с основной по номеру описания. В одной записи основной таблицы содержится информация об одном геоботаническом описании, в одной записи подчиненной таблицы – об одном виде в некотором ярусе. Соответственно, одно геоботаническое описание представлено одной записью основной таблицы и некоторым числом записей подчиненной таблицы (равным суммарному числу видов во всех ярусах).

Принципиально, что в одну строку таблицы видов заносится информация об участии одного вида в составе одного яруса растительности на одной площадке. Такая (реляционная, нормализованная) форма организации таблицы видов позволяет легко обрабатывать геоботанические описания с учетом информации по свойствам видов [Заугольнова и др., 1995], а также составлять сводные таблицы видов по любой группе площадок.

Для ввода наименований видов необходимо использовать компьютерный список флоры России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР), составленный в БИН РАН [Черепанов, 1995] и доступный через Интернет (<http://www.jcbi.ru>), или составленный на его основе расширенный латинско-русский словарь сосудистых растений флоры Центральной России. Базовый список видов составлен М.М. Шовкуном на основе флористической информации по Нечерноземному Центру России (более 120 источников) и предварительного списка, составленного Т.О. Яницкой. Словарь видов сосудистых растений (2400 записи) связан со списками синонимов (1400 наименований), семейств (140 наименований) и родов (700 наименований). Словарь также доступен через Интернет по тому же адресу.

Компьютерный список видов можно использовать для ввода геоботанических описаний как при работе с базами данными, так и с электронными таблицами. Его использование уменьшает число ошибок при вводе, облегчает выверку данных, позволяет применять автоматизированные способы обработки видовых списков.

*База популяционно-демографических данных* составляется по материалам популяционно-демографических исследований растительности (раздел 1.3). Каждое популяционно-демографическое описание должно иметь пространственную привязку, оно связано с базой данных геоботанических описаний по номеру квартала и выдела. Выверка данных является стандартной процедурой работы с

базами данных. Частично она осуществляется автоматически при вводе данных средствами системы управления базами данных, частично – при последующей группировке геоботанических описаний.

### Глава 3. Основные этапы анализа геоботанических данных

*Первый этап – анализ территории:*

- определение по лесотаксационным документам основных типов растительных сообществ, выделяемых по доминантам древостоя на уровне групп формаций. Типы сообществ могут быть выделены на уровне формаций – по древостою с учетом экотопических характеристик территории – при наличии информации по типу подстилающих и почвообразующих пород, по рельефу;
- разработка компьютерной картографической системы по лесотаксационным данным.

*Второй этап анализа – сбор и первичная обработка полевого материала:*

- геоботаническое обследование выделенных типов сообществ (раздел 1.2),
- демографическое обследование древесных популяций в сообществах (раздел 1.3);
- первичная обработка материала – заполнение и выверка баз данных геоботанических и популяционно-демографических описаний (раздел 2).

*Третий этап анализа – обработка данных геоботанических описаний, типология растительных сообществ:*

- расчет экологических характеристик геоботанических описаний по экологическим шкалам;
- расчет эколого-ценотической структуры растительности на площадках;
- выявление основных градиентов варьирования растительности методами непрямой ординации;
- интерпретация градиентов с помощью экологических характеристик площадок;
- выделение типов растительных сообществ уровня ассоциаций или групп ассоциаций.

На этом этапе используются базы данных по экологическим свойствам видов растений (экологические шкалы), по эколого-ценотическим группам видов; компьютерные программы многомерного анализа данных. Методика выделения типов растительных сообществ по эколого-ценотической классификации приведена ниже.

*Четвертый этап анализа – оценка биоразнообразия выделенных типов сообществ:*

- расчет видового богатства,
- расчет видовой насыщенности,
- экологическая характеристика выделенных типов сообществ;
- расчет представленности потенциальной флоры;
- анализ эколого-ценотической структуры видовой насыщенности и видового богатства;
- оценка сукцессионного статуса сообществ;
- расчет бета- и гамма-разнообразия исследуемой территории.

Расчеты проводятся по базе данных (БД) геоботанических и популяционно-демографических описаний с использованием справочных БД.

*Пятый этап анализа – оценка пространственных параметров оценок биоразнообразия:*

- расположения сообществ выделенных типов на исследуемой территории (площадь, характер расположения, соседство, расстояние до ближайшего сообщества того же типа, индексы формы, разнообразия и выровненности);
- оценка возможностей расселения видов и прогноз сукцессионной динамики.

**Методика выделения типов растительных сообществ по эколого-ценотической классификации** была разработана для классификации геоботанических описаний, собранных на пробных площадках фиксированного размера, для которых отмечено участие видов в основных ярусах растительности. Был предложен иерархический алгоритм классификации описаний, состоящий из нескольких этапов [Ханина и др., 2002].

*1) Предварительная классификация геоботанических описаний.*

На этом этапе описания исследуемой территории были разделены иерархически на группы и подгруппы путем применения технологий баз данных. Крупные группы были выделены по доминантам верхнего яруса растительности. Подгруппы описаний в пределах

крупных групп были выделены по составу травяно-кустарничкового яруса – по доминированию видов той или иной эколого-ценотической группы среди травянистых растений. При таком разделении крупные группы описаний соответствовали растительным сообществам ранга групп формаций, а подгруппы описаний – сообществам ранга ассоциаций или групп ассоциаций.

Для каждого описания рассчитывали долю участия видов каждой эколого-ценотической группы в травяном покрове. Эта доля была использована в качестве меры отнесения описания к той или иной подгруппе. На этом этапе только часть описаний была классифицирована – это были описания с высокой долей участия видов тех или иных эколого-ценотических групп в травяном покрове. Эти описания рассматривались как ядра соответствующих подгрупп при проведении дальнейшей классификации формальными методами.

2) *Уточнение предварительной классификации описаний с использованием методов кластерного анализа и ординации.*

На этом этапе уточняли распределение описаний внутри крупных групп по подгруппам на основе оценок участия видов травянистых растений на площадках. Для получения формальных подгрупп проводили кластерный анализ крупных групп описаний. Полученные кластеры сопоставляли с подгруппами, выделенными на предыдущем этапе по доминированию видов отдельных эколого-ценотических групп. Принадлежность спорных площадок к той или иной подгруппе уточняли по расположению площадок на ординационной диаграмме.

Кластерный анализ проводили по (бета-) гибкой стратегии [Уиллиамс, Ланс, 1986]; в качестве меры расстояния использовали меру, основанную на количественном коэффициенте Сьеренсена, который довольно устойчив к аномальным наблюдениям (выбросам), сохраняет чувствительность при возрастании гетерогенности данных и игнорирует нулевые значения обилия видов. Для ординации использовали метод бестрендового анализа соответствий (DCA, Detrended Correspondence Analysis) [Hill, 1979].

3) *Непрямая ординация всего массива описаний с последующей интерпретацией градиентов с целью выявления основных осей варьирования растительности и анализа расположения в этих осях выделенных классификационных единиц.*

В качестве ординационного инструмента использовали DCA – метод, хорошо зарекомендовавший себя в геоботанической практике и эффективно работающий со сложными гетерогенными данными большого объема (см., напр., [Gauch, 1982a, 1982b; Jongman et al.,

1987]). Для интерпретации осей ординации проверяли корреляцию трех первых осей ординации с балльными экологическими характеристиками геоботанических площадок по методике, предложенной Перссоном [Persson, 1981]; использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Для иллюстрации корреляции осей с экологическими характеристиками площадок на ординационной диаграмме строили векторы экологических факторов, длина и направление которых отражали степень скоррелированности факторов с осями, но не являлись регрессионными прямыми в строгом смысле. Правила построения подобных диаграмм см. в [McCune, Mefford, 1997].

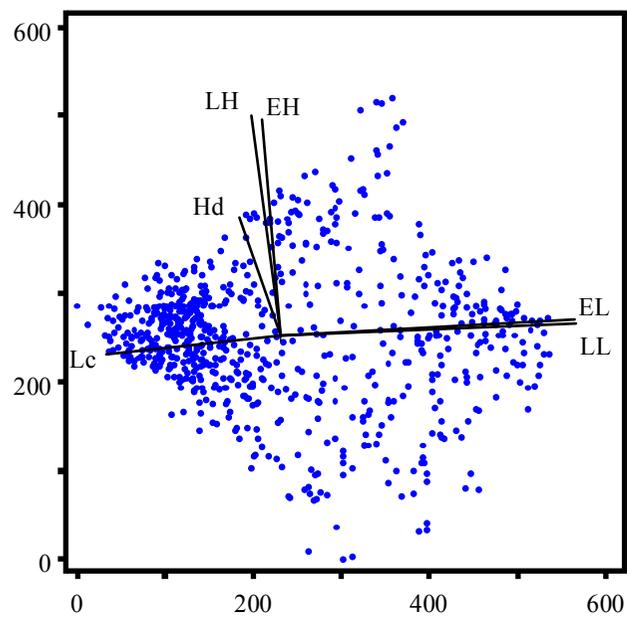
Для анализа расположения полученных классификационных единиц на ординационной диаграмме отрисовывали центроиды каждой выделенной группы описаний, которые рассчитывали через усреднение координат всех точек, входящих в группу.

4) *Проверка значимости различий между выделенными группами описаний.*

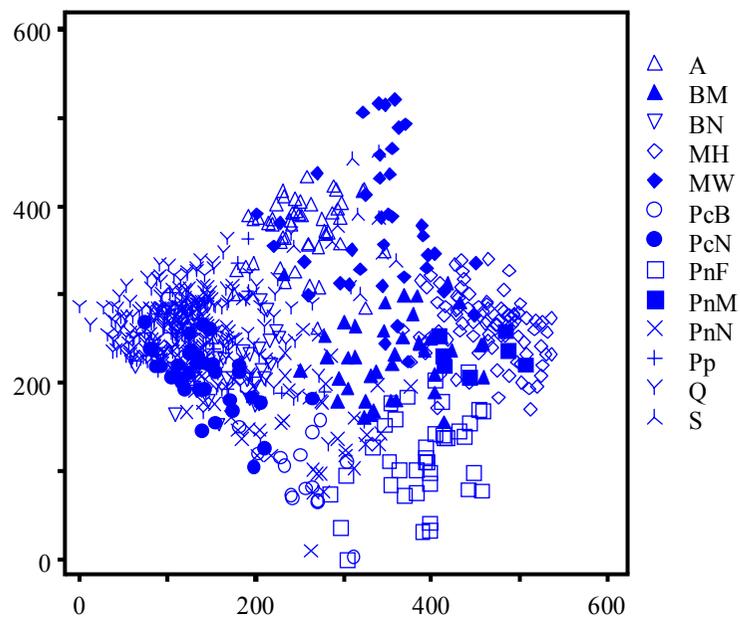
Нулевая гипотеза об отсутствии различий между выделенными группами проверялась методом MRPP [Multi-Response Permutation Procedures, Zimmerman et al., 1985] – непараметрическим аналогом дискриминантного анализа, не требующим многомерной нормальности и однородности внутригрупповых дисперсий. Анализировали различия между группами площадок по признакам участия видов на площадках. Различия проверяли как между всеми выделенными группами описаний, так и только между группами, находящимися рядом на ординационной диаграмме. Использовали меру расстояния, основанную на количественном индексе Сьеренсена.

Для расчетов использовали пакеты PC-ORD for Windows версии 3.20 [McCune, Mefford, 1997]; справочные базы данных, разработанные на основе различных источников, программу Ecoscale и комплекс оригинальных процедур в СУБД DataEase [Заугольнова и др., 1995, Заугольнова, Ханина, 1997].

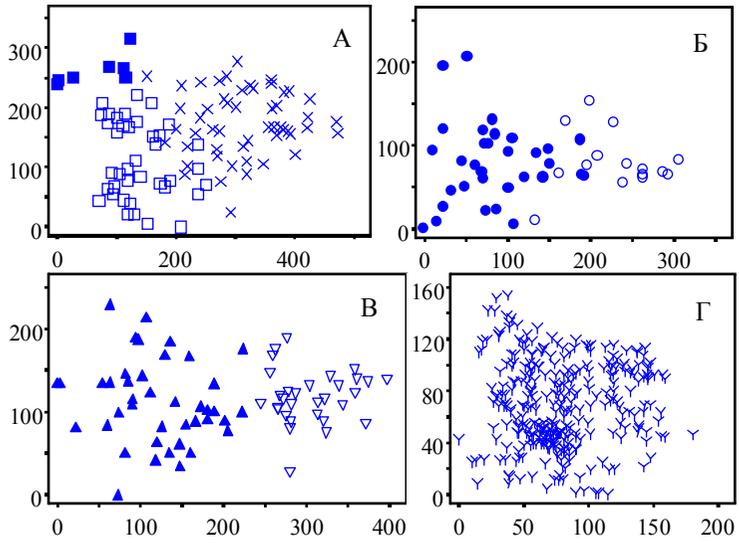
Для иллюстрации описанной методики на рис. 3.1–3.4 приведены этапы и результаты проведения классификации растительных сообществ заповедника «Калужские засеки».



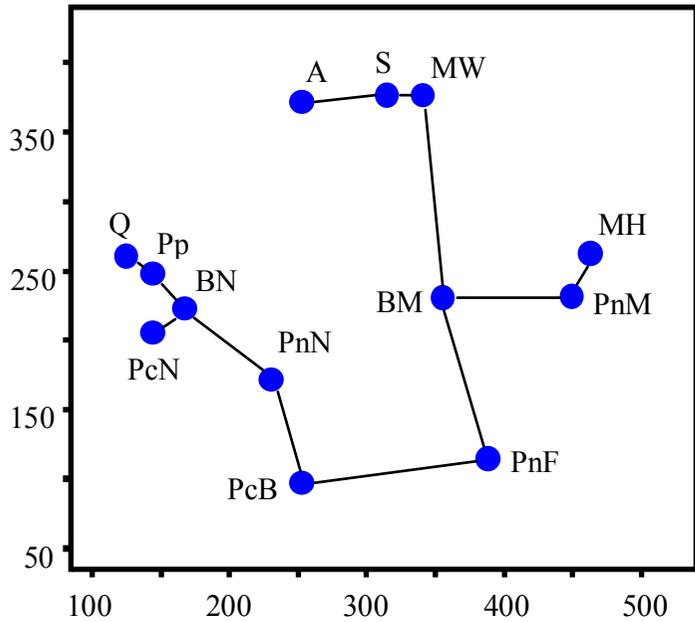
*Puc. 3.1.*



*Puc. 3.3.*



*Puc. 3.2.*



*Puc. 3.4.*

Рис. 3.1. Положение описаний заповедника «Калужские засеки» в двух первых осях DCA: А – сосняков, Б – ельников, В – березняков, Г – широколиственных лесов. Ось абсцисс – первая ось DCA, ось ординат – вторая ось DCA. Метки по осям соответствуют стандартным отклонениям распределения видовых обилий по площадкам, умноженным на 100. Разными символами отмечены площадки, относящиеся к разным подгруппам описаний и соответствующие уточненным кластерам: PnF – сосняки боровые, PnM – сосняки лугово-опушечные, PnN – сосняки неморальные; PсВ – ельники бореальные, PсN – ельники неморальные; BM – березняки лугово-опушечные, BN – березняки неморальные; Q – широколиственные леса (по Оценке и сохранению..., 2000).

Рис. 3.2. Положение 755 описаний заповедника «Калужские засеки» в двух первых осях DCA вместе с векторами средовых градиентов (по Оценке и сохранению..., 2000). Векторы средовых градиентов рассчитаны по шкалам Г.Элленберга (1974), Э.Ландольта (1977) и Д.Н.Цыганова (1985). Обозначения шкал приведены в тексте. Длина и направление векторов экологических факторов отражают степень скоррелированности факторов с осями. Обозначения по осям те же, что на рис. 3.1.

Рис. 3.3. Положение массива описаний растительности «Калужских засек» в двух первых осях DCA с указанием типов растительных сообществ, выделенных в результате классификации: А – черноольшаники, BM – березняки лугово-опушечные, BN – березняки неморальные, MN – луга мезофитные, MW – луга гигрофитные, PсВ – ельники бореальные, PсN – ельники неморальные, PnF – сосняки боровые, PnM – сосняки лугово-опушечные, PnN – сосняки неморальные, Pp – осинники, Q – широколиственные леса, S – ивняки (по Оценке и сохранению..., 2000). Обозначения по осям те же, что на рис. 3.1.

Рис. 3.4. Центроиды групп описаний в двух первых осях DCA, соединенные деревом минимальной протяженности (по Оценке и сохранению..., 2000). Обозначения те же, что на рис. 3.1 и 3.3.

## Глава 4. Справочные материалы для анализа демографических и геоботанических данных.

### Диагнозы онтогенетических состояний липы сердцевидной, березы бородавчатой, ели европейской, сосны обыкновенной

[обратно в содержание](#)

Описания онтогенезов многих видов деревьев восточноевропейских лесов детально исследованы и опубликованы ранее [«Диагнозы и ключи...», 1989; Биологическая флора Московской области, выпуск 1–14, 1974–2000 и др.]. Здесь приводятся краткие обобщенные диагнозы онтогенетических состояний деревьев. Поскольку средопреобразующее воздействие дерева реализуется в ярусной структуре лесных ценозов, мы отмечаем, к какому ярусу относятся растения каждого онтогенетического состояния. Классификация ярусов проведена по жизненным формам [Корчагин, 1976]. Выделены ярусы: А – ярус взрослых деревьев (соответствует ярусу древостоя в лесоводственной литературе), В – ярус взрослых кустарников (соответствует ярусу подлеска), С – ярус трав и кустарничков.

Жизнь любого растения, размножающегося семенным путем, начинается с развития эмбриона – зародыша – в семени [«Популяционные и фитоценологические методы...», раздел III]. Самостоятельная жизнь древесного растения в сообществе начинается с прорастания семени – образования проростка.

**Проростки (pl)** – неветвящиеся растения, сформировавшиеся из семени в год его прорастания; имеют первичные корень и побег с семядолями, которые могут располагаться как над землей (у большинства видов), так и под землей (у дуба).

**Ювенильные деревья (j)** обычно уже не имеют семядолей, но обладают детскими (инфантильными) структурами. Первичный побег (стволик) неветвящийся; листья или хвоя ювенильной формы; корневая система состоит из первичного корня и небольшого числа боковых корней. Проростки и ювенильные особи входят в состав травяно-кустарничкового яруса и характеризуются высокой теневыносливостью.

**Имматурные деревья (im)** занимают промежуточное положение между ювенильными и взрослыми растениями. Побеговая система состоит из ветвей 2–4 (5-го) порядков, крона еще не сформирована;

общее число ветвей невелико и диаметр стволика не более чем в 2 раза превышает диаметр крупных ветвей. Приросты стволика по длине и диаметру незначительно превышают приросты ветвей, в результате деревце имеет округлую крону. Листья или иглы (хвоинки) имеют взрослую структуру, за исключением деревьев со сложными листьями (как, например, у ясеня). Корневая система включает первичный корень целиком или, в случае отмирания верхушечной части, его базальную часть и боковые корни; у некоторых видов развиваются придаточные корни (вначале на гипокотиле, а потом и выше). Имматурные деревья выходят в ярус кустарников, у них увеличивается потребность в свете. Если освещенность оказывается ниже необходимой, то особи задерживаются в развитии и отмирают. В некоторых случаях имматурное состояние делится на два этапа (два возрастных состояния): im1 и im2 (см. приведенные ниже примеры онтогенезов некоторых видов деревьев).

**Виргинильные деревья (v)** имеют почти полностью сформированные черты взрослого дерева, но еще не приступили к семяношению. У них хорошо развиты ствол и крона, а прирост в высоту максимальный за весь онтогенез. Величины годичного прироста ствола по длине значительно превышают таковые у крупных ветвей, что определяет удлиненную форму кроны с заостренной вершиной. Диаметр ствола превышает диаметр скелетных ветвей в 3 раза и более. Побеговая система состоит из ветвей 4–7 (8-го) порядков. Корневая система включает главный корень (или его основание), боковые корни разных порядков и придаточные корни. Ствол покрыт перидермой (корка обычно еще не начала развиваться). В начале своего развития виргинильные деревья находятся в ярусе кустарников, в конце – входят в древесный полог. В этом онтогенетическом состоянии у всех деревьев потребности в свете максимальные.

В некоторых случаях виргинильное возрастное состояние, как и имматурное состояние, делится на два этапа: v1 и v2 (см. приведенные ниже примеры онтогенезов деревьев).

**Молодые генеративные деревья (g<sub>1</sub>)** имеют взрослый облик и впервые приступают к семяношению. Органы семяношения локализованы в верхней части кроны, семян мало. Рост ствола в высоту интенсивный, порядок ветвления достигает 7–9 (10) и более. В нижней части ствола начинает формироваться корка.

**Средневозрастные генеративные деревья (g<sub>2</sub>)** имеют форму кроны от овальной или конусовидной с заостренной вершиной до округлой

или тупоконусовидной. Порядок ветвления, размеры кроны и корневой системы максимальны. Корка становится более грубой и покрывает значительную часть ствола. Плоды и семена развиваются в верхней и средней частях кроны. Число цветов, плодов (или шишек) и семян максимальное для всего периода плодоношения. Уменьшается прирост ствола в высоту, прекращается верхушечный рост некоторых крупных ветвей, пробуждаются спящие почки на стволе и/или скелетных ветвях, отмирает часть якорных корней.

**Старые генеративные деревья (g<sub>3</sub>)** практически прекращают рост в высоту, а прирост ствола по диаметру заметно уменьшается. Размеры кроны и корневой системы сокращаются из-за отмирания части скелетных ветвей и якорных корней. Особенно четко это проявляется у лиственных деревьев и сосны, у темнохвойных видов (ели, пихты) оно менее заметно, так как у них спящие почки пробуждаются по всей длине скелетных ветвей, образуют много охвоенных побегов. У лиственных деревьев спящие почки пробуждаются только на стволе или в основании скелетных ветвей. В некоторых случаях вторичная крона может полностью заменить первичную. Семена появляются нерегулярно, их число невелико.

**Сенильные деревья (s)** у большинства видов имеют только вторичную крону, листья или хвоя могут быть ювенильного типа. Верхняя часть кроны и ствола отмирает, у лиственных деревьев и сосны часто остается живой нижняя половина или треть ствола, корневая система в значительной степени разрушена. Дерево не способно к образованию семян.

В популяциях многих, в том числе и обычных для средней полосы России, видов деревьев совершенно отсутствуют или присутствуют в единичных экземплярах растения сенильного периода. Это может быть объяснено несколькими причинами: во-первых, тем, что популяция и сообщество в целом находятся еще на первых стадиях развития и старая часть популяции представлена деревьями первого поколения, еще не развившимися до сенильного состояния; во-вторых, в неблагоприятных условиях роста онтогенез всех или абсолютного большинства деревьев заканчивается рано, в генеративном периоде. Могут быть и иные причины: например, изъятие из популяции генеративных деревьев нормальной жизнестойкости.

Диагнозы онтогенетических состояний рассмотрены ниже на примере онтогенезов четырех видов деревьев: липы сердцевидной, березы бородавчатой, ели европейской, сосны обыкновенной.

Приведены диагнозы возрастных состояний нормально развитых, живущих в благоприятных условиях растений. Значения количественных показателей в разных регионах и в разных условиях роста, естественно, могут быть разными; в тексте указано, где и в каких условиях собирался конкретный материал. Особенности онтогенетического развития деревьев в неблагоприятных условиях, проходящего на пониженном и низком уровне жизненности, здесь не рассматриваются.

#### Диагнозы онтогенетических состояний *Tilia cordata* Mill.

Описание онтогенеза *Tilia cordata* – липы сердцевидной (рис. 4.1) приведено по работе А.А. Чистяковой [Диагнозы и ключи..., 1989].

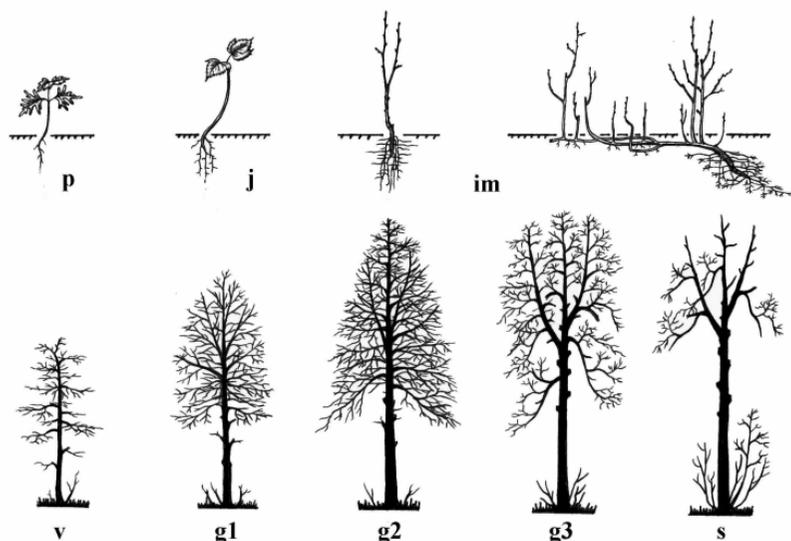


Рис. 4.1. Схема онтогенеза липы сердцевидной. Рис. А.И. Широкова. Пояснения см. в тексте

**Проростки** могут образоваться в первый или на второй год после созревания плодов, жизнеспособность семян может сохраняться до 4–6 лет.

Семена начинают прорастать в конце первой или во второй декаде мая. Прорастание семян недружное и может проходить до начала, а иногда и до середины июля. Прорастание надземное: сначала над поверхностью почвы появляется крючковидно изогнутый гипокотиль, затем он выпрямляется, иногда вынося на поверхность околоплодник.

Длина гипокотыля от 3 до 9 см, базальная часть его (1–4 см) полегает у 50–80% растений.

Семядоли сохраняются у проростков до глубокой осени, семядоли пальчато-семираздельные, почти округлые в очертании. Первый настоящий лист формируется в июле, он имеет удлинненно-яйцевидную, трехлопастную форму. К осени у проростка может быть от 1 до 3, а иногда и 5–7 (при двух периодах роста в благоприятных условиях) настоящих – ювенильных – листьев. Поздно появившиеся проростки зимуют только с семядолями (5–10% от общего числа). Все листья характеризуются теневой структурой.

50–70% проростков формируют в течение лета стержневую корневую систему главного корня, остальные – стержнекистекорневые. Придаточные – гипокотильные – корни по большей части растут горизонтально в верхнем слое почвы (1–3 см).

**Ювенильные растения** имеют одноосный побег, нарастающий акросимподиально. 80–90% растений находятся в ювенильном состоянии 5–7 лет, в неблагоприятных условиях – дольше. У многих (50–80%) растений хорошо выражен горизонтальный базальный участок стебля длиной 1–10 см, состоящий из части гипокотыля, всего гипокотыля и иногда и приростов следующих 1–3 лет. Приросты побега в этом возрастном состоянии невелики, побег не выходит из травяного яруса. Листья ювенильных растений в отличие от взрослых более вытянуты, удлинненно-яйцевидной формы, на годичном побеге образуется обычно 1–3 листа. Гипокотиль на второй-третий год жизни втягивается в почву примерно на половину длины, а к 5 годам – полностью. У большинства растений (80–90%) корневая система стержнекистекорневая, у прочих – кистекорневая, которая формируется после полного или частичного отмирания главного корня.

**Имматурное возрастное состояние.** Диагностическим признаком перехода в это возрастное состояние считается появление боковых побегов, т.е. начало ветвления побеговой системы. Поскольку для побегов липы характерно симподиальное нарастание, речь идет о так называемом условном порядке ветвления или условном порядке функциональных осей. Функциональная ось – ось одного порядка, сформировавшаяся вследствие симподиального нарастания побега. Побегом первого порядка считается главная ось, т.е. ствол, симподиально формирующийся на основе побега первого порядка – главного побега. Плагитропный участок в базальной части стволика длиной от 2 до 35 см есть у 50–90% растений. Он состоит из

гипокотилия и приростов нескольких последующих лет. Это группа особей по интенсивности прироста, числу порядков ветвления функциональных осей, форме листьев. Степени сформированности кроны, и дифференциации скелетных корней подразделяется на две группы: *имматурные особи первой подгруппы* имеют второй-третий порядки ветвления побеговой системы, удлинненно-яйцевидные листья. Корневая система у 40–60% растений стержнекистекорневая. У остальных – кистекорневая. В этой группе возрастает число растений (примерно до 50%), у которых главный корень отмер полностью или от него сохранилась только базальная часть. Придаточные корни возникают на базальном участке стволика, горизонтальном или втянутом в почву без изменения направления роста. Система придаточных корней часто мощнее системы главного корня.

*Имматурные растения второй подгруппы* ветвятся более интенсивно. Начинает формироваться крона, начинающаяся довольно низко, с высоты 0,1–0,3 м. К концу этого возрастного состояния она приобретает удлинненно-пирамидальную форму, а в условиях недостатка света – зонтиковидную. У 80–90% растений корневая система кистекорневого типа, у прочих – стержнекистекорневая. В этой возрастной группе намечается дифференциация скелетных корней: становятся ясно различимыми будущие якорные корни, растущие преимущественно вертикально.

**Виргинильные растения** – деревца с удлинненно-пирамидальными узкими кронами. По сравнению с предыдущей группой крона выражена лучше, потому что ствол очищается от боковых ветвей до высоты 0,3–3,5 м, в ней возрастает число скелетных ветвей до 10–20 и их размеры. Переход в эту группу связан с началом «большого периода роста», известного в лесоводстве. Возрастает емкость почек возобновления. Верхние листья кроны имеют световую, а нижние листья и листья внутри кроны – теневую структуру. Листья взрослого типа, округлояйцевидные.

*Виргинильные особи первой подгруппы* (молодые вегетативные) – крона разветвлена незначительно. Начинается низко (0,3–1,5 м); корка на стволе отсутствует или образуется только в его основании.

*Виргинильные особи второй подгруппы* (взрослые вегетативные) имеют хорошо разветвленную крону, начинающуюся с высоты 1,5–3,5 м; основание ствола покрыто коркой до высоты 0,3–1,0 м; на ней появляются тонкие трещинки.

Корневая система у большинства особей кистекорневого типа. Стержнекистекорневые растения встречаются единично на почвах с хорошо развитым гумусовым горизонтом, число скелетных придаточных корней – 5–10, из них 1–2 растут вертикально вниз (якорные), а остальные – горизонтально.

**Молодые генеративные особи** – деревья с остропирамидальной кроной. Нижняя часть ствола до высоты 0,2–5,0 м покрыта коркой с глубокими трещинами. Крона начинается на высоте 3,5–8,0 м, т.е. занимает примерно половину высоты дерева. Наиболее широкой является нижняя часть кроны. Приросты побегов большие, но немного меньше, чем у виргинильных особей. Листья округлояйцевидный, число их на годичном побеге 5–8, при одном кванте росте и 10–16 при двух-трех квантах роста. Верхние листья кроны имеют световую, а нижние листья и листья внутри кроны – теневую структуру. Цветение и плодоношение не обильное – порядка одной или нескольких сотен плодов на дереве. Они сосредоточены в основном в средней части кроны. Корневая система – кистекорневого типа, размеры ее больше, чем у виргинильных растений.

**Средневозрастные генеративные особи**, так же как и молодые генеративные, имеют остропирамидальную крону, но более раскидистую. Ствол очищен от боковых ветвей на большую высоту – до 5–15 м. Корка развита до половины ствола с глубокими трещинами. Число листьев на годичном побеге – 4–8 или 10–12. Форма листа широкояйцевидная. Плодоношение обильное – число плодов на одном дереве может составлять несколько тысяч – с выраженной периодичностью. Оно сосредоточено в верхней и средней частях кроны. Корневая система кистекорневого типа.

**Старые генеративные растения.** Крона широко пирамидальная, вторичная, т.е. первичные скелетные оси полностью или частично усохли; они постепенно заменяются ветвями, развивающимися из спящих почек. Благодаря ветвлению последних образуются скопления побегов, «пучки» из 3–7 побегов. Образование вторичной кроны способствуют сохранению кроны почти в прежних размерах, но максимальная ширина находится не в самой нижней части, а на уровне нижней трети кроны. В верхней половине кроны вместо одного ствола выделяются 3–4 равновеликих «ствола». Число листьев на годичном побеге 2–5, листья широкояйцевидные. Почти все деревья липы повреждены сердцевинной гнилью. С возрастом у липы увеличивается число пустозерных плодов – около 40% у 35-летних

деревьев, более 60% – у 180-летних и около 100% – у 250-летних. Корневая система кистекорневого типа.

**Сенильные особи**, прошедшие этап генеративного развития (полный онтогенез), имеют усохшую или сломленную верхушку, низко расположенную живую часть вторичной кроны, листья полувзрослого типа, не плодоносят.

Онтогенез описан по материалам, собранным в широколиственных лесах Пензенской области.

На всем протяжении ареала липы возобновляются в основном вегетативно: при полегании и укоренении молодых, а иногда и взрослых растений и их ветвей; путем образования гипогейных корневищ, а также поросли из спящих почек в основании ствола. После отделения вегетативного потомства от материнского растения особи вегетативного происхождения начинают жить самостоятельно.

Биоморфологические параметры растений вегетативного и семенного происхождения примерно одинаковы для одной возрастной группы.

#### **Диагнозы онтогенетических состояний *Betula pendula* Roth.**

Онтогенез *Betula pendula* – березы бородавчатой, или повислой (рис. 4.2), описан по работе Чистяковой А.А. [Диагнозы и ключи..., 1989].

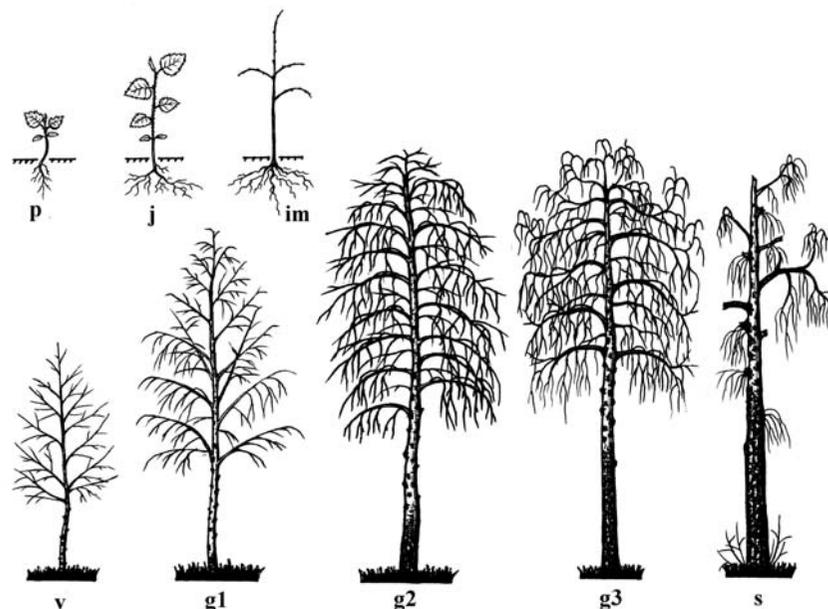


Рис. 4.2. Схема онтогенеза березы бородавчатой. Рис. А.И. Широкова. Пояснения см. в тексте

Плод березы орешковидный, крылатый, односемянный. Семена созревают в июле – августе и разносятся ветром; в стратификации не нуждаются и при наличии подходящих условий способны прорасти летом, в сезон их формирования. В некоторых случаях зрелые плоды в сережках остаются довольно долго и семена рассеиваются уже по снегу.

**Проростки** березы появляются чаще всего в апреле – мае и имеют две овальные семядоли. Зеленые семядоли функционируют почти весь сезон, к концу сезона проросток помимо пары семядолей может иметь еще 2–6 листьев ювенильного типа. Первые листья небольшие (длина и ширина 0,8–1,5 см), тройчатолопастные с зубчатым краем, опушенные. В корневой системе проростков выделяется главный корень, боковые имеют небольшие размеры. Помимо боковых, на гипокотиле формируются придаточные корни. Некоторые растения первого года в достаточно влажных и светлых местообитаниях могут иметь за сезон два периода роста и формируют дополнительно за 2-й такт еще 5–7 опушенных листьев длиной 2,5–4 см и шириной 1,8–3 см. В этом случае семядоли опадают довольно рано (в июле – начале августа) и растение в первый же год жизни становится ювенильным.

**Ювенильные особи:** побег не ветвится, листья имеют широкояйцевидные опушенные листовые пластинки с сердцевидным основанием. В корневой системе придаточные корни, по сравнению с главным и боковыми, растут быстро, перехватывая нисходящий ток питательных веществ, и тормозят системы главного корня. Благодаря контракtilной деятельности придаточных корней, гипокотиль и прирост первого года быстро втягиваются в почву. Пазушные почки семядольных и всех настоящих листьев первого года не распускаются и оказываются погруженными в почву.

Побеги **имматурных особей** березы ветвятся, довольно быстро растут в высоту, имеют широкояйцевидную, но без обильного опушения, листовую пластинку с сердцевидным основанием и двоякозубчатым краем. Быстрое формирование разветвленной системы побегов (уже на второй год жизни) особями хорошей жизнеспособности обеспечивается распусканьем пазушных почек в год их заложения. Силлептические побеги возникают не только из пазушных, но и верхушечной почки. Спящие почки на подземном участке побега могут ветвиться, формируя систему покоящихся укорененных побегов. Корневая система имматурных особей хорошо развита. В ней все более усиливается роль горизонтально растущих придаточных корней, они имеют самые большие размеры.

*Имматурные растения 1-й подгруппы* по сравнению с *особями 2-й подгруппы* меньше по размерам, медленнее растут в высоту и побеги их мало разветвлены. Имматурные растения хорошей жизнеспособности нарастают, как правило, моноподиально, пониженной – неустойчиво моноподиально.

**Виргинильные особи** – узкокронные небольшие деревья, у которых хорошо заметна дифференциация побеговой системы на ствол и узкопирамидальную крону. Соотношение длины и ширины листа увеличивается до 1,5 поэтому форма пластинки становится яйцевидной или ромбической при суженном или клиновидном основании. Главная ось быстро растет в длину, и нарастание березы, как это отмечал И.Г. Серебряков (1962), становится симподиальным вследствие того, что верхушечная почка удлиненных побегов недоразвивается и подсыхает уже в середине лета. Побег – продолжение лидерной оси формируется из пазушной почки, ставшей псевдотерминальной. Покровная ткань ствола утрачивает красноватый оттенок и к концу состояния становится белой у всех виргинильных особей. Корневая система увеличивает размеры и состоит из придаточных корней.

*Виргинильные растения 1-й подгруппы* по сравнению с *виргинильными 2-й подгруппы* меньше по размерам, для них характерна небольшая крона из 4–7 ветвей, ствол может быть с красноватым оттенком.

Особи пониженной жизнеспособности по сравнению с нормальными медленнее растут, имеют большой запас ветвящихся спящих почек на подземной части.

**Молодые генеративные деревья (g1)** имеют пирамидальную островершинную ажурную крону с небольшим количеством плодов в ее верхней трети. Симподиально нарастает не только главная ось, но и скелетные ветви. Переход к симподиальному нарастанию, по Серебрякову И. Г. (1962), связан с двумя причинами: усыханием терминальной почки на удлиненных побегах; терминальным расположением мужских соцветий – сережек на удлиненных побегах; терминальным расположением женских сережек на укороченных ветвящихся побегах. Моноподиальное нарастание сохраняется только у неветвящихся укороченных вегетативных побегов.

У молодых генеративных растений сохраняется способность к образованию силлептических побегов. Побеги базальной части кроны настолько длинные и тонкие, что под действием собственной тяжести провисают вниз. В базальной части ствола корка трещиноватая. Листья взрослого типа, преимущественно с клиновидным основанием пластинки, ромбические. Корневая система придаточная, поверхностная.

**Средневозрастные генеративные деревья (g2)** имеют округловершинную пирамидальную крону, так как к этому времени рост в высоту в основном закончен и увеличивается главным образом диаметр ствола. «Плакучесть» приобретают побеги не только нижних, но и несколько выше расположенных ветвей. Ствол на высоту до 1–2 м покрыт коркой с глубокими трещинами. Плодоношение обильное и регулярное, как правило, через год, но может быть и ежегодным. Это кистекорневые деревья, большая часть скелетных корней которых растет горизонтально близ поверхности почв.

**Старые генеративные деревья (g3)** имеют куполообразную широко округлую плакучую крону. Лидерная ось теряется среди ветвей в верхней части кроны. Ствол почти на одну треть длины покрыт коркой с глубокими трещинами. В корневой системе среди тонких корней преобладают процессы отмирания над новообразованием.

**Сенильные деревья (s)** имеют вторичную крону из жизнеспособных спящих почек нижних сучьев и спящих почек ствола дерева. Вершина дерева сухая. В корневой системе отмирают крупные скелетные корни. Продолжительность этого состояния небольшая.

Онтогенез описан по материалам, собранным на территории Пензенской области.

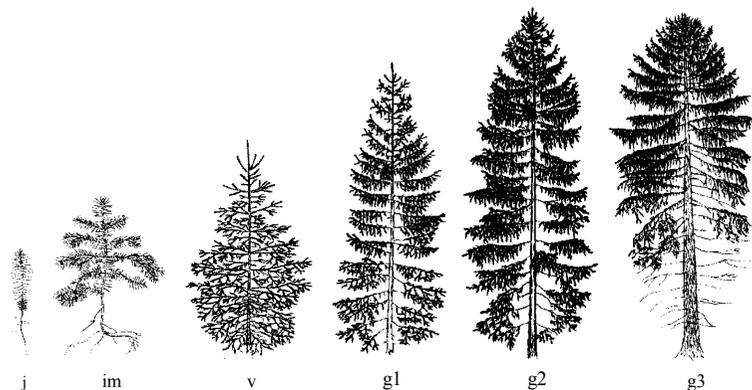


Рис. 4.3. Схема онтогенеза ели европейской (по Романовскому, 2001). Пояснения см. в тексте

#### Диагнозы онтогенетических состояний *Picea abies* Karst.

**Онтогенез *Picea abies* – ели европейской** (рис. 4.3) описан по материалам А. М. Романовского (2001).

Семена ели прорастают по наземному типу.

**Проросток (р)** имеет главный корень, гипокотиль, 7-8 семядолей игловидной формы (15–20 мм длины) и верхушечную почку. Вначале семядоли являются основными фотосинтезирующими органами и полностью отмирают на третьем-пятом году жизни. При благоприятных условиях в первый же год формируется эпикотильная часть длиной до 1,5 см. Первые листья-хвоинки тонкие, короткие (до 1 см) округлые в сечении и часто расположенные. Корневая система стержневого типа.

**Ювенильные (j)** особи – растения с одноосными побегами. Семядоли у них уже засохли. Верхушечный прирост невелик – 2–5 см. Хвоя ювенильного типа. Длительность состояния – 1–2 года. Корневая система стержневого типа, состоит из главного и боковых корней.

С началом ветвления побега ель переходит в **имматурное первое (im)** онтогенетическое состояние, обычно при нормальной

жизненности это происходит на четвертом году жизни. Крона *имматурных особей первой подгруппы* зонтиковидной формы, редкая, в мутовке не более 2 ветвей. Порядок ветвления кроны – 2–3. Хвоя ювенильного типа. Прирост ствола составляет 0,5–3,0 см в год и примерно равен годичному приросту нижних ветвей. Подобное соотношение присуще всем имматурным особям, независимо от жизненности, и определяет тип их кроны. Тип нарастания ствола преимущественно моноподиальный, этот тип нарастания ствола, с малым числом перевершиниваний, сохраняется у елей нормальной жизненности практически до конца онтогенеза. На долю кроны приходится 43–78% от общей высоты дерева. Процесс отмирания еще не выражен – в кроне практически нет сухих веточек. Корневая система поверхностно-стержневого типа. В слое подстилки на гипокотиле идет активное корнеобразование – образуются придаточные корни, начинается образование характерной для ели корневой системы поверхностного типа.

Качественный признак перехода во *вторую имматурную подгруппу* – появление 4-го порядка ветвления кроны. Растения нормальной жизненности имеют зонтиковидную или широкопирамидальную крону. Она симметрично развита, хорошо охвоена, наибольший порядок ветвления – 5-й. Хвоинки уплощаются и приобретают вид теневой хвои взрослых деревьев, ювенильный тип хвои больше не появляется. По сравнению с имматурными первыми елочками, средние размеры деревьев в этом состоянии увеличиваются вдвое и больше. Начинают отмирать нижние веточки, доля кроны от высоты дерева составляет 58–85%. На живых нижних ветвях появляются единичные побеги вторичной кроны. Они недолговечны, наибольший их возраст 3–4 года. Поверхностная корневая система образована постоянно обновляющимися придаточными корнями, такой тип корневой системы у ели сохраняется до конца онтогенеза [Вещикова, 1964].

В **виргинильном (v)** онтогенетическом состоянии происходит резкое ускорение роста в высоту. Величина верхушечного прироста превышает боковой в 2 раза и более, достигая 55 см. В результате у *виргинильных особей первой подгруппы* крона становится узкопирамидальной. На этой стадии развития резко увеличивается потребность растения в свете. У елей, наряду с теневой, может формироваться полусветовая хвоя. Увеличивается до 7-го порядок ветвления кроны. На нижних ветвях в небольшом количестве присутствуют побеги вторичной кроны – меньше 1% от общей длины

побегов, несущих хвою. Продолжается отмирание нижних веточек, число мутовок усохших ветвей достигает 7. Крона составляет 76–92% высоты дерева.

Для *виргинильных особей второй подгруппы* нормальной жизненности характерна наибольшая в онтогенезе скорость роста, размер верхушечного прироста составляет 30–76 см. По высоте виргинильные вторые особи приближаются к верхнему ярусу древостоя. Крона узкопирамидальная, симметричная, порядок ветвления 6–8. Хвоя в верхней части кроны световая и полусветовая, а в нижней – тeneвая. Такое расположение типов хвои разных физиологических типов сохраняется до конца онтогенеза. На нижних ветвях «проснувшиеся» побеги составляют до 20% от общей длины охвоенных побегов. Значительно увеличивается их число – от единиц до двух-трех десятков побегов вторичной кроны 3-го порядка на скелетной ветке. Увеличивается до 9 лет максимальный возраст вторичных побегов. По сравнению с растениями виргинильного первого состояния размеры деревьев в среднем возрастают в 2,5–5 раз. Число «мертвых» мутовок – 7–19. На долю кроны приходится 63–88% высоты дерева. Нижняя часть ствола начинает очищаться от сухих сучков, высота очищения достигает 50 см. У деревьев растрескивается корка на стволе.

У **молодых генеративных (g1)** елей в верхней части кроны появляются шишки в количестве от 6 до 30 шт, это обычно случается после 30 лет. В этом онтогенетическом состоянии семяношение необильное и нерегулярное. По размерам, темпам роста и форме кроны, соотношению побегов вторичной и первичной кроны на нижних ветвях генеративные первые деревья сходны с виргинильными вторыми. У них сильнее выражены процессы, связанные со старением: количество мутовок усохших ветвей – 9–19, снизу ствол очищается от сухих веток на высоту до 70 см. Высота трещиноватости корки ствола достигает 0,4–1,6 м.

**Генеративные зрелые (g2)** особи – взрослые деревья с максимальной способностью к семяношению. Шишки (от 31 до 198 шт.) появляются в верхней, средней, а при хорошей освещенности и в нижней частях кроны. Рост ствола вверх замедляется (величина верхушечного прироста – 7–60 см), крона приобретает пирамидально-цилиндрическую форму. Порядок ветвления достигает 9. На нижних ветвях 92% длины охвоенных побегов сформированы из спящих почек. «Проснувшиеся» побеги начинают доминировать в кроне, согласно проведенным расчетам их доля достигает 80% от всей

суммарной длины побегов с хвоей дерева. Количество мертвых мутовок – 5–19, крона от общей высоты дерева составляет 69–93%. Высота очищенного от сухих веток ствола – до 65 см. Высота трещиноватости корки ствола – 0,5–1,7 м. В этом возрастном состоянии дерево утрачивает способность к образованию новых придаточных корней. Вероятно, в связи с этим замедляется роста ствола.

**Генеративные старые (g3)** деревья наиболее мощно развиты. Крона пирамидально-цилиндрической формы с округлой (тупой) вершиной, размер верхушечного прироста продолжает снижаться. Значения порядка ветвления – наибольшие в онтогенезе (до 10). Число шишек сильно варьирует, они появляются в верхней и средней части кроны. У дерева обычно развивается несколько вершин. Появление побегов вторичной кроны может быть даже в верхушечной, наиболее молодой части. Все побеги, несущие хвою, нижних ветвей образованы из «спящих» почек. Количество мертвых мутовок – 4–24, на долю кроны приходится 51–88% от высоты дерева. Ствол очищается от сухих ветвей на высоту от 1 до 4 м. Корка на стволе сильно растрескивается на высоту от 5 до 20 м.

Субсенильные и сенильные особи для ели не описаны.

Онтогенез описан по материалам, собранным в Брянской области (заповедник Брянский лес).

#### Диагнозы онтогенетических состояний *Pinus sylvestris* L.

Онтогенез *Pinus sylvestris* – сосны лесной или обыкновенной (рис. 4.4) описан по материалам О.И. Евстигнеева (1995), значения количественных показателей приведены для деревьев, выросших в условиях свободного роста, исследованных в лесах заповедника Брянский лес.

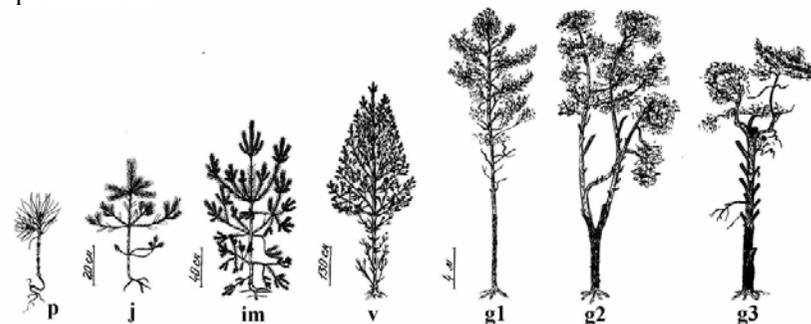


Рис. 4.4. Схема онтогенеза сосны обыкновенной (по Евстигнееву, 1989). Пояснения см. в тексте

**Проростки (р).** В естественных условиях проростки сосны появляются в конце весны. Для них свойственны семядольные листья, которые при прорастании выносятся на поверхность. Семядоли линейные слабо трехгранные, слегка изогнутые, зеленые. Число семядолей – 4-8 (чаще 6). Их длина – 20–25 мм, ширина и толщина – 0,5 мм. Семядольные листья обычно отмирают к началу зимы. Подсемядольная часть иногда красноватая, до 30–40 мм длиной. У более сильных проростков в первый год образуется надсемядольная часть высотой 40–60 мм, на котором спирально располагаются единичные линейные листья ювенильного типа.

**Ювенильные особи (j)** имеют одноосный неветвящийся побег. При хорошем освещении (посадки, опушки) ювенильное состояние длится не более 3 лет. Средняя высота особей составляет 12 см. На удлинённых побегах ювенильных особей второго года формируются укороченные побеги (брахиобласты). Они несут, наряду с низовыми чешуевидными и пленчатыми листьями, два крупных зеленых листа взрослого типа – хвоинки длиной 29–64 мм. К концу второго года жизни ювенильные листья полностью сменяются взрослыми. На следующий год из них формируются удлинённые боковые побеги. Корневая система поверхностно-стержневая.

**Имматурные особи (im).** Переход в имматурное состояние диагностируется появлением удлинённых боковых побегов на главной оси и началом формирования кроны. Для сосны характерен акротонный тип побеговой системы: боковые побеги формируются из почек, сосредоточенных на верхушке материнского побега.

В имматурном состоянии корневая система сосны остается поверхностно-стержневой. Стержневой корень у нормально развитых на рыхлых песчаных почвах может углубляться до 60–80 см. На нем может быть до 20 хорошо развитых боковых корней, которые большей частью располагаются в поверхностном горизонте почвы.

На этом этапе развития выделяются две подгруппы – im1 и im2. В побеговой системе *имматурных особей первой подгруппы (im1)* преобладают побеги 2-го порядка ветвления. Общая высота растения – от 17 до 35 см, диаметр кроны – 7–13 см, протяженность облиственной части – 7–18 см. Средний возраст особей на водоразделе при хорошем освещении составляет 5 лет. У *имматурных особей второй подгруппы (im2)* преобладают побеги 3-го порядка, реже – 4-го. Высота растений от 53 до 98 см, диаметр кроны – 38–63 см, протяженность облиственной части – 38–88 см. Средний возраст –

6 лет. Растения нормальной жизненности имеют хорошо выраженную лидерную ось и довольно большие ежегодные приросты по высоте (до 40 см). Нарастание побегов строго моноподиально.

**У виргинильных особей (v)** моноподиально нарастающая одноствольная крона широковеретеновидной формы с острой вершиной. Длительность v состояния составляет от 2 до 15 лет, четко выделяются 2 подгруппы особей. *Виргинильные особи первой подгруппы (v1)* нормальной жизненности имеют широко веретеновидную крону от уровня почвы. Порядок ветвления в побеговой системе 4, реже – 3. Деревца быстро растут в высоту, длина годичных приростов главной оси – 20–40 см. Средний возраст особей 8 лет, минимальный – 6, максимальный – 10. *Виргинильные особи второй подгруппы (v2)* полностью сформированы и готовы к плодоношению. В побеговой системе появляется 5-й порядок ветвления. В условиях свободного роста для особей нормальной жизненности характерно строгое моноподиальное нарастание побеговой системы. Величина годичного прироста по высоте больше в полтора раза по сравнению с особями первой подгруппы. Одновременно диаметр кроны увеличивается в 2,3 раза. Сильное преобладание роста главной оси и интенсивное разрастание кроны приводят к торможению роста нижних побегов и к очищению ствола от нижних сучьев: у виргинильных особей первой подгруппы ствол от нижних ветвей практически не очищен, у особей второй подгруппы очищение ствола достигает 2 м. Средний возраст особей нормальной жизненности – 17 лет.

**Генеративные растения (g).** В этом возрастном периоде появляются первые микро- и мегастробилы, растение приступает к семяношению. В генеративном периоде корневая система суходольных сосен может быть поверхностно-стержнеякорной, характерно довольно четкое разграничение горизонтально-поверхностных (до 30–40 см вглубь почвы) и вертикальных корней. Средний радиус корневой системы взрослого генеративного дерева – 8–10 м, отдельные корни достигают 12–14 м. Вертикальные корни представлены центральным стержневым корнем и целым рядом якорных корней, отходящих вниз от наиболее толстых горизонтальных корней в радиусе 1,2–1,5 м от центра дерева. С увеличением возраста дерева центральный стержневой корень замедляет рост, ветвится и не углубляется дальше боковых якорных корней. Вертикальные корни проникают в почву на глубину 100–350

см в зависимости от залегания плотных слоев материнской породы и уровня грунтовых вод.

**Молодые генеративные растения (g1).** Семяношение в молодом генеративном состоянии необильное и нерегулярное. Деревья отличаются максимальными абсолютными приростами по высоте (50 см), отдельные побеги достигают 175 см. Формируется правильная островершинная коническая крона, от ее основания и до верхушки хорошо прослеживается главная ось. В основании ствола появляется корка. У особей, выросших на суходольных участках, состояние длится около 50 лет. За такой длительный и активный ростовой период во внешнем облике сосны происходят существенные преобразования. От 12-летнего возраста, когда отдельные особи в популяциях сосны вступают в пору семяношения, и до 60-летнего возраста, когда большинство растений переходят в средневозрастное состояние, происходят следующие морфологические изменения: 1) средняя высота деревьев увеличивается от 5,5 до 24 м; 2) средний диаметр ствола на уровне груди увеличивается от 9 до 36 см; 3) порядок ветвления в побеговой системе изменяется от 5 до 8; 4) диаметр кроны увеличивается от 2 до 7 м; 5) ствол очищается от нижних сучьев до 13 м; 6) протяженность кроны увеличивается до 11 м; 7) в основании ствола появляется корка на протяжении 7 м; 8) средняя длина хвоинок достигает максимальных размеров – 84 мм. Молодое генеративное состояние отличается наиболее активными ростовыми процессами, в это время формируется типичная жизненная форма сосны – одноствольное дерево.

**Средневозрастные генеративные растения (g2).** Растения в этом состоянии характеризуются максимальным семяношением. Отличительная морфологическая черта особей – куполообразная крона, формирование ее определяется ослаблением интенсивности роста главной оси. Ее годовые приросты обычно не превышают 26 см. В итоге главная ось на верхней части кроны теряется среди боковых ветвей. Изменение формы кроны в этот период совпадает с отмиранием более слабых и тонких ветвей в ее внутренней части. В кроне сохраняются лишь наиболее сильные сучья. Основания сохранившихся сучьев постепенно очищаются от мелких ветвей. В этом онтогенетическом состоянии нарастание побеговой системы в кроне меняется на симподиальное. При этом увеличивается порядок ветвления побеговой системы (до 7–9). Значительное ослабление роста главной оси сопровождается общим торможением ростовых процессов. Так, общая высота дерева в течение g1 состояния

увеличивается в 4,7 раза, диаметр ствола на уровне груди в 4,2 раза, в течение g2 состояния эти показатели увеличиваются только в 1,2 и 2,7 раза соответственно.

**Старые генеративные деревья (g3).** Характерная морфологическая черта старых генеративных особей – плосковершинная крона. С одной стороны, это связано с тем, что у растений практически полностью прекращается рост в высоту, с другой стороны, у большей части особей подсыхает и отмирает верхняя часть ствола. Отмершая часть ствола иногда остается на дереве в виде шпилья. В кроне появляются отмершие крупные сучья. Порядок ветвления побеговой системы – 8–9. Общие размеры дерева достигают максимальных размеров: средняя высота деревьев – 28 м, диаметр ствола на уровне груди – 136 см, диаметр кроны – 12 м. Протяженность трещиноватости корки ствола составляет 12 м. У некоторых особей она выражена на всем протяжении ствола. Длительность этого периода может быть более 100 лет.

**Сенильный период** не описан.

Сравнение онтогенезов сосен, живущих в разных эколого-ценотических условиях, выявило некоторые отличия.

1. В онтогенетическом развитии сосны в разных экологических условиях выделяются однотипные возрастные этапы онтогенеза, которые характеризуются морфологическим сходством. Для ювенильных особей – это одноосность побеговой системы, для иматурных особей – появление боковых ветвей 2–4-го порядка, для виргинильных особей – веретеновидная крона, для молодых генеративных – правильная островершинная коническая крона, для средневозрастных генеративных особей – куполообразная крона, для старых генеративных особей – плосковершинная крона.

2. При анализе адаптации растений к световому голоду под пологом леса и к условиям олиготрофного болота (избыточное застойное увлажнение, ограниченное содержание в почве питательных веществ и кислорода) выявлены общие приспособления, которые проявляются в уменьшении среднегодового и текущего прироста по высоте, а также в задержке развития организмов на начальных этапах онтогенеза.

Среди специфических приспособлений к олиготрофным условиям верховых болот можно отметить сокращение длины хвоинок и формирование поверхностной корневой системы, а также уменьшение общих размеров растения и сокращение длительности генеративного периода.

Среди специфических приспособлений к ограниченной освещенности под пологом леса на суходолах можно отметить увеличение порядка ветвления в кроне и отторжение части дышащих органов, что проявляется в отмирании отдельных ветвей и в частом перевершинивании побеговой системы.

### Литература

1. Биологическая флора Московской области. М.: МГУ, 1974–2000. Вып. 1–14.
2. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений М.: Прометей, 1989. 105 с.
3. Евстигнеев О.И., Татаренкова Н.А. Онтогенез сосны обыкновенной в разных экологических условиях Неруссо-Деснянского полесья. Деп. в ВНИИЦлесресурс, 1995. № 933-ЛХ55.
4. Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г. Опыт разработки и использования баз данных в лесной фитоценологии // Лесоведение. 1996. № 1. С. 76-83.
5. Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Комаров А.С., Смирнова О.В. и др. Информационно-аналитическая система для оценки сукцессионного состояния лесных сообществ. Пущино: Пущинский научн. Центр, 1995. 50 с.
6. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань: КГУ, 1989. 146 с.
7. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. Т. 5. Л.: Наука, 1976. 313 с.
8. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
10. Романовский А.М. Онтогенез ели европейской // Бот. журн. 2001. № 2. С. 200–211.
11. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
12. Уиллиамс У.Т., Ланс Дж.Н. Методы иерархической классификации // Статистические методы для ЭВМ / Под ред. К.Энслейна, Э.Рэлстона, Г.С. Уилфа. М., 1986. С. 269–301.
13. Уланова Н.Г. Математические методы в геоботанике. М.: МГУ, 1995. 109 с.
14. Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника «Калужские засеки») // Бюлл. МОИП. Сер. биологическая. 2002. Т. 107. № 1. С. 40–48.
15. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Мир и семья // СПб., 1995. 992 с.
16. Gauch H.G.Jr. Multivariate analysis in community ecology. N.Y., 1982a. 298 p.
17. Gauch H.G.Jr. Noise reduction by eigenvector ordinations // Ecology. 1982b. V. 63, No 6. P. 1643–1649.
18. Hill M.O. DECORANA – a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, N.Y., 1979. 31 p.
19. Jongman R.H.G., Ter Braak C.J.F., Van Tongeren O.F.R.. Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, 1987. 299p.
20. McCune B., Mefford M.J. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 3.20. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA, 1997. 126 p.
21. Persson S. Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams // Journal of Ecology. 1981. V. 69. P. 71–84.
22. Zimmerman G.M., Goetz H., Mielke P.W.Jr. Use of improved method for group comparison to study effects prairie fire // Ecology. 1985. V. 66. No 2. P. 606–611.

## **Раздел III. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова**

### **Введение**

#### [Обратно в содержание](#)

Цель раздела – изложить систему методов оценки внутривидового, видового или таксономического разнообразия и разнообразия растительных сообществ [van der Maarel, 1997] применительно к растительному покрову лесного пояса. Эта система основана на теоретических представлениях о популяционной организации биоценотического покрова лесных территорий и на многолетнем опыте полевых исследований авторов. Она реализована в виде компьютерной информационно-аналитической системы (ИАС) [Заугольнова и др., 1995; Оценка..., 2000] и получила широкое распространение как в учебном процессе, так и в научных исследованиях авторского коллектива и коллег из разных научных и научно-практических организаций.

Авторы выражают благодарность А.И. Широкову за предоставленные рисунки, О.И. Евстигнееву за помощь в разработке эколого-ценотических групп видов растений, В.Э. Смирнову за оказанные консультации, Е.М. Глухой за помощь в подготовке данных.

### **Глава 1. Общие закономерности организации биогеоценотического покрова лесных территорий**

Решение проблем сохранения биологического разнообразия заставляет исследователей постоянно обращаться к поиску эталонных (ненарушенных, климаксовых) сообществ. Изучение таких сообществ дает возможность выяснить механизмы устойчивого существования в них множества биологически и экологически различных видов. Познание этих механизмов позволяет составить обоснованные прогнозы изменения биоразнообразия в сообществах, состав и структура которых нарушены в результате природных или антропогенных воздействий. Исследование ненарушенных (климаксовых) сообществ разных природных зон позволило сформулировать концепцию мозаично-циклической организации экосистем, суть которой состоит в следующем: максимальное

таксономическое разнообразие проявляется в экосистемах (сообществах) с наибольшим структурным разнообразием и значительной внутриценотической гетерогенностью среды [The mosaic-cycle..., 1991; Смирнова, 1998; Оценка..., 2000].

Исследования популяционной организации сообществ разных природных зон показывают, что внутриценотическая гетерогенность среды в значительной степени определяется особенностями популяционной жизни представителей разных царств, в первую очередь растений, животных и грибов. С популяционных позиций сообщество – это множество сосуществующих популяций видов разных трофических групп. Из-за различий популяционных параметров разных видов на конкретном участке формируется разномасштабная мозаика популяций растений, животных, грибов. Механизмом, интегрирующим эту разномасштабную мозаику, и приводящим к формированию сообществ как популяционных множеств выступает популяционная жизнь наиболее мощных средообразователей (эдификаторов, конкурентных – С и толерантных – ST-видов [Grime, 1979], ключевых видов (key-species).

#### **1.1. Популяционная организация биогеоценотического покрова лесных территорий**

Исследования последних лет и обобщение материалов показывают, что в ненарушенных (доагрикультурных, климаксовых) лесах гетерогенность среды создается популяционными мозаиками растений, животных и грибов. Эти данные внесли существенные коррективы в представления экологов о лесах как экосистемах детритного типа и показали, что мозаичность, вызванная жизнедеятельностью животных-фитофагов, столь же характерное свойство лесных ландшафтов, как и фитогенная мозаичность.

Фитогенная мозаичность в доагрикультурных лесах – следствие популяционной жизни ключевых видов деревьев. В ненарушенных лесах любого типа (тропических и умеренных) популяционная жизнь деревьев – эдификаторов создает весьма существенную мозаику светового, водного и почвенного режимов (о «gap-мозаике» – см.: [Коротков, 1991]). Она создается следующими процессами:

1) образование прорывов в пологом леса («окон возобновления» в русской и «gaps» в английской терминологии) вследствие старения и естественной смерти одного – нескольких рядом растущих деревьев;

2) образование ветровально-почвенных комплексов (ВПК в русской литературе и «tree fall» в английской), когда смерть дерева

сопровождается пертурбацией почвенного профиля и создается специфический «вывальный» микрорельеф, включающий бугры, западины, валеж [Скворцова и др., 1983]. Некоторые элементы фитогенной мозаики более подробно рассмотрены в разделе 3.5.

Зоогенная мозаичность в доагрикультурных лесах – следствие популяционной жизни ключевых видов животных. В ненарушенных евразийских и североамериканских лесах это три группы ключевых видов: 1) крупные стадные копытные-фитофаги (зубры, туры, тарпаны, лесные бизоны и др.), 2) листо- и хвоегрызущие насекомые и 3) бобры.

Зоогенная мозаика возникала по нескольким причинам:

- из-за локального уничтожения крупными копытными подростка и молодых деревьев, кустарников, лесных трав, уплотнения и унавоживания почв и возникновения полей с лугово-опушечной и лугово-степной флорой;
- из-за локального уничтожения листо- и хвоегрызущими насекомыми листьев и хвои в кронах взрослых деревьев, увеличения интенсивности солнечной радиации на поверхности почвы, повышения температуры воздуха и почвы на несколько градусов, обогащения почвы азотом и другими минеральными веществами из экскрементов, возрастания численности светолубивых и нитрофильных видов трав;
- из-за строительства бобрами на ручьях и мелких речках плотин и каналов, формирования прудов и низинных болот, увеличения видового разнообразия и численности сопутствующих видов растений и животных;
- из-за избирательного уничтожения бобрами деревьев и кустарников по берегам водоемов и развития прирусловых луговых полей со светолубивой флорой и фауной.

Постоянное присутствие в доагрикультурных лесных ландшафтах ключевых видов животных-фитофагов создавало четко выраженную гетерогенность среды: собственно лесные участки чередовались с зоогенными полянами и зоогенными водоемами. Все эти участки постоянно перемещались внутри лесного ландшафта. В результате очень широко были представлены экотонные сообщества – хранители максимального видового разнообразия.

## 1.2. Представления о сукцессиях и климаксе с популяционных позиций

Представление биогеоценотического покрова как разномасштабной мозаики популяций привело к существенному изменению представлений о климаксе и сукцессиях [Оценка..., 2000].

С общеэкологических позиций климакс рассматривается как динамически равновесное состояние сообщества, обеспечивающее постоянство видового состава и поддерживающее в целом устойчивое структурное разнообразие элементов за счет внутриценотических нарушений разного масштаба и разной природы. С популяционных позиций климакс характеризуется устойчивыми потоками поколений в популяциях всех потенциальных обитателей данной территории.

С общеэкологических позиций сукцессии рассматриваются как однонаправленные процессы развития сообществ, вызываемые как внешними, так и внутренними причинами [Миркин и др., 1989]. С популяционных позиций сукцессии – это процессы формирования (первичные и вторичные, демулационные сукцессии) или разрушения (дигрессионные сукцессии) устойчивых потоков поколений [Оценка и сохранение..., 2000].

Реконструкция доисторического облика биоценотического покрова лесного пояса Восточной Европы [Смирнова и др., 2001] показала, что зональные поликлимаксы были представлены комплексом биогеоценозов, которые включали теневые леса (широколиственные, хвойно-широколиственные и хвойно-мелколиственные), опушечные сообщества и зоогенные поляны (луговые и лугово-степные) на водоразделах; сформированные и поддерживаемые крупными фитофагами (зубрами, турами, тарпанами и пр.); ольшаники, низинные болота и луга, в долинах ручьев и малых рек, регулируемые трофической и топической деятельностью бобров. Весь этот комплекс функционировал в пределах бассейнов малых рек как взаимосвязанная система популяций ключевых видов и сопутствующих им подчиненных видов из представителей разных трофических групп.

Активное природопользование, длящееся на территории Восточной Европы уже несколько тысячелетий, нарушило структуру природного биоценотического комплекса и превратило весь биоценотический покров в огромную сукцессионную систему [Восточноевропейские..., 1994; Оценка и сохранение..., 2000]. Из всего перечисленного набора биогеоценозов только собственно лесные сообщества способны восстанавливаться в ходе сукцессий при условии абсолютного

заповедания и затем устойчиво существовать в спонтанном режиме. Все остальные биоценозы, видовое разнообразие и структура которых в доагрикультурных ландшафтах поддерживалась трофической и топической деятельностью ключевых видов – фитофагов, не могут существовать в спонтанном режиме. В течение длительной истории природопользования, после уничтожения ключевых видов животных, зоогенные поляны, опушки, приречные леса, луга и болота поддерживались с помощью домашних животных и антропогенных сооружений (плотины, дамбы), имитирующих деятельность бобров. Исключение таких биоценозов из природопользования стимулируют восстановительные смены, которые приводят в лесном поясе к формированию теневых лесов, при этом исчезают многие виды растений и животных светлых местообитаний.

Таким образом, конечная стадия восстановительных сукцессий (демутаций) в современном растительном покрове лесного пояса – разновозрастный лес с хорошо выраженной мозаикой окон возобновления и ветровально-почвенных комплексов. В зависимости от полноты представленности видов региональной флоры, способных существовать под пологом леса и в окнах, такой лес может быть определен как климакс или диаспорический субклимакс. Климаксным лесным сообществом мы будем называть разновозрастный лес с выраженной гар-мозаикой и с максимальным числом лесных видов региональной флоры. При ограниченных возможностях заноса зачатков лесных видов региональной флоры демутация приводит к формированию диаспорического субклимакса. Так же как и климакс, диаспорический субклимакс способен к длительному спонтанному существованию, однако он не содержит в своем составе многих видов, способных по своим экологическим свойствам обитать в лесных сообществах.

Восстановление естественного видового разнообразия собственно лесных сообществ (в отличие от зоогенных полей) на территориях заповедников, заказников и национальных парков может происходить в спонтанном режиме по мере восстановления гетерогенности среды в связи с развитием популяционных мозаик деревьев. Однако возможности восстановления видового разнообразия, в первую очередь, будут зависеть от расстояния, на которое распространяются зачатки природных компонентов сообществ. Предварительные расчеты показывают, что, при наличии устойчивого поступления зачатков, лесные сообщества способны восстановить доагрикультурный облик и относительно полный видовой состав в

процессе смены двух-трех поколений ключевых видов (600–1000 лет). Однако для тех подчиненных видов, у которых семена или вегетативные зачатки распространяются очень медленно, даже такое время недостаточно.

Современное сукцессионное состояние биоценотического покрова Восточной Европы, а также уничтожение или существенное сокращение ареалов многих ключевых видов животных и растений в течение длительной истории природопользования приводит к необходимости кардинальным образом пересмотреть существующую природоохранную политику. Помимо общепринятых мер абсолютной охраны территорий необходимо разработать системы природопользования, ориентированные на комплекс естественных и искусственных мер по поддержанию видового разнообразия.

## **Глава 2. Популяционно-демографические методы анализа биоразнообразия растительных сообществ**

**Использование популяционно-демографических представлений и методов позволяет оценить биоразнообразие на разных уровнях организации живого: от внутривидового до ценоценотического – и составить биологически обоснованные прогнозы его изменения.**

**Определение понятия «популяция».** Термином «популяция» в демографических исследованиях обозначается совокупность особей одного вида, совместно живущих на определенной территории, связанных между собой отношениями родства (поток поколений), системой внутренних взаимоотношений и отграниченные от других подобных совокупностей [Ценопопуляции..., 1976, 1988]. Разработаны представления об иерархии биосистем популяционного уровня от ценопопуляции до видовой популяции (вся совокупность особей вида в пределах ареала). В большинстве случаев реальные границы скопления особей вида распознать трудно или невозможно, тогда популяцией называют совокупность особей исследуемого вида в рамках пространства, ясно ограниченного границами некоторого природного объекта. Так, совокупность особей вида в границах фитоценоза принято называть «ценопопуляцией», а в границах одного экотопа – экотопической популяцией. Далее при описании подходов и методов анализа биоразнообразия мы используем общий термин «популяция», ранг объекта популяционного уровня (ценопопуляция,

локальная популяция, экотопическая и пр.) уточняется при необходимости.

## **2.1. Периодизация онтогенеза и диагнозы онтогенетических состояний растений. Типы онтогенеза**

Основа для исследования состава и структуры популяций – способность видеть в природе отличающиеся по многим параметрам друг от друга организмы одного вида. В первую очередь различия определяются возрастными, онтогенетическими особенностями, что делает чрезвычайно важным членение непрерывного процесса индивидуального развития (онтогенеза) на биологически, экологически и ценотически различные периоды (или этапы). Онтогенез особи делится на этапы на основе объединения в группы 1) особей близкого возраста (например, классы возраста у деревьев) или 2) особей, находящихся на одном и том же этапе индивидуального развития, т.е. в одном возрастном состоянии (имеющих одинаковый биологический, физиологический возраст). Индикаторами возрастных состояний чаще всего бывают морфологические изменения, коррелятивно связанные с функциональными. Календарный (астрономический) возраст и возрастное состояние всегда связаны между собой. Однако соотношение их не всегда однозначно. Особи одного календарного возраста могут находиться на разных этапах своего онтогенетического развития, т.е. быть в разных возрастных состояниях, и, наоборот, особи одного возрастного состояния могут быть разного календарного возраста.

В популяционно-демографических исследованиях растений преимущественно используется определение онтогенетического состояния, а календарный возраст служит дополнительной характеристикой. Такое предпочтение объясняется тем, что особи растений разных видов проходят одни и те же онтогенетические состояния в течение разного времени, и поэтому сравнительная оценка (сопоставление) их роли в сообществе на основе календарного возраста теряет биологический смысл. Кроме того, определение календарного возраста у многих растений затруднено или невозможно вследствие обновления побегов и корней, 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. Кроме того, описаны этапы онтогенеза для спорофитов и даже для гаметофитов некоторых видов споровых растений и лишайников. Для них разработаны в соответствии с периодизацией онтогенеза, принятой для спорофитов семенных растений, соответствующие периодизации и диагнозы возрастных состояний.

**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.

*Молодые генеративные, g<sub>1</sub>* – появление генеративных органов, Преобладание процессов новообразования над отмиранием, проявляющееся в разных формах. Окончательное формирование взрослых структур.

*Средневозрастные генеративные, g<sub>2</sub>* – уравнивание 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.

**Типы онтогенезов.** Разнообразие онтогенезов семенных растений можно объединить в два типа (рис. 2.1). 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 последовательно прохождения серии поколений.

В популяционной биологии растений особь, возникшая из семени, и всё ее вегетативное потомство называется «генета», особь вегетативного происхождения – «рамета». Иногда раметой называют относительно самостоятельное структурное образование, входящее в физически целостную особь и потенциально способное к самостоятельной жизни (например, парциальный куст в системе парциальных кустов у черники или лещины).

## 2.2. Оценка состояния ценопопуляции по типу онтогенетического спектра

**Типы онтогенетических (возрастных) спектров популяций.** Наиболее просто определяемый признак устойчивого состояния популяции – это полночленный онтогенетический спектр, в котором

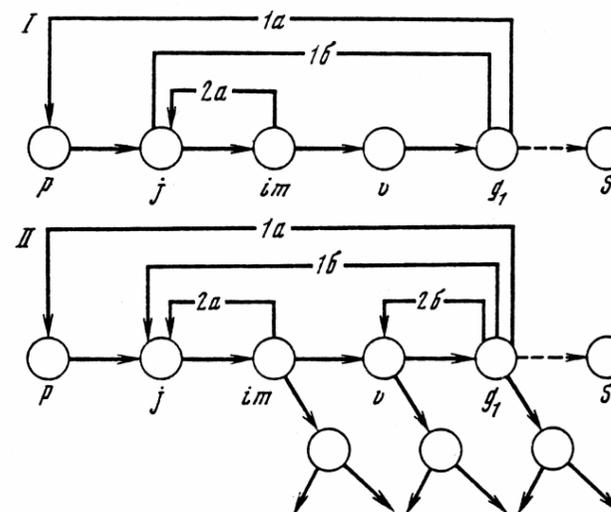


Рис. 2.1. Типы онтогенезов у сосудистых растений: I – полный онтогенез без смены поколений; II – полный онтогенез со сменой поколений; p-s – онтогенетические состояния

численное соотношение особей разных онтогенетических групп определяется биологическими свойствами видов: 1) общей продолжительностью онтогенеза и отдельных состояний; 2) темпами развития особей в разных состояниях; 3) способом самоподдержания популяций: глубокоомоложенными диаспорами (семенами и вегетативными зачатками), неглубокоомоложенными вегетативными особями или разным сочетанием названных выше способов; 4) интенсивностью и периодичностью инспермации и элиминации особей; 5) способностью создавать почвенный запас семян; 6) размерами площади поглощения ресурсов особями разных онтогенетических состояний (синоним – площадь питания). Такие спектры названы базовыми (характерными); они характеризуют дефинитивное (динамически устойчивое) состояние популяций [Ценопопуляции растений, 1988].

Типы базовых спектров выделяют по положению абсолютного максимума в спектре онтогенетических состояний. В пределах каждого типа в зависимости от способа самоподдержания популяции выделяют варианты.

Конкретные спектры популяций могут проявлять как большое сходство с базовыми спектрами, так и значительно отличаться от них. 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 происхождения; 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 и свойственно популяциям видов-ассектаторов. 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.

**Оценка состояния ценопопуляций деревьев по геоботаническим данным.** В случае, когда возможность проведения полноценных демографических исследований ценопопуляций деревьев отсутствует, можно проводить экспресс-оценку их состояния в фитоценозе по типовым геоботаническим описаниям, в которых указано обилие видов в каждом из ярусов лесного сообщества. Устойчиво существующие в сообществе виды с нормальными популяциями присутствуют во всех ярусах. Виды, популяции которых являются регрессивными или инвазионными, присутствуют, соответственно, только в древостое или только в травяном или кустарниковом ярусах.

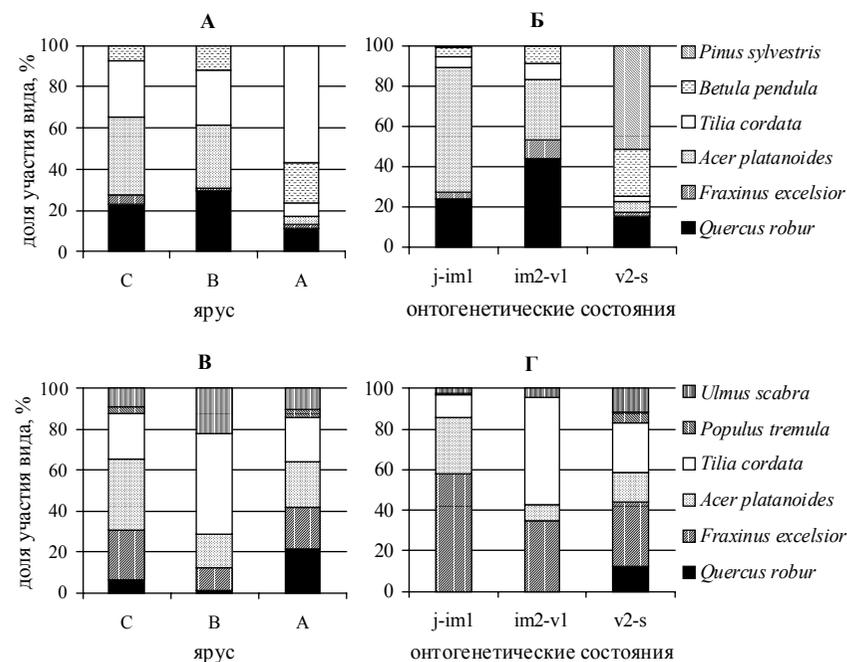


Рис. 2.2. Относительное участие видов деревьев по ярусам и онтогенетическим состояниям в сосняке неморальном (А, Б) и широколиственном лесу (В, Г) заповедника «Калужские засеки»

На рис. 2.2 проиллюстрирована возможность использования геоботанических данных для оценки состояния ценопопуляций древесных видов на примере сопоставления реальных данных геоботанических (рис. 2.2, А, В) и популяционно-демографических (рис. 2.2, Б, Г) исследований, представленных для двух сообществ заповедника «Калужские засеки». Показана доля участия древесных видов в сосняке неморальном – по ярусам А, В и С (рис. 2.2, А) и по соответствующим группам возрастных состояний (рис. 2.2, Б), а также доля участия древесных видов в широколиственном лесу – по ярусам (рис. 2.2, В) и по группам возрастных состояний (рис. 2.2, Г). При анализе геоботанических описаний обилие видов на площадках переводили в баллы по схеме: обилие «+» = балл 1, «1» = балл 2 и т.д.; затем рассчитывали среднее обилие (балл) видов в сообществе по ярусам. Для сравнения с популяционно-демографическими данными использовали относительное обилие вида – отношение его среднего обилия к сумме средних обилий всех видов деревьев яруса. Можно отметить высокую степень соответствия результатов независимых геоботанических и демографических исследований (для данного примера коэффициенты корреляции равны 0,67–0,98 при  $p = 0,05$ ).

Количественное участие деревьев в первом ярусе (А) определяет современную структуру сообщества и отражает ранее существовавшие возможности самоподдержания популяций. Состав второго яруса (В) характеризует направленность перестройки современного первого яруса в ближайшем будущем вследствие замещения отмирающих старых деревьев более молодыми. Участие видов в третьем ярусе (С) отражает влияние современной структуры сообщества на выживаемость молодого поколения, а также возможности заноса и приживаемости зачатков. В широколиственных лесах в ярусе С обычно велика доля регулярно и обильно плодоносящих теневыносливых видов – кленов остролистного и полевого, ясеня, ильма [Восточноевропейские..., 1994].

### 2.3. Представления о популяционных стратегиях видов. Ранне- и поздне-сукцессионные виды деревьев

**Типы популяционных стратегий.** Популяционная стратегия или популяционное поведение – это совокупность биологических свойств, проявляющихся на организменном и популяционном уровне, определяющая способность вида господствовать или занимать подчиненное положение в сообществах в целом или в его структурно-функциональных подразделениях: синузиях, ярусах,

микроруппировках [Grime, 1979; Смирнова, 1987]. Представления о популяционных стратегиях основываются на представлениях Л.Г. Раменского (1935) о фитоценотипах и о г- и К-отборе [Пианка, 1981]. Популяционная стратегия отражает фитоценотически-значимое поведение вида или его фитоценотические потенции. Она может быть охарактеризована большим набором частных признаков, различающихся у растений разных жизненных форм, и наиболее общими интегральными признаками:

- *конкурентоспособность* (большая конкурентная мощь) – способность одних видов подавлять другие вследствие высокой энергии жизнедеятельности и полноты использования среды;
- *фитоценотическая толерантность* (выносливость, устойчивость к крайне неблагоприятным фитоценотическим условиям) – способность видов длительно существовать на территории, контролируемой конкурентоспособными видами, за счет максимального снижения энергии жизнедеятельности (задержка в росте и развитии);
- *реактивность* (динамичность, пионерность, рудеральность) – способность видов максимально быстро захватывать освобождающуюся территорию за счет высоких темпов размножения и разрастания.

Виды, у которых в наибольшей степени выражена конкурентоспособность, относятся к конкурентным, фитоценотическая толерантность – к толерантным (или стресс-толерантным по Grime, 1979), реактивность – к реактивным или к пионерным. Разная степень выраженности свойств у разных видов определяет наличие переходных типов популяционных стратегий (табл. 2.1).

**Представления о ранне- и поздне-сукцессионных видах и соотношении этих представлений с представлениями о типах стратегий.** Изучение процессов смен видов растений и животных в ходе восстановительных сукцессий (демутаций) показало, что на ранних этапах восстановления обычно господствуют реактивные виды (пионерные или рудеральные), а на поздних этапах – толерантные и конкурентные виды, которые были соответственно названы ранне- и поздне-сукцессионными. Однако исследования видов деревьев и сукцессионных процессов в лесных сообществах выявили значительно более сложные соотношения между типом стратегии

вида и его ролью в сукцессиях. Их причина – в отсутствии соответствий между типом стратегии и светолюбием (теневыносливостью) видов деревьев. Все светолюбивые виды могут господствовать только на ранних этапах сукцессий, когда осваиваются безлесные территории, все теневыносливые виды способны сменять светолюбивые на более поздних этапах сукцессий и доминировать в климаксовых сообществах. В зависимости от дальности заноса семян светолюбивые виды осваивают большие или меньшие территории. В связи с этим среди раннесукцессионных видов (PCB) восточноевропейских лесов выделены раннесукцессионные виды с большой дальностью разноса семян – виды реактивной (пионерной, рудеральной) стратегии: сосна обыкновенная, осина, березы, ивы; а также виды с небольшой даль-

Таблица 2.1

**Классификация популяционных стратегий (популяционного поведения) видов деревьев восточноевропейских лесов**

Тип популяционного поведения	Подтип популяционного поведения	Виды деревьев
I. Конкурентное	1. Типично конкурентное	дуб черешчатый, ель обыкновенная, ель сибирская
	2. Толерантно-конкурентное	бук лесной, бук восточный, дуб скальный, дуб пушистый
	3. Реактивно-конкурентное	ясень обыкновенный, сосна сибирская (кедр)
II. Толерантное	1. Типично толерантное	клен полевой, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная
	2. Конкуренто-толерантное	липа сердцевидная, клен остролистный, явор, пихта белая и сибирская
III. Реактивное	1. Типично реактивное	сосна обыкновенная, осина, березы, ивы
	2. Конкуренто-реактивное	граб обыкновенный, ольха черная и серая
	3. Толерантно-реактивное	вяз, ильм, яблоня лесная, груша обыкновенная, черешня

ностью разноса семян так называемые «опушечники» – виды конкурентной и толерантной стратегии: дуб черешчатый, яблоня лесная, груша обыкновенная и др. Группа поздне-сукцессионных видов (PCB) включает теневыносливые широколиственные виды (ясень, клены, липа, вязы), ель, пихту и кедр.

Соотношение видов в сообществах по типам стратегий позволяет составить прогнозы развития сообществ и получить дополнительную информацию о его структурном разнообразии. Обычно сукцессионные сообщества отличаются от климаксового неполным набором типов популяционных стратегий и их количественными соотношениями, не соответствующими особенностям биологии видов.

**2.4. Оценка сукцессионного состояния лесных сообществ по демографической структуре популяций деревьев**

Оценка сукцессионного состояния сообщества проводится путем сравнения онтогенетических спектров и численности популяций видов деревьев, входящих в его состав. Антропогенные нарушения, инициирующие сукцессии, можно условно разделить на три группы по степени уничтожения существовавшей древесной растительности: 1) сильные – сплошные рубки с уничтожением подроста и нарушением напочвенного покрова, верховые пожары, распашка; 2) средние – сплошные рубки без уничтожения подроста и нарушения напочвенного покрова; 3) слабые – выборочные рубки, выпас, рекреация, низовые пожары. Для определения стадии сукцессии и ее направления наиболее существенным является соотношение состояний ценопопуляций ранне- и поздне-сукцессионных видов (табл. 2.2).

На ранних этапах сукцессий, после сильных и средних нарушений, чаще всего формируются сообщества с доминированием или значительным участием PCB. Это, прежде всего, леса с доминированием берез и других видов реактивной стратегии – сосны, серой ольхи, осины. При возможности инвазии PCB с первых лет участвуют в составе сообщества, но по скорости роста отстают от PCB, дольше находясь в ярусе кустарников или втором подъярусе древостоя. Распад поколения PCB обычно происходит относительно синхронно и может носить катастрофический характер.

Следующая стадия сукцессии – формирование сомкнутого леса из PCB с выраженной ярусной структурой, иногда расцениваемое как завершение сукцессии. В этот период происходит уменьшение

видового разнообразия даже лесных, относительно теневыносливых видов.

Современное состояние большинства лесных сообществ европейской части России соответствует стадиям господства РСВ или формирования сомкнутого леса из ПСВ. При этом во многих лесах популяции ПСВ представляют собой первое поколение после сильных антропогенных нарушений. Примерами таких сообществ являются ельники, возникшие после интенсивной выборочной рубки соснового древостоя, широколиственные леса с деревьями порослевого происхождения, выросшими после сплошных рубок; лесные культуры. В зависимости от множества факторов (определяемых, в основном, характером предшествующих нарушений) распад первого поколения ПСВ может быть как асинхронным, так и носить массовый, катастрофический характер. В первом случае начинает формироваться устойчивая мозаично-ярусная структура сообщества, во втором случае время ее формирования задерживается. В дальнейшем формируется абсолютно разновозрастный полидоминантный лес с выраженной гар-мозаикой. Для формирования климаксного лесного ценоза требуется время, сопоставимое с временем жизни, как минимум, двух-трех поколений ПСВ. Часто происходят отклонения от описанной динамики, основными причинами их являются постоянные или частые экзогенные нарушения (например, пожары, выпас) и/или отсутствие возможности инвазии ПСВ. В этом случае может формироваться субклимаксное сообщество, основными эдификаторами которого являются РСВ. Так, многократно повторяющиеся пожары приводят к формированию разновозрастных сосновых лесов.

Таблица 2.2

**Состояние лесных сообществ при различных состояниях  
ценопопуляций раннесукцессионных (РСВ) и  
позднесукцессионных (ПСВ)  
видов деревьев**

Тип возрастных спектров ценопопуляций		Сукцессионный этап развития лесного сообщества
РСВ	ПСВ	
-	Нормальные	Разновозрастный лес – климакс, субклимакс, поздний этап сукцессии

Нормальные	-	Разновозрастный лес – субклимакс, сформированный при периодически повторяющихся нарушениях или отсутствии заноса зачатков ПСВ
Инвазивные	-	Ранний этап сукцессии после сильного нарушения
Инвазивные	Инвазивные	Ранний этап сукцессии после среднего или сильного нарушения
Регрессивные	Инвазивные	
Регрессивные	Нормальные	Средний этап сукцессии после сильного нарушения
-	Инвазивные	Ранний этап сукцессии после среднего или слабого нарушения
Регрессивные	-	Задержка сукцессии при частых слабых нарушениях и/или регрессия к безлесной территории
-	Регрессивные	

Возможность инвазии в сообщество как эдификаторов, так и подчиненных видов имеет определяющее значение для протекания сукцессии от начальных и до конечных стадий. Иногда длительные предшествующие преобразования растительности и экотопа приводят к невозможности возобновления ПСВ даже при их доминировании в сообществе. Тогда вследствие дигрессии происходит формирование пустошей или иных безлесных территорий.

Разделение различных вариантов разновозрастного леса, образованного ПСВ, на сукцессионные, субклимаксные и климаксные представляет наибольшую трудность и не может быть основано только на демографических исследованиях. Необходимо учитывать особенности видового и структурного разнообразия сообществ, а также признаки сукцессионного состояния сообщества, отраженные в почвенном покрове. Для оценки последних возможно использование метода «археология экосистем», разработанного Е.В. Пономаренко с соавторами. Пониманию причин современного состояния сообществ и более обоснованному суждению о сукцессионных процессах помогает также знание истории природопользования на исследуемой территории [Сукцессионные процессы..., 1999; Оценка и сохранение..., 2000].

## Глава 3. Методы анализа видового и структурного разнообразия растительных сообществ

### 3.1. Методы расчета видового разнообразия растительных сообществ и их комплексов (альфа-, бета- и гамма-разнообразии)

Видовое разнообразие растительных сообществ и их комплексов оценивается, прежде всего, через показатели, предложенные в работах Уиттекера [Whittaker, 1972] и ставшие классическими в современной экологии: альфа-, бета- и гамма-разнообразии.

Материалом для анализа видового разнообразия служат типовые геоботанические описания на площадках фиксированного размера. Размер площадки при анализе лесных сообществ обычно составляет 25, 100 или 400 м<sup>2</sup>. На площадке учитывается обилие каждого вида (об оценке обилия/проективного покрытия см. «Руководство...», 2002) в каждом из ярусов растительности.

#### Оценка альфа-разнообразия

Альфа-разнообразие характеризует богатство видами отдельных сообществ [Whittaker, 1972]. Основными показателями альфа-разнообразия растительности являются два показателя: видовое богатство (species richness) – общее число видов в сообществе; и видовая насыщенность (species density) [Hurlbert, 1971] – среднее число видов на единицу площади. Одновременный учет видового богатства и видовой насыщенности позволяет получать сопоставимые оценки видового разнообразия при анализе различных сообществ. Для расчета видовой насыщенности сообщества определяется число видов на каждой геоботанической площадке, относящейся к выделенному фитоценозу; затем рассчитывается насыщенность как среднее арифметическое (или медиана) числа видов на выделенных площадках и считается стандартная ошибка среднего. Видовое богатство сообщества определяется как общее число видов в сообществе по данным маршрутных учетов и описаний пробных площадок.

Для иллюстрации оценок, получаемых с помощью показателей видового богатства и видовой насыщенности, рассмотрим пример оценки альфа-разнообразия различных сообществ старовозрастных еловых и елово-пихтовых лесов в Республиках Коми и Карелия (рис. 3.1). В изученных сообществах Коми общее число видов сосудистых

растений (рис 3.1, Б) почти в два раза выше общего числа видов в сообществах тех же типов, выделенных в лесах Карелии, при этом значения видовой насыщенности были близки у однотипных сообществ (рис 3.1, А). Таким образом, данные свидетельствуют, что темнохвойные леса Коми в целом флористически богаче ельников Карелии, но сходные типы леса в рассмотренных регионах содержат близкое число видов сосудистых растений на единицу площади.

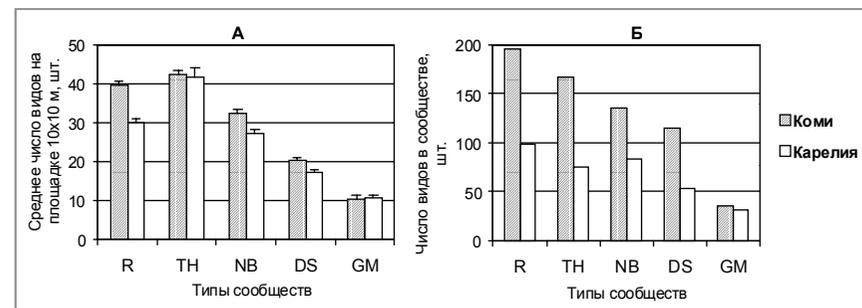


Рис.3.1. Альфа-разнообразие различных сообществ старовозрастных темнохвойных лесов Республик Коми и Карелия (средняя и северная тайга). А – среднее число видов на площадке 10 x 10 м (видовая насыщенность). Б – число видов в сообществе (видовое богатство). Ось Y – число видов трав. Ось X – типы темнохвойных лесов: R – высокотравные приручьевые, TH – высокотравные на водоразделах, NB – с доминированием неморальных и/или бореальных трав, DS – с доминированием кустарничков, GM – зеленомошные

#### Оценка бета-разнообразия

Бета-разнообразие характеризует изменчивость показателей альфа-разнообразия в пространстве – по градиентам факторов среды или при переходе от одного типа сообщества к другому. Обычно бета-разнообразие оценивается через индексы сходства и индексы гетерогенности [Мэгарран, 1992]. Кроме того, в качестве показателя бета-разнообразия растительного покрова можно использовать диапазоны варьирования растительности по первым осям ординационных диаграмм, выраженные в стандартных отклонениях (примеры см.: [Оценка..., 2000]). Однако следует помнить, что такая оценка в значительной степени лишь ориентировочна, поскольку на первые оси при любом методе ординации приходится не более 60–70% общего варьирования растительности.

Есть две основные группы индексов сходства видового состава, учитывающих: 1) присутствие или отсутствие видов и 2) показатели обилия видов. Первая группа позволяет получать оценки разнообразия флористического состава различных сообществ; а вторая оценивает разнообразие соотношений видов в сообществах. Наиболее распространенными индексами сходства являются коэффициенты Жаккара и Сьеренсена, построенные на отношении числа видов, общих для двух рассматриваемых сообществ, к суммам видовых богатств сообществ [Мэгарран, 1992]:

коэффициент флористического сходства Жаккара:

$$K_j = N_{AB} / (N_A + N_B - N_{AB}),$$

индекс Сьеренсена:  $K_s = 2N_{AB} / (N_A + N_B)$ ,

где  $N_{AB}$  – число общих видов в сообществах А и В;  $N_A$  – число видов в сообществе А;  $N_B$  – число видов в сообществе В.

Среди индексов гетерогенности наиболее простым является индекс Уиттекера  $\beta_w$  (Whittaker, 1960, по: [Мэгарран, 1992]), построенный на учете соотношения видового богатства и средней видовой насыщенности растительности в пределах сообщества:  $\beta_w = S/\alpha - 1$ , где  $S$  – видовое богатство,  $\alpha$  – средняя видовая насыщенность сообщества.

### Оценка гамма-разнообразия

Гамма-разнообразие, общее разнообразие видов в ландшафте или его части, формируется в результате сложного и неаддитивного взаимодействия альфа- и бета-разнообразия. В качестве нижнего пространственного уровня, для которого правомочно применять понятие гамма-разнообразия, Ю.И. Чернов (1991) предлагает использовать ландшафтный профиль, или катену. Верхний уровень использования этого показателя соответствует региону. Оценивается гамма-разнообразие растительности по общему числу видов на исследуемой территории. Помимо числа видов при оценке альфа- и гамма-разнообразия желательнее проанализировать структуру видового разнообразия, т.е. указать число и процент видов разных жизненных форм видов разных стратегий, различных экологических, эколого-ценотических групп.

### 3.2. Эколого-ценотическая структура растительных сообществ

Структура видового разнообразия оценивается по соотношению видов, входящих в разные эколого-ценотические группы (ЭЦГ). Под

эколого-ценотическими группами, в соответствии с представлениями А.А. Ниценко (1969) и Г.М. Зозулина (1973), понимаются крупные группы экологически близких видов, в своем генезисе связанные с разными типами сообществ. При исследовании растительности мы используем классификацию эколого-ценотических групп видов сосудистых растений Европейской части России [Оценка и сохранение..., 2000], составленную на основе эколого-ценотических свит А.А. Ниценко и исторических свит Г.М. Зозулина. На основании анализа более 1400 видов сосудистых растений Европейской части России выделены следующие эколого-ценотические группы видов: *теневого широколиственных и темной хвойных лесов* – неморальная (Nm), бореальная (Br) и нитрофильная (Nt) (черноольховая) группы; *сосновых лесов* – боровая (Pn) группа; *байрачных лесов лесостепи и степи* – ксерофильно-дубравная (Qx) группа;

*открытых переувлажненных местообитаний* – группа видов свежего аллювия и обнаженных субстратов с периодическим увлажнением – обрывов подмываемых берегов в долинах рек (Al), группа прибрежно-водных видов (Wt), внутриводных видов (InW), видов верховых сфагновых болот (Olg), низинных мега- и мезотрофных болот (Sw) и солончаков (Sal);

– *открытых местообитаний с нормальным или недостаточным увлажнением* – группа видов свежих лугов (MFr), сухих лугов (MDr), степей (St), полупустынь (S-Ds) и группа видов скальных местообитаний (R).

Виды, отнесенные А.А. Ниценко к рудеральным, не выделены нами в отдельную группу, а отнесены к перечисленным выше группам в соответствии с их отношением к свету, влажности, богатству почв и другим экологическим факторам. Кроме перечисленных групп аборигенных видов Европейской части России, выделена группа адвентивных видов (Ad). Виды неморальной, бореальной, нитрофильной и боровой групп разделены на внутривидовые виды, которые произрастают под пологом леса (среди деревьев это – виды, которые могут возобновляться под пологом), и опушечные виды. Для их обозначения к буквам, обозначающим ЭЦГ, добавляются буквы Eg – опушечные виды или F – внутривидовые. Например, сочетание букв NmEg означает, что вид относится к неморальной эколого-ценотической группе, к подгруппе видов – обитателей опушек; сочетание букв NmF означает, что вид относится к неморальной эколого-ценотической группе, к подгруппе внутривидовых видов.

Предлагаемая аббревиатура эколого-ценотических групп основана на английских и латинских названиях соответствующих сообществ или видов.

Для решения разных задач анализа растительности можно использовать как полный набор ЭЦГ, так и обобщенные варианты. Так, например, для лесных территорий целесообразно использовать следующий набор ЭЦГ: бореальная Bg, неморальная Nm, нитрофильная Nt, боровая Pn, ксерофильно-дубравная Qx, лугово-степная Md (состоящая из групп MFr, MDr, St, S-Ds, Sal), водно-болотная W (состоящая из групп Al, Wt, InW, Olg, Sw) и адвентивная группа Ad.

Список видов с указанием жизненной формы и принадлежности к эколого-ценотической группе и подгруппе (если она выделена) представлен в Интернете (<http://www.jcbi.ru/prez/prez5.shtml>).

*Расчет эколого-ценотической структуры* сообщества может быть осуществлен двумя способами, результаты которых отражают разные аспекты структуры видового разнообразия. Первый способ состоит в том, что соотношение ЭЦГ определяется по общему списку видов, встреченных на всех площадках, отнесенных к анализируемому типу сообщества (эколого-ценотическая структура видового богатства). Второй состоит в определении числа видов каждой ЭЦГ на каждой площадке и вычислении среднего арифметического для каждой ЭЦГ по всем площадкам, относящимся к сообществу данного типа (эколого-ценотическая структура видовой насыщенности). Оба способа дают возможность построить спектры как по абсолютному числу видов разных групп, так и по относительному (в процентах) участию видов. При первом способе расчета можно также рассчитать спектр по числу видов, нормированному на объем данной группы в региональной флоре. В этом случае эколого-ценотический спектр строится по отношению числа видов группы в анализируемом типе сообщества к числу видов группы в региональной флоре. Расчет такой характеристики позволяет в единой шкале оценить представленность в сообществе и растительном покрове локальной территории видов разных по объему эколого-ценотических групп. Пример эколого-ценотических спектров видового состава лесных сообществ различных типов приведен на рис. 3.2 Приложения.

Из рисунка видно, что в широколиственных лесах (Q) и осинниках (Pp) сходны как средняя видовая насыщенность (рис. 3.2, А), так и эколого-ценотическая структура площадок (рис. 3.2, Б). Вместе с тем общее число видов трав в типах Q и Pp различается более чем в 2 раза

(рис. 3.2, В) – в Q заметно выше богатство луговых, нитрофильных и водно-болотных видов (рис. 3.2, В, Г). Два других типа сообществ, боровые (PnF) и неморальные (PnN) сосняки, как и в предыдущем примере, имеют сходную видовую насыщенность (рис. 3.2, А), но ее эколого-ценотическая структура в них заметно различается (рис. 3.2, А, Б): в типе PnF выше доля луговых, боровых и бореальных видов; в типе PnN преобладают неморальные виды. При близких значениях общего числа видов в типах PnF и PnN (рис. 3.2, В) отличия в структуре видового богатства выражаются в большем числе неморальных видов в PnN и заметном участии водно-болотных видов в PnF (рис. 3.2, В, Г). Наконец, в черноольшаниках (А) наблюдается максимальная среди всех лесных сообществ заповедника видовая насыщенность, при том что общее число видов меньше, чем в типе Q (рис. 3.2). Эколого-ценотическая структура черноольшаников заметно отличается от остальных сообществ – в ряду других лесных сообществ они в наибольшей мере хранят водно-болотные, нитрофильные и луговые виды.

### 3.3. Оценка экологического пространства растительных сообществ

Экологическое пространство сообщества задается диапазонами значений экологических факторов, которые в совокупности определяют экологический режим местообитания рассматриваемого сообщества. Значения факторов среды могут быть либо измерены напрямую, либо определены методами фитоиндикации. В нашей стране еще в 50-х годах были разработаны специальные таблицы значений экологических факторов, характерных для конкретных видов растений для их использования в лесоводстве [Воробьев, 1953] и луговодстве [Раменский и др., 1956]. В геоботанических исследованиях Европейской части России наиболее широко используются отечественные балльные экологические шкалы Л.Г. Раменского [Раменский и др., 1956] и Д.Н. Цыганова (1983), а также европейские шкалы Г.Элленберга [Ellenberg, 1974] и Э.Ландольта [Landolt, 1977]. Общая характеристика популярных экологических шкал приведена в книге «Оценка и сохранение...» (2000).

Шкалы Л.Г. Раменского, разработанные в луговодстве, являются наиболее детальными, их использование наиболее целесообразно при обработке геоботанических площадок небольших размеров (менее 25 м<sup>2</sup>), предпочтительно для фитоиндикации луговых сообществ. Таблицы Д.Н. Цыганова, по сравнению с таблицами Л.Г. Раменского,

содержат большее число лесных видов растений и больше экологических шкал; они также являются диапазонными. В связи с этим использование шкал Д.Н. Цыганова целесообразно для фитоиндикации лесных сообществ и удобно для расчета потенциальной флоры (см. раздел 3.4).

Таблицы Э.Ландольта содержат балльные характеристики большого числа альпийских видов, что определяет успешность их использования при анализе альпийских сообществ. Таблицы Г.Элленберга наиболее широко известны в Европе и, кроме того, они постоянно уточняются (последняя известная нам редакция относится к 1995 г.); применение их предпочтительно для фитоиндикации сообществ лесной зоны.

Для оценки экологического пространства сообщества по выбранным факторам рассчитываются балльные экологические оценки для каждого геоботанического описания, входящего в анализируемую группу описаний. При использовании точечных шкал балльная оценка описания по фактору вычисляется как среднее значение балльных оценок всех видов, входящих в описание, взвешенное на обилие видов. При использовании диапазонных шкал оценка описания вычисляется одним из трех способов – экстремальных границ, пересечения большинства интервалов, средневзвешенной середины интервала (описание методов см.: [Заугольнова и др., 1995; Оценка ..., 2000]). Итоговая экологическая оценка сообщества по каждому фактору определяется через диапазон балльных экологических оценок всех описаний, входящих в группу. Совокупность диапазонов экологических факторов дает оценку экологического пространства анализируемого сообщества.

При оценке биоразнообразия растительного покрова следует проводить сравнительный анализ экологических оценок растительных сообществ. Для этого рекомендуется строить графики диапазонов экологических оценок и проводить сравнение диапазонов, сравнение средних, проверку достоверности различий.

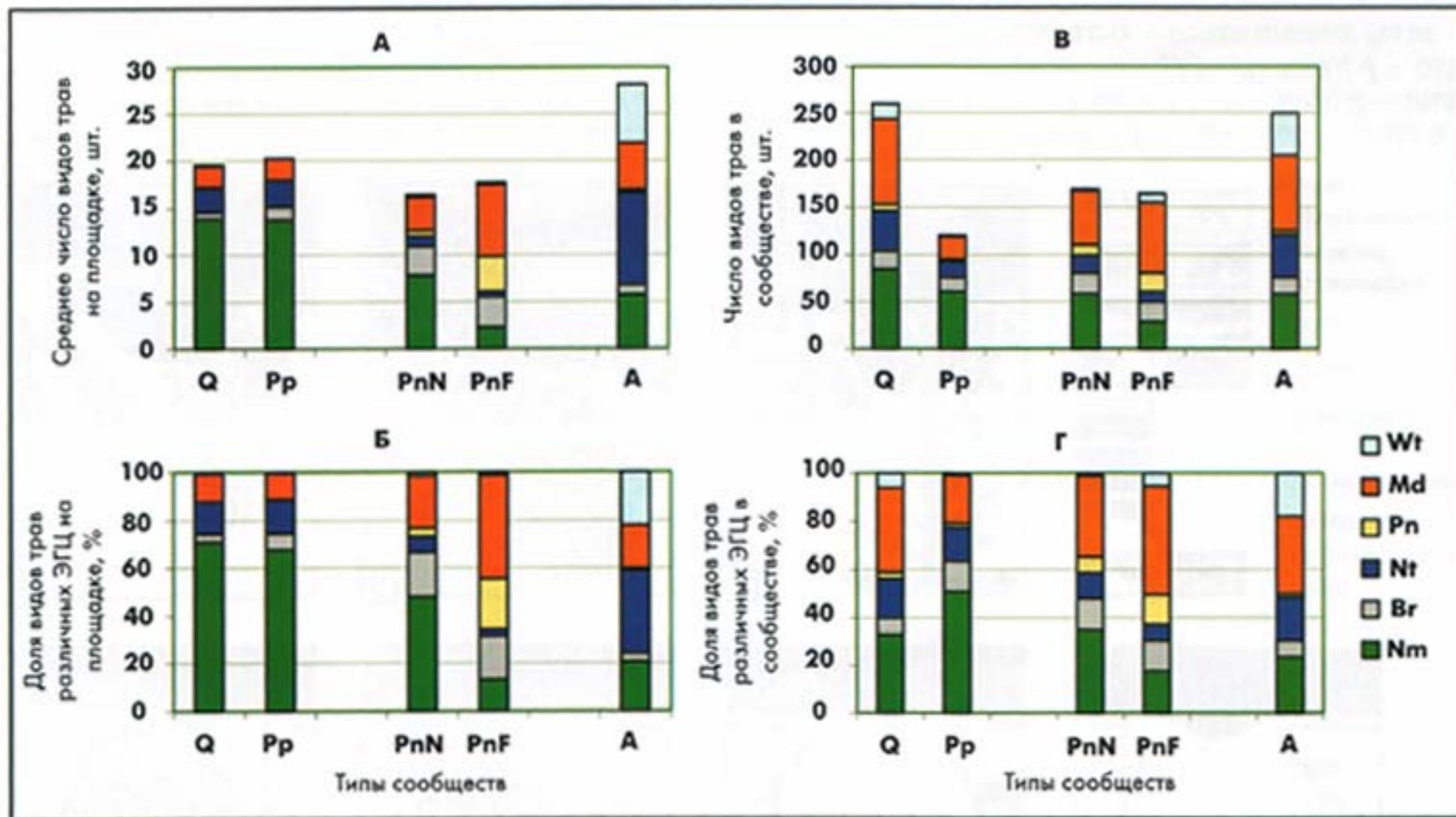
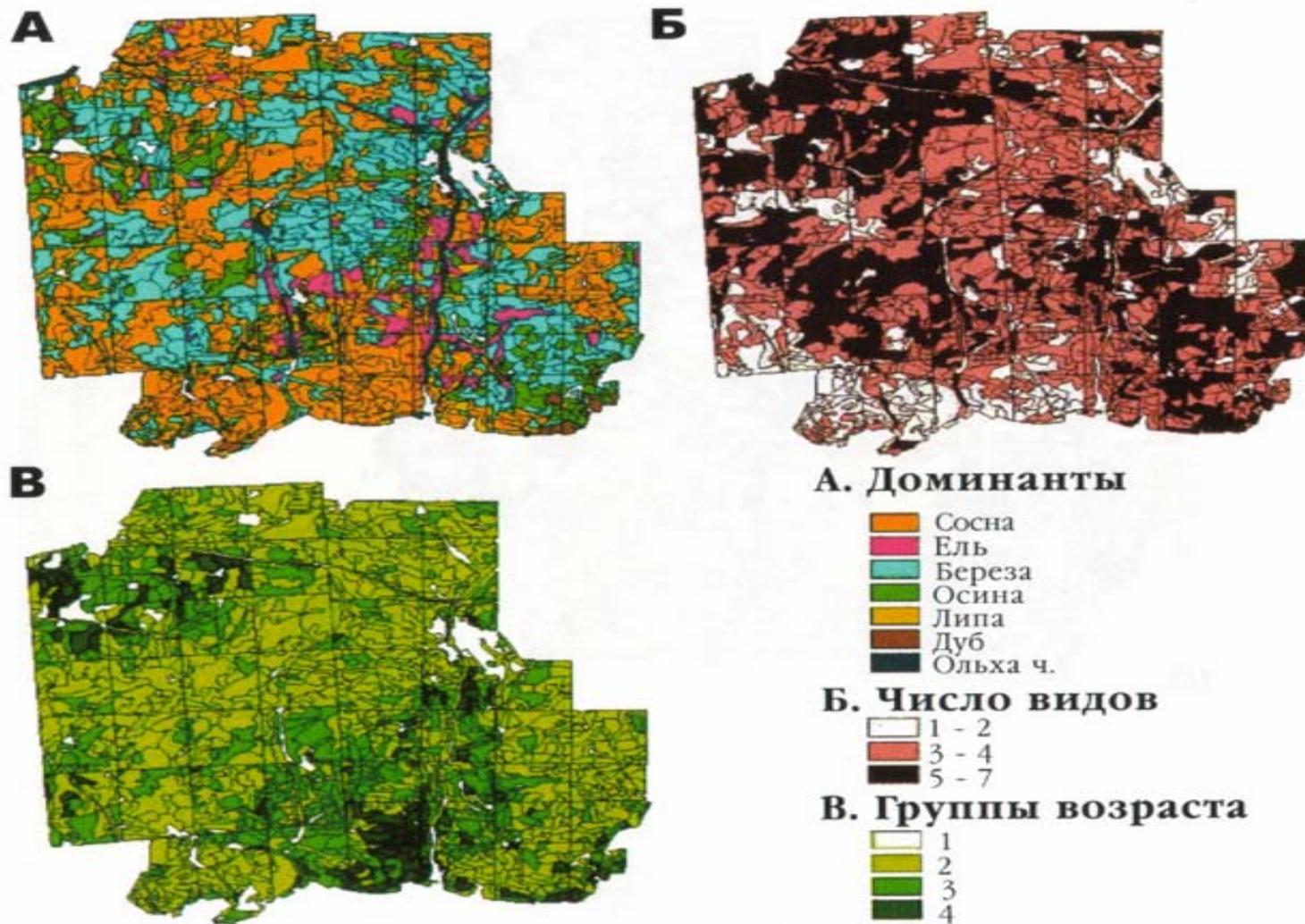


Рис. 3.2. Эколого-ценотическая структура травяно-кустарничкового яруса в некоторых типах лесных сообществ заповедника «Калужские засеки». А, Б – среднее число видов различных ЭГЦ на площадке для разных типов сообществ; В, Г – общее число видов различных ЭГЦ в различных типах сообществ. Типы сообществ: Q – широколиственные леса; Pp – осинники неморальные; PnF – сосняки боровые; PnN – сосняки неморальные; A – черноольшаники





*Рис. 4.1. Пространственное распределение выделов, различающихся по доминантам (А), видовому богатству (Б) и группам возраста (В) древостоя на территории Приокско-Террасного заповедника (по данным лесной таксации 1999 г.)*



Вариант представления средних значений и диапазонов экологических факторов, полученных при обработке геоботанических описаний по шкалам Д.Н. Цыганова, представлен на рис. 3.3.

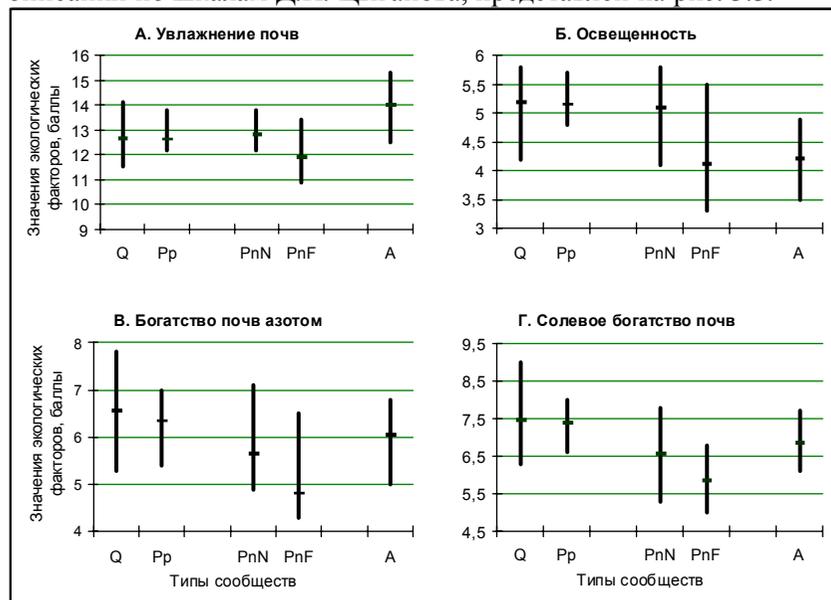


Рис. 3.3. Средние значений и диапазоны экологических факторов некоторых растительных сообществ заповедника «Калужские засеки», полученные при обработке геоботанических описаний по шкалам Д.Н. Цыганова. Обозначения типов сообществ те же, что на рис. 3.2.

Экологические оценки геоботанических описаний используются также для проведения прямой ординации геоботанических площадок, для интерпретации градиентов непрямой ординации видов и площадок, для расчета потенциальной флоры [Оценка..., 2000].

### 3.4. Представление о потенциальной флоре локальных территорий

Представление о потенциальной флоре базируется, с одной стороны, на понятиях, разработанных в области флористики [Юрцев, 1991; Юрцев, Камелин, 1991], а с другой – на концепции взаимосвязи между свойствами местообитаний и характеристиками видовых популяций.

Под потенциальной флорой территории понимается список видов из региональной флоры, которые по своим экологическим свойствам могут произрастать на рассматриваемой территории. Это понятие применимо к территории, границы которой определяются природными факторами.

Для установления реальной флоры (конкретная флора) предложена система единиц [Юрцев, Камелин, 1991], которая включает весь список видов (точнее, видовых популяций) в тех или иных природных границах: биотопа, экотопа, речного бассейна, флористического района, географической провинции. Для определения понятия потенциальной флоры имеет смысл использовать в качестве наименьшей такую природную единицу, которая связана, прежде всего, с неоднородностью абиотических условий, например экотоп в объеме, предложенном В.С. Ипатовым (1990).

Экотоп выделяется по признакам земной поверхности (положение в рельефе, почвообразующие и коренные геологические породы, уровень залегания грунтовых вод и т.д.). Тогда потенциальная флора экотопа будет представлять собой перечень видовых популяций, которые по своим экологическим свойствам соответствуют тем экологическим режимам, которые способен поддерживать соответствующий экотоп. В такой трактовке это понятие впервые было предложено Д.Н. Цыгановым (1983), а затем был предложен алгоритм расчета [Заугольнова и др., 1995; Zobel, 1997].

По алгоритму, список потенциальной флоры составляется на основе соответствия экологических характеристик видов растений региональной флоры, указанных в экологических шкалах, и соответствующих параметров местообитания, рассчитанных по реальному списку видов рассматриваемого местообитания с использованием экологических шкал. Представленность потенциальной флоры определяется как отношение числа видов реальной флоры к числу видов соответствующей потенциальной флоры.

Существует ряд теоретических проблем, связанных с понятием и методикой расчета потенциальной флоры. Прежде всего, требуется дополнительная разработка вопросов ограничений потенциальной флоры на число видов, которые определяются, в частности, пространственными характеристиками и гетерогенностью территории. Возникает также вопрос о том, в какой степени при определении потенциальной флоры следует учитывать степень

деградации экотопа и возможные варианты его преобразования биотой.

Оценку представленности потенциальной флоры мы считаем полезной, ибо она позволяет сравнить реальный уровень видового разнообразия с потенциально возможным на современном этапе, в качестве которого принимается существующий уровень регионального таксономического разнообразия [Юрцев, 1991]. Эта оценка способствует проведению анализа причин текущего уровня видового разнообразия. Кроме того, список «потерь» потенциальной флоры имеет практическую ценность при решении задач восстановления видового разнообразия.

### **3.5. Оценка структурного разнообразия растительных сообществ**

Структурное разнообразие – одна из мер биологического разнообразия, выражающая разнообразие структурных элементов сообществ, экосистем. Структурное разнообразие лесных сообществ включает прежде всего разнообразие элементов вертикальной и горизонтальной структуры фитоценоза, таких как возрастные парцеллы, ярусы, микрогруппировки и др.; элементы ветровально-почвенных комплексов, включая валеж (лежащие на земле стволы деревьев); обилие стоящих мертвых деревьев (сухостоя). Кроме того, в качестве признаков структурного разнообразия рассматривают разнообразие синузий, жизненных форм растений (деревья, травы, кустарники, лианы, эпифиты и др.), слагающих их популяций, параметров особей внутри популяций.

Оценки структурного разнообразия часто основаны на сравнении структуры исследуемого сообщества и основных признаков структуры ненарушенных (климаксовых) лесных сообществ. Таким образом, результаты оценки структурного разнообразия одновременно могут служить оценками сукцессионного состояния лесных сообществ.

Для описания параметров структурного разнообразия на временных пробных площадях и при маршрутных исследованиях обычно используют сравнительно простые процентные или балльные оценки. Геоботанические и популяционно-демографические описания служат основой для анализа таких параметров, как разнообразие различных жизненных форм, синузий, стратегий популяционного поведения, характеристик ценопопуляций и др.

Для детального описания структурного разнообразия используются соответствующие специальные методы изучения структуры фитоценозов, такие как геоботаническое картирование элементов структуры фитоценозов, количественный учет запаса валежа и сухостоя и др. При исследовании растительности особо охраняемых природных территорий в этом случае целесообразно закладывать постоянные пробные площади (для описания компонентов всех ярусов сообщества) или площадки (для описания травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов; растительности различных микросайтов, в том числе элементов ВПК, и др.).

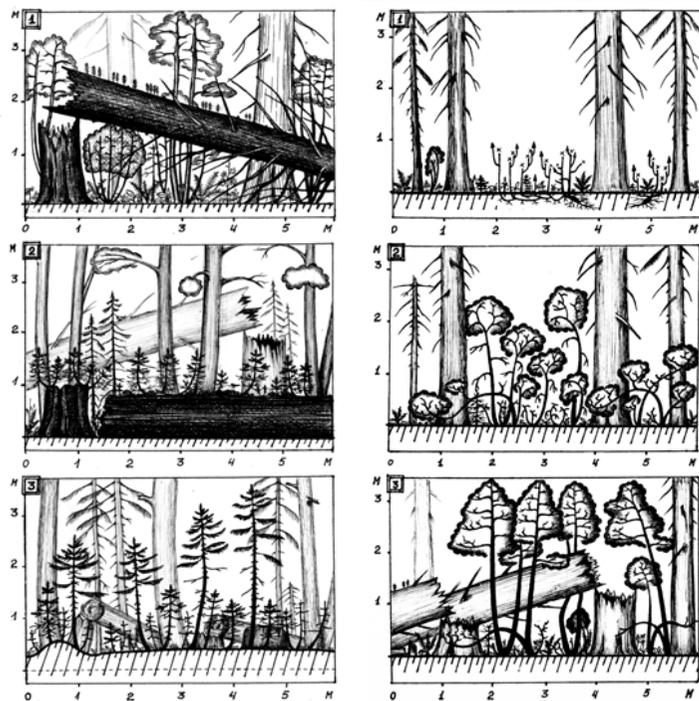
В ненарушенных лесных сообществах ведущим фактором формирования мозаично-ярусной структуры выступает популяционная жизнь деревьев (см. раздел 1), следствием которой является формирование «окон возобновления» и ветровально-почвенных комплексов. Структура сообщества в целом представляет собой совокупность этих структурных элементов, находящихся на разных стадиях развития.

**«Окна» возобновления или возрастные парцеллы.** В качестве индикаторного признака (маркера) этапов развития растительности в «окне возобновления» можно использовать онтогенетические состояния доминирующих видов деревьев. На начальном этапе после образования «окна» в нем доминируют травы и кустарники, подрост деревьев отсутствует или находится в ювенильном – имматурном онтогенетических состояниях. Дальнейшие этапы развития «окна» хорошо разграничиваются по доминированию виргинильных особей первой подгруппы, затем виргинильных второй подгруппы и молодых генеративных особей и, наконец, взрослых и старых генеративных и сенильных деревьев совместно [Восточноевропейские..., 1994]. Разные стадии развития «окон» представляют собой разные возрастные парцеллы (термин Н.В. Дылиса, 1978). Термин «возраст-ная парцелла» более четко, чем термин «окно» или «гар», характеризует основные изменения, происходящие в ходе спонтанной динамики сообществ.

На рис. 3.4 представлены два варианта развития возрастных парцелл. В первом варианте после гибели нескольких старых деревьев начинает успешно развиваться подрост липы и формируется парцелла с виргинильной липой. Во втором варианте после гибели старых деревьев на валеже формируется возобновление ели и формируется виргинильная парцелла ели.

Для оценки структурного разнообразия по степени выраженности возрастных парцелл можно использовать следующую шкалу: балл 1 – парцеллярная структура не выражена, древостой практически одновозрастный; балл 2 – присутствуют лишь часть возрастных парцелл; балл 3 – в сообществе имеется полный набор возрастных парцелл.

Детальный анализ парцеллярной структуры лесных сообществ основывается на картировании растительности на пробных площадях. На карты наносятся основания стволов и проекции крон деревьев (начиная с виргинильного онтогенетического состояния), контуры скоплений подроста (имматурных особей деревьев) и микро-



**А** **Б**  
 Рис. 3.4. Начальные стадии развития двух вариантов возрастных парцелл в хвойно-широколиственном лесу: А – формирование на месте окна парцеллы с доминированием в древостое генеративной липы и доминированием в подросте хвойных видов; активизация роста «накопившегося» хвойного подроста; Б – парцелла с преобладанием в древостое генеративной ели и пихты, а в подросте

– липы вегетативного происхождения; распад хвойного древостоя и активизация роста липы

группировок напочвенного покрова. Затем по очертаниям крон деревьев, входящих в одну возрастную группу, проводят границы возрастных парцелл. Полученная карта-схема позволяет рассчитать средние размеры парцелл на каждом этапе развития «окна» и их диапазоны. Проведение геоботанических описаний на площадках в пределах возрастных парцелл может служить для оценки внутриценотического видового разнообразия сообществ. Методы оценки видового разнообразия для парцелл и сообществ в целом одни и те же. Примеры анализа возрастных парцелл лесных сообществ приведены в [Восточноевропейские..., 1994; Сукцессионные процессы..., 1999; Евстигнеев и др., 1999; Оценка и сохранение..., 2000 и др.].

**Ветровально-почвенные комплексы. Сухостой.** Стоящие крупные сухие деревья (сухостой) и ветровально-почвенные комплексы (ВПК), образованные взрослыми и старыми деревьями, широко используются как для оценки структурного разнообразия лесных сообществ, так и в качестве индикатора малонарушенных или климаксовых лесов [Скворцова и др., 1983]. Наиболее часто проводятся оценки сухостоя и валежа, реже учитываются другие элементы ВПК (бугры и западины).

Оценка доли сухостоя в древесном ярусе проводится в процентах от общего запаса древесины или общего числа взрослых и старых деревьев. Возможно применение балльных оценок: балл 1 – сухостой отсутствует; балл 2 – доля сухостоя менее 3%; балл 3 – доля 3–10%; балл 4 – доля сухостоя более 10%. Отсутствие сухостоя, особенно в лесах с участием хвойных видов деревьев, обычно связано с регулярными хозяйственными воздействиями (рубками). Высокая доля сухих деревьев в древостое обычно связана с естественными процессами разрушения поколения деревьев, возникшего после сплошных рубок, пожаров или иных воздействий, либо имеющего лесокультурное происхождение.

Оценка проективного покрытия валежа обычно проводится в процентах, причем отдельно для валежа разной степени разложения. Разработаны предложения по оценке характера отклонения конкретных сообществ от климаксового состояния по состоянию валежа: балл 1 – валеж отсутствует; балл 2 – присутствует валеж только начальных степеней разложения; балл 3 – присутствует валеж

всех степеней разложений примерно в равных долях. Балл 1 имеют сообщества, представляющие собой начальные стадии развития леса после сплошных нарушений либо сообщества, где регулярно осуществляются рубки. Балл 2 характеризует лесные сообщества, также возникшие после нарушений, старшее поколение деревьев в которых достигло стадии распада. Балл 3 характеризует малонарушенные лесные сообщества, в которых устойчивый поток поколений в популяциях деревьев обуславливает постоянное образование валежа. Следует отметить, что наличие разновозрастного валежа не является однозначным индикатором ненарушенности леса, поскольку присутствие валежа всех стадий разложения может быть достигнуто за время жизни одного-двух поколений поздесукцессионных видов. Балловые шкалы степени разложения валежа (стволовой древесины) предложены разными авторами; выделяют 3–7 степеней разложения древесины [Стороженко, 1992; Keddy, Drummond, 1996]. Один из вариантов классификации стадий гумификации валежа приведен на рис. 3.5 Приложения.

Для изучения гетерогенности сообществ, обусловленной формированием ВПК, проводят специальные работы, которые включают картирование элементов ВПК и изучение растительности на разных элементах ВПК. На карты наносятся очертания основных элементов ВПК: 1) валеж (слабо-, средне- и сильногумифицированные стволы крупных деревьев); 2) бугры вывала (в стадии осыпания и в стадии сглаживания); 3) западины вывала (обводненные, переувлажненные без глеевого горизонта, переувлажненные с глеевым горизонтом). Дополнительно можно картировать подкروновые пространства (проекции крон деревьев) и открытые участки с выровненной поверхностью. Для того чтобы выяснить специфику растительности на разных элементах ВПК и микросайтах других типов, проводят геоботанические описания растительности микросайтов каждого типа на каждой стадии развития. Размеры площадок должны быть таковы, чтобы они размещались в пределах микросайтов.

Аналогичным образом исследуют другие варианты структурных элементов сообществ, происхождение которых связано со средообразующей деятельностью растений (кочки черной ольхи), животных (порои кабанов, выбросы кротов, муравейники) либо абиотических факторов (русовая деятельность реки) (например, см.: [Евстигнеев и др., 1999].

Такие параметры структурного разнообразия лесных сообществ, как разнообразие жизненных форм и слагающих их популяций, используются, в первую очередь, для характеристики сукцессионного состояния сообществ. Методы их оценки описаны ниже.

### **3.6. Комплексная оценка сукцессионного состояния лесного сообщества**

Оценка сукцессионного состояния растительных сообществ проводится обычно на основе построения конкретных сукцессионных рядов, представляющих собой перечень ассоциаций, характерных для разных стадий сукцессии. Однако синтаксономическое положение сообщества обычно не отражает структурные признаки разнообразия, по которым можно судить о характере преобразований сообщества и сукцессионных процессах в нем.

Для сопоставления структуры исследуемого сообщества и признаков ненарушенных (климаксовых) лесных сообществ предложена система расчетов сравнительно простых количественных показателей на основе геоботанических и популяционно-демографических данных [Заугольнова и др., 1995]. Оценки рассчитывают в процентах или в баллах, при этом 100% или наивысший балл соответствуют значениям параметра в климаксовом лесном сообществе. В качестве диагностических признаков используются характеристики жизненных форм деревьев, кустарников и трав, а также характеристики популяций составляющих их видов.

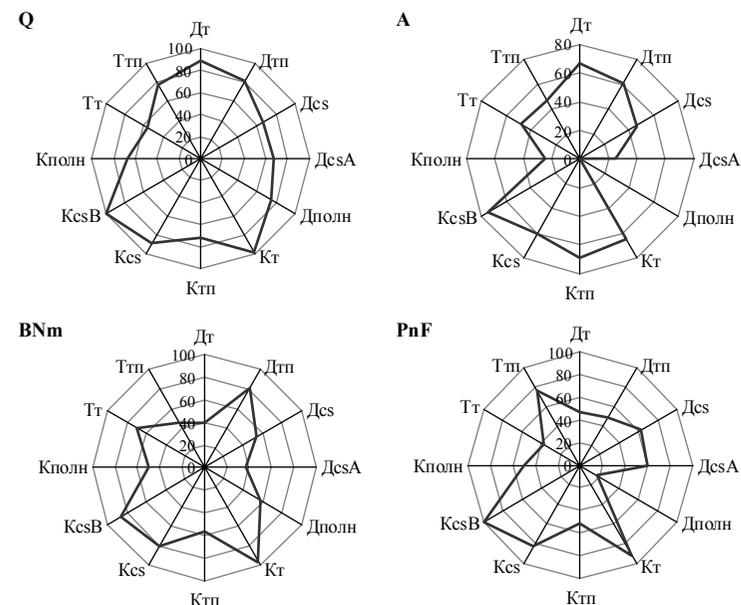
**Оценка участия в составе сообщества видов теневых лесов.** К видам теневых лесов относят виды неморальной, бореальной, черноольховой эколого-ценотических групп (ЭЦГ). Эта оценка основывается на предположении, что в климаксовом лесном сообществе представлены все виды теневых лесов данного региона, способные по своим экологическим свойствам произрастать на конкретной территории.

Расчеты проводят на основе флористических списков сообществ отдельно для деревьев, кустарников, трав. Участие теневых видов может быть оценено двумя способами: (1) как отношение числа видов теневых лесов в сообществе к общему числу видов в сообществе; (2) как отношение числа видов теневых лесов в сообществе к общему числу видов теневых лесов в регионе, способных произрастать в данном местообитании по экологическим оценкам (т.е. числу видов перечисленных ЭЦГ в потенциальной флоре сообщества).

**Оценка доли видов деревьев и кустарников с конкурентной и толерантной стратегией.** Доминирование древесных видов с чертами конкурентной и толерантной стратегий отмечается во многих исследованиях структуры климаксовых растительных сообществ.

Представленность древесных и кустарниковых видов, обладающих чертами конкурентной и толерантной стратегии, так же как и доли видов теневых лесов, проводится двумя способами. Оценивают долю этих видов по отношению (1) к общему числу видов сообщества и (2) к числу видов этих стратегий в потенциальной флоре сообщества. Расчет для древесных видов можно проводить среди видов, присутствующих в древостое – ярусе А, либо среди деревьев во всех ярусах. Аналогично, для кустарниковых видов – среди видов, присутствующих в подлеске – ярусе В, и среди всех видов кустарников в сообществе. Результаты двойного расчета отражают динамику древесных и кустарниковых видов в анализируемом сообществе.

**Оценка доли видов деревьев и кустарников, ценопопуляции которых демографически полночленны.** Устойчивость структуры лесных сообществ обеспечивается за счет непрерывного оборота поколений видов. Наиболее простым индикатором этого процесса является полночленность популяций деревьев и кустарников. Определение доли древесных и кустарниковых видов в анализируемом сообществе, популяции которых являются демографически полночленными, производится на основе оценок состояния ценопопуляций по популяционно-демографическим данным; дополнительно в анализе можно использовать типовые геоботанические описания (см. подраздел 2.2).



*Рис. 3.6. Полиграммы «структурных портретов», построенных на основе оценок сукцессионного состояния некоторых лесных сообществ заповедника «Калужские засеки». Типы сообществ: Q – широколиственные леса, A – черноольшаники, BNm – березняки неморальные, PnF – сосняки боровые. Обозначения оценок: Дт, Кт, Тт, – отношение числа видов соответственно деревьев, кустарников, трав теневых лесов к общему числу видов этой жизненной формы в сообществе; Дтп, Ктп, Ттп – отношение числа видов соответственно деревьев, кустарников, трав теневых лесов к общему числу видов этой жизненной формы в потенциальной флоре теневых лесов; Дс, Кс – отношение числа видов соответственно деревьев, кустарников конкурентной и толерантной стратегий к общему числу видов деревьев, кустарников в сообществе; ДсА – отношение числа видов деревьев конкурентной и толерантной стратегий в ярусе А к общему числу видов деревьев в ярусе А; КсВ – отношение числа видов кустарников конкурентной и толерантной стратегий в ярусе В к общему числу видов кустарников в ярусе В; Дполн, Кполн – доля демографически полночленных популяций соответственно деревьев, кустарников*

Удобным средством для сравнительного анализа полученных значений диагностических признаков является построение «структурного портрета» сообщества – его схематическое изображение в пространстве выделенных признаков в виде полиграмм. Так, на рис. 3.6 Приложения приведен пример «структурных портретов», построенных на основе оценок сукцессионного состояния некоторых лесных сообществ заповедника «Калужские засеки».

Сукцессионная оценка в виде полиграмм четко выявляет разнообразный характер преобразований видовых наборов деревьев, кустарников, трав и структуры популяций деревьев и кустарников. При этом площадь полиграммы косвенно отражает близость анализируемого сообщества к ненарушенному. Построение структурных портретов сообщества в виде полиграмм показывает многомерность сукцессионных процессов.

Предложенные «структурные портреты» представляют собой один из вариантов наглядного описания сукцессионного состояния лесного сообщества. Перечень используемых признаков может быть модифицирован в зависимости от задач исследования и особенностей объектов. Он может быть дополнен оценками выраженности парцеллярной структуры сообществ, обилия валежа, сухостоя и др.

### 3.7. Типология растительных сообществ

Типология растительных сообществ осуществляется путем разделения массива геоботанических описаний на группы по признаку сходства состава и структуры растительности на геоботанических площадках. Состав и структура растительности на площадках отражены в списках видов с указанием их обилия в каждом ярусе растительности. Сходство описаний может устанавливаться эмпирически («вручную»), либо посредством использования формальных математических процедур, либо путем комбинирования этих подходов.

Формальными методами, традиционно используемыми для выделения сходных групп геоботанических описаний, являются кластерный анализ и ординация [Legendre, 1998 и др.]. Детальное описание этих методов приведено в книге [Джонгман и др., 1999]. К сожалению, в переводе допущено довольно много ошибок, дан неверный перевод многих терминов, названия которых уже устоялись в русскоязычной литературе.

Методов кластерного анализа к настоящему времени разработано достаточно много. В геоботанике наиболее популярны два иерархических метода: 1) гибкая классификация (beta-flexible), позволяющая увеличивать/уменьшать расстояние между объектами для выявления/игнорирования различий между ними; 2) универсальный метод Ward'a (другое название – метод Orloci); и 3) неиерархическая классификация методом К-средних. Среди ординационных методов наиболее популярны методы непрямои ординации – анализ главных компонент (PCA), бестрендовый анализ соответствий (DCA), неметрическое многомерное шкалирование (NMDS), а также метод прямого градиентного анализа ССА.

Кластерный анализ и частично ординационные методы реализованы практически во всех статистических пакетах общего назначения Statistica, Systat, Statgraphics, SPSS, SPlus. В специальных программах для обработки экологических данных ADE, PcOrd, Mulva помимо кластерного анализа реализованы специальные ординационные методы.

Существует также метод TWINSPAN и программа с тем же названием [Hill, 1979], разработанные специально для решения классификационных задач в геоботанике и основанные на ординационной процедуре – методе взаимного усреднения или анализе соответствий (RA). Метод широко используется, особенно для проведения флористической классификации растительности. Однако следует учитывать, что метод негибок, в нем отсутствует возможность «настройки» – выбора параметров в зависимости от специфики анализируемого материала, поэтому его применение может приводить к искусственным результатам.

Помимо перечисленных, в литературе можно найти и другие методы выделения однородных групп объектов, основанные на математических процедурах: построение минимальных дендритов (дерева минимальной протяженности), нейронные сети, а также специальные методы – метод Чекановского, метод сопряженной встречаемости Гудола [Василевич, 1969], индикаторные био группы, «блок-метод» и др. [Методы выделения..., 1971]. Применять формальные методы надо всегда осторожно, так как любой исключительно формальный анализ в той или иной степени оказывается «фальсифицированным», далеким от реальности. Предпочтительнее использовать процедуры, комбинирующие формальные методы и экспертный анализ. Хорошая биологическая

интерпретация результатов является одним из основных критериев выбора формального метода.

Характеристика и классификация выделенных групп описаний (типов сообществ) осуществляется обычно на основе доминантного или детерминантного подходов, соответствующих наиболее распространенным системам классификации растительности – доминантно-физиономической и флористической. Классификация растительности в доминантно-физиономической системе осуществляется на основе физиономического выявления видов или групп видов – доминантов основных ярусов растительности. Традиционный вариант такой классификации – собственно доминантная классификация. Наименование типа сообщества в ней состоит из названий видовых (или родовых) таксонов доминирующего вида. Предложен проект кодекса для наименования типов сообществ, выявленных по доминантной классификации [Нешатаев, 2001]. Флористическая система классификации растительности строится на выявлении видов-детерминантов путем сравнения постоянства (встречаемости) видов на площадках [Миркин, Наумова, 1999]. Наименования типов сообществ (синтаксонов) устанавливаются согласно принятому кодексу [Veber et al., 2000]. Перечень номенклатурных типов (опубликованных по правилам кодекса) носит название продромуса (например, [Korotkov et al., 1991]).

Классическую доминантную классификацию просто и удобно использовать при наличии явных доминантов в растительном покрове. Однако выделяемые типы сообществ не отражают экологические связи и сукцессионные процессы в растительности. При отсутствии явных доминантов использование этой классификации затруднено. Флористическая классификация в большей мере способствует выявлению экологических связей растительности и среды, хотя зачастую маскирует сукцессионные процессы. Использование этой классификации удобно при компьютерной обработке материала вследствие существования достаточно четких алгоритмов и специальных программ. Однако она несовместима с лесотаксационной информацией, поскольку она не отражает доминирования видов в древостое, и все производные сообщества (березняки, осинники и пр.) при сходстве травяного покрова относятся к одному синтаксону. Это обстоятельство – существенный недостаток при использовании флористической

классификации для оценки экосистемного разнообразия лесной территории.

Для оценки биоразнообразия растительности, особенно больших территорий (заповедника, лесничества), мы предлагаем использовать эколого-ценотический подход к классификации растительности, развиваемый в рамках доминантно-физиономической системы [Оценка и сохранение..., 2000]. При нем типы сообществ выделяются по доминантам древесного полога и по соотношению доминирующих ЭЦГ видов в травяно-кустарничковом ярусе [подраздел 3.2 и Руководство..., 2002]. Доминирующие группы определяются по доле видов каждой ЭЦГ в составе травяно-кустарничкового яруса с учетом обилия видов. Произвольность выбора долевого участия видов групп, при котором они считаются доминирующими, следует признать недостатком данного подхода.

В настоящее время развивается классификация растительности на основе данного подхода. Для наименования типов сообществ используется индекс, состоящий из условного обозначения доминанта (доминантов) древесного полога и доминирующих эколого-ценотических групп. Эколого-ценотический подход выявляет экологические связи и сукцессионные процессы в растительности; он удобен для анализа больших массивов геоботанических описаний; выделяемые типы сообществ хорошо соотносятся с единицами доминантной классификации и лесной типологии. Эколого-ценотический подход был успешно применен для описания и анализа лесной растительности ряда заповедников Европейской части России [Оценка и сохранение..., 2000]. Разработан алгоритм и имеется соответствующее программное обеспечение для его реализации [Ханина и др., 2002].

Число типов, выделенных на уровне ассоциаций, как правило, минимально при флористическом подходе и максимально при доминантном. Обычно легко установить соответствия между выделенными единицами доминантной и эколого-ценотической классификаций, определив эколого-ценотическую принадлежность доминантов. Соотношение единиц, выделенных по эколого-ценотическому и флористическому принципам, может быть разным. Исследования сообществ с различным составом древесного яруса показали, что отдельные ассоциации эколого-ценотической классификации часто соответствуют субассоциациям флористической классификации. Использование эколого-ценотического подхода может быть более результативно при сравнительном анализе

структуры видового богатства сообществ из разных географических зон или геоботанических провинций.

## **Глава 4. Методы анализа разнообразия растительного покрова локальных территорий**

### **4.1. Методы исследования растительного покрова элементарных речных бассейнов**

Для оценки и управления биоразнообразием необходимо понимание того, как влияют разные факторы (природные и антропогенные) на основные показатели биоразнообразия на той или иной территории. В качестве первой задачи встает проблема выбора такой естественной единицы, которая давала бы возможность сравнивать показатели как в пределах одного, так и между разными ландшафтами.

Традиции и методы выделения территориальных единиц складывались в рамках физической географии и ландшафтоведения, с одной стороны, и в фитоценологии (геоботанике) – с другой. Поскольку биогеоценотический покров, по определению, представляет собой сложное явление, постольку параллельно развивались принципы как тематического (внутри одного раздела науки), так и комплексного (по совокупности разных тематических признаков) его членения. Тематическое членение выражалось в создании геологического, топографического, геоботанического районирования территорий разного масштаба. Комплексное членение было представлено ландшафтным (экосистемным) районированием территорий.

Развитие электронного картографирования и геосистемных технологий в последние 20 лет способствовало формированию новых методов типизации и районирования территорий по совокупности признаков путем наложения разных тематических слоев. Такие методы открывают возможности определения роли разных факторов в современном состоянии биоразнообразия биоценотического покрова территорий.

Задача выбора природных единиц для оценки биоразнообразия заключается, во-первых, в том, чтобы эта единица обладала основными признаками исследуемого ландшафта и, во-вторых, могла быть представлена в виде нескольких тематических слоев.

В современной литературе существует, по крайней мере, два подхода к членению территории с целью изучения ландшафта как относительно целостного природного образования.

Первый подход основан на выделении морфологически однотипных единиц, объединяемых затем в генетическую последовательность. Система увеличивающихся по размеру и сложности строения единиц выглядит следующим образом: *фацция-урочище-местность-ландшафт*. При таком подходе ни одна из единиц ниже ландшафта не дает возможности составить представление о ландшафте в целом, а единица уровня ландшафта слишком велика, чтобы служить базовой для оценки биоразнообразия. Вторым подходом к членению ландшафтных комплексов базируется на геохимических связях между соподчиненными частями ландшафта. Используемая система единиц выглядит следующим образом: *элементарный ландшафт – элементарная каскадная арена* (для ее характеристики используется цепь сопряженных элементарных ландшафтов от водораздела до водотока, названная *элементарной катеной*). Элементарный ландшафт – относительно однородная структура, он сопоставим с урочищем и по этой причине не может служить отражением ландшафта как комплексного природного образования. Границы единиц выше элементарного ландшафта устанавливаются по границам водосборных бассейнов. Самая мелкая каскадная единица – *бассейн небольшой реки* 3–4-го порядка (длиной около 20 м). Эта территориальная единица обладает основными характеристиками соответствующего ландшафта и доступна для реального изучения даже при ограниченном времени и финансовых возможностях. Эта единица естественна и позволяет сравнивать биоразнообразие в разных типах ландшафта, а также в разных географических зонах и геоботанических провинциях.

Исследование биоразнообразия в пределах малого речного бассейна включает несколько этапов.

Первый этап – характеристика ландшафта исследуемой территории и выбор малого речного бассейна как представителя определенного типа ландшафта. На этом этапе важно выяснить все возможные детали в структуре земной поверхности выбранной территории путем сопоставления различных карт: топографических, геологических, четвертичных отложений, глубины залегания грунтовых вод.

Второй этап состоит в разделении растительного покрова малого речного бассейна на пространственные единицы разного ранга – фитофоры. На этом этапе разграничение фитофор в пределах малого

речного бассейна можно проводить по границам экотопов и биотопов. Таким образом, в данном случае фитоценоз – это участок растительного покрова в границах экотопа или биотопа. Экотоп мы понимаем как совокупность экологических режимов, определяемых абиотическими (прямыми) факторами среды: положением в рельефе, почвообразующими и коренными породами. Выделение экотопов производится путем сопоставления разных тематических слоев (топографическое положение участка, уровень грунтовых вод, характер почвообразующих пород, мощность и тип четвертичных отложений, тип коренных пород). На основе этой информации в пределах выбранного бассейна вычлняются экотопы, т.е. участки с однотипным сочетанием указанных признаков.

Следующая операция – это выделение разных биотопов в пределах каждого из экотопов. Биотоп представляет собой средовое пространство, преобразованное существующими в настоящее время видами-эдификаторами, среди которых первое место занимают древесные виды растений. Конечно, надо учитывать то обстоятельство, что в большинстве случаев распределение деревьев по территории создано под прямым или косвенным воздействием человека.

Следует обратить внимание, что в ненарушенном или малонарушенном растительном покрове в пределах одного экотопа находится сообщество одного типа. В таком случае экотоп и биотоп занимают одну и ту же территорию. В растительном покрове, сильно преобразованном человеком в пределах одного экотопа, может быть несколько биотопов. Для выделения биотопов обычно используются лесотипологические карты, где отражено доленое участие видов в древесном ярусе. Биотопы можно выделять по некоторому условию, например, монодоминантными будут биотопы с участием одного вида деревьев не менее 7 единиц в формуле древесного яруса. Практика выделения биотопов показывает, что, в том случае, когда влияние на среду каждого из видов-эдификаторов существенно не различается, имеет смысл выделять биотопы с коллективными эдификаторами. Так, биотопы широколиственных лесов устанавливаются по суммарному участию (не ниже 7 единиц) дуба, липы, ясеня, клена остролистного.

Третий этап – проведение геоботанических описаний, для которых пробные площади размещаются обычно в среднем течении реки поперек выбранного бассейна от одного водораздела до соседнего. Размещение может быть регулярным (через определенный

промежуток) или регулярно-групповым, когда на трансекте описания располагаются группами, так, чтобы отразить специфику состава каждого из встреченных биотопов. Если на выбранной трансекте отсутствуют некоторые из предварительно намеченных экотопов или биотопов, то дополнительно закладывают площадки там, где они встречаются чаще. Минимальное число описаний, необходимое для характеристики биоразнообразия, – 100, при этом желательно, чтобы каждый из намеченных экотопов и биотопов был представлен не менее чем 10 описаниями. На этом этапе проводится типизация геоботанических описаний и классификация растительных сообществ (см. подраздел 3.7), расположенных в пределах разных экотопов или биотопов.

Четвертый этап – экологический анализ (см. подраздел 3.3) растительного покрова разных экотопов и биотопов в пределах изучаемого бассейна; выявление экологически эквивалентных экотопов, а также оценка роли разных видов деревьев в создании экологических режимов биотопов. Сопоставление экологического пространства разных фитоценозов по основным факторам среды производится с помощью обработки описаний по экологическим шкалам (см. подраздел 3.3), а если это возможно, то с помощью прямого измерения параметров среды.

Пятый этап – характеристика видового, структурного и экосистемного биоразнообразия растительного покрова каждого из экотопов и биотопов, а также растительного покрова бассейна в целом с помощью процедур, которые были описаны в разделе 3. Конкретные примеры приведены Л.Б. Заугольной в [Оценка и сохранение..., 2000].

#### **4.2. Оценка биоразнообразия локальных территорий с использованием геоинформационных технологий**

**Оценка биоразнообразия растительного покрова локальных территорий** может быть проведена без учета и с учетом пространственных параметров растительности.

Методически первый подход состоит из следующих основных этапов: 1) проводятся а) геоботанические и б) популяционно-демографические описания конкретных сообществ; 2) геоботанические описания объединяются в группы, соответствующие сообществам различных типов; 3) для типов сообществ, выделенных на анализируемой территории, рассчитываются оценки разнообразия,

описанные в разделах 2 и 3 настоящего пособия; 4) проводится сравнительный анализ оценок биоразнообразия сообществ разных типов. Примеры проведения такого анализа для заповедников Европейской части России описаны в коллективных монографиях [Сукцессионные процессы..., 1999; Оценка и сохранение..., 2000]. Подробнее об этапах анализа см. в [Руководство..., 2002].

В связи с развитием компьютерных технологий обработки картографического материала (геоинформационных или ГИС-технологий) появилась удобная возможность дополнения анализа биоразнообразия растительного покрова данными по пространственному расположению фитоценозов и популяций: средствами визуализации результатов, методами оценки пространственных параметров биоразнообразия. В ландшафтной экологии разработан широкий набор методов оценки пространственных характеристик растительности [O'Neill et al., 1988]. Развитие ГИС-технологий, появление специальных программ анализа позволяют использовать эти методы для исследования больших территорий. Учет пространственных параметров позволяет прогнозировать динамику растительного покрова на анализируемой территории, эффективно проводить мониторинг биоразнообразия и работы по его сохранению и восстановлению. Кроме того, применение ГИС-технологий позволяет использовать тематические географические карты из сопряженных областей знания (почвенные, геологические, топографические и др.) для оценки влияния различных факторов на показатели биоразнообразия.

Для пространственной оценки биоразнообразия лесных территорий необходимо привлечение данных лесной таксации – лесотаксационных описаний и лесоустроительных карт, которые имеются практически на всю лесную территорию России. Достоинством использования лесоустроительных материалов является полный охват территории, а недостатком – высокая генерализация описаний и встречающаяся неточность информации. Для получения точных, пространственно привязанных оценок биоразнообразия растительности на достаточно обширных территориях (заповедник, лесничества) необходимо сочетание лесотаксационной информации с данными геоботанических и популяционно-демографических исследований. Вместе с тем возможно проведение оценки биоразнообразия растительности только по лесотаксационным материалам.

**Оценка биоразнообразия растительности лесных территорий по лесотаксационным данным.** По информации о составе и структуре древесных насаждений, содержащейся в лесотаксационных материалах, можно оценить некоторые параметры видового, структурного и экосистемного разнообразия. Единицей анализа растительности в этом случае является лесотаксационный выдел. *Видовое разнообразие* древостоя и подроста оценивается по числу видов деревьев, представленных в соответствующих формулах. Показателями *структурного разнообразия* являются параметры полноты древостоя, наличия или отсутствия ярусности древостоя, наличия или отсутствия подроста, подлеска, сухостоя, распределения пород по возрасту, по размерному классу. *Экосистемное разнообразие* оценивается по типам древостоя и по пространственным параметрам распределения древостоя разных типов на анализируемой территории. Тип древостоя определяется по доминирующей древесной породе, либо по сочетанию доминирующей породы и возраста насаждения.

В случае, когда лесотаксационные описания содержат сведения о видах трав, доминирующих в выделе (обычно указывают 3–5 видов), возможны уточнение типа лесного фитоценоза по эколого-ценотической классификации – по доминанту древостоя и доминирующей эколого-ценотической группе в напочвенном покрове, и опосредованная оценка видового разнообразия трав [Бобровский и др., 2002]. Для оценки средней видовой насыщенности сообщества того или иного типа необходимо проанализировать базу данных геоботанических описаний, собранных либо на анализируемой территории, либо на территории, расположенной в схожих эколого-флористических условиях. Формальное определение типов фитоценозов по лесотаксационным данным лучше проводить до полевых работ, чтобы иметь возможность их уточнения в ходе геоботанических исследований (маршрутных описаний и описаний пробных площадок).

Использование ГИС-технологий позволяет визуализировать пространственное распределение оценок биоразнообразия, в том числе сообществ разного типа, и оценивать параметры этого распределения: тип размещения, степень фрагментации, связанности и т.п. В качестве примера анализа пространственных параметров биоразнообразия можно привести анализ динамики древесной растительности Приокско-Террасного заповедника по лесоустроительным картам 1981 и 1999 годов, проведенный в ГИС

ArcView с использованием приложений SpatialAnalyst и PatchAnalyst (<http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/>). На рис. 4.1 Приложения показано пространственное распределение выделов, различающихся по доминантам, видовому богатству и группам возраста древостоя.

#### **Оценка сукцессионного состояния лесных территорий**

Оценка сукцессионного состояния лесного покрова конкретных территорий, так же как и общая оценка биоразнообразия растительности, может быть проведена как без учета, так и с учетом пространственных параметров растительности. В первом случае оценка проводится по результатам популяционно-демографических и геоботанических исследований растительности; во втором случае – с привлечением лесотаксационных данных и с последующим анализом пространственных параметров лесонасаждений.

Оценка сукцессионного состояния растительности исследуемой территории складывается из оценок сукцессионного статуса сообществ всех типов, выделенных на территории, и сравнительного анализа состояний локальных популяций деревьев с учетом их принадлежности к группам ранне- и позднесукцессионных видов. Только сочетание всех этих параметров позволяет наиболее полно и точно оценить сукцессионное состояние растительности анализируемой территории.

Методика определения сукцессионного статуса отдельных сообществ описана подробно в подразделах 2.4, 3.5 и 3.6. Состояние локальных популяций древесных видов оценивается путем сопоставления состояний ценопопуляций этих видов в сообществах всех типов, выделенных на исследуемой территории. При этом желательно по лесотаксационным данным оценить доли площадей с нормальными, регрессивными и инвазионными ценопопуляциями рассматриваемых видов деревьев. Если в анализируемом растительном покрове по площади преобладают сообщества (типы леса), в которых ценопопуляции исследуемых видов имеют нормальные возрастные спектры, можно уверенно сделать заключение об устойчивом состоянии локальных популяций этих видов. Если в анализируемом растительном покрове по площади преобладают сообщества (типы леса), в которых ценопопуляции исследуемых видов оцениваются как регрессивные и/или инвазионные, а нормальные ценопопуляции есть в небольшом числе сообществ и на незначительной площади, то оценка локальных популяций соответствующих видов не может быть однозначной. В том случае, когда изучаемый лесной массив относится к заповедным

лесам, состояние локальных популяций видов, представленных в конкретных сообществах как инвазионными, так и регрессивными популяциями, следует охарактеризовать как неустойчивое. При этом можно с большой долей вероятности ожидать перехода инвазионных локальных популяций в нормальные (исключение составляют раннесукцессионные виды с реактивной стратегией) и исчезновения из сообществ видов с регрессивными популяциями. В том случае, когда изучаемый лесной массив относится к лесам с постоянным режимом эксплуатации, состояние локальных популяций видов, представленных в конкретных сообществах как инвазионными, так и регрессивными ценопопуляциями следует охарактеризовать как квазиустойчивое. Именно постоянный режим лесопользования и определяет эту квазиустойчивость. Анализируемые данные удобно представлять в виде серии онтогенетических спектров популяций деревьев и итоговой таблицы. Пример организации данных для оценки состояния локальных популяций древесных видов представлен в табл. 4.1.

*Таблица 4.1*

#### **Оценка состояния локальных популяций некоторых видов деревьев по состоянию их ценопопуляций для территорий с разным режимом Лесопользования**

Название вида	Тип сообщества						Состояние локальной популяции
	1	2	3	4	5	...	
<b>Заповедный лесной массив</b>							
Quercus robur	инв.*		инв.		регр.		Неустойчивая, инвазионная
Tilia cordata	норм.		инв.	норм.	норм.		Устойчивая, нормальная
Fraxinus excelsior	инв.	инв.	инв.	инв.			Инвазионная
Pinus sylvestris	регр.						Неустойчивая, регрессивная
<b>Эксплуатационный лесной массив</b>							
Picea abies	инв.	инв.		инв.	норм.		Квазиустойчивая, нормальная
Betula verrucosa	инв.	регр.	регр.	регр.	инв.		Квазиустойчивая,

						регрессивно-инвазионная
Quercus robur	инв.	регр.	инв.		регр.	Квазистойчивая, нормальная

\* Состояния ценопопуляций: инв. – инвазионное, норм. – нормальное, регр. – регрессивное.

Примеры оценок сукцессионного состояния растительности некоторых заповедных территорий Европейской части России, выполненных на основе анализа геоботанических и популяционно-демографических данных, приведены в [Сукцессии в заповедниках..., 1999, Оценка и сохранение..., 2000].

Использование данных лесной таксации позволяет оценить сукцессионное состояние растительности всей исследуемой территории. Оно также определяется через оценку состояний популяций древесных видов. Для этого на уровне выдела проводится анализ участия видов в древостое и подросте. Устойчиво существующие в сообществе виды с нормальными популяциями присутствуют как в древостое, так и в подросте. Виды, популяции которых являются регрессивными или инвазионными, присутствуют, соответственно, только в древостое или только в подросте. Отметим, что такой анализ можно проводить при условии, что при таксации учитывался подрост, и в составе подроста отмечалось участие всех видов, а не только целевых или коренных пород. Полученные оценки верифицируются и уточняются по результатам точечных популяционно-демографических исследований. Сравнение лесотаксационных материалов разных лет позволяет представить историческую ретроспективу развития территории.

Так, например, на рис. 4.2 приведен результат количественного анализа динамики площадей выделов с доминированием различных видов в древостое и подросте Приокско-Тerrasного заповедника. Анализ проведен по данным лесной таксации 1946 года (на момент организации заповедника) и 1981 года. Динамика участия видов деревьев в растительном покрове иллюстрирует сукцессионные процессы, происходящие на территории заповедника и приводящие к смене в древостое раннесукцессионных видов (сосны, березы, осины) на позднесукцессионные (ель и липу мелколистную).

Таким образом, по данным лесотаксационных описаний можно провести количественный анализ соотношения и динамики площадей сообществ разного типа. Для анализа пространственного

расположения сообществ необходимо привлечение лесоустроительных карт и использование ГИС-технологий. Учет пространственных параметров – площадей и взаимного расположения сообществ различного сукцессионного статуса, различного флористического состава – необходим для прогноза сукцессионной динамики растительности на исследуемой территории.

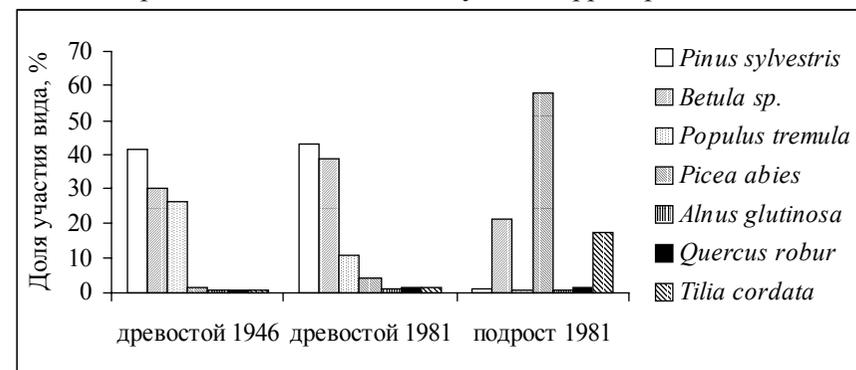


Рис. 4.2. Доля площадей выделов с доминированием различных видов в древостое и подросте Приокско-Тerrasного заповедника по данным лесной таксации 1946 и 1981 годов

Результатом пространственного анализа растительности может быть выделение крупных участков растительного покрова, характеризующихся общностью направления сукцессионной динамики. В простейшем варианте выделы могут быть объединены в крупные участки трех типов: 1) позднесукцессионные виды (ПСВ) присутствуют в древостое и подросте; 2) ПСВ присутствуют только в составе подросте; 3) ПСВ отсутствуют. Пример выделения и анализа сукцессионно однородных участков растительного покрова приведен в [Сукцессии в заповедниках..., 1999, гл. 5.5, Оценка..., 2000, гл. 3.5]. В зависимости от задач исследования выделять участки растительного покрова можно на основе различных классификаций выделов по участию в древостое и/или подросте видов или их групп.

Анализ пространственного размещения участков растительного покрова с присутствием ПСВ в древостое и подросте имеет определяющее значение при составлении прогнозов развития лесных массивов. Выделы с участием в древостое ПСВ рассматриваются как источники зачатков для соседних выделов, находящихся в радиусе дальности диссеминации (к примеру, для широколиственных видов –

в радиусе 150–300 м). Сопоставление среднего расстояния между участками растительного покрова, имеющими в своем составе популяции ПСВ, с дальностью диссеминации этих видов можно использовать для оценки возможностей расселения ПСВ и прогноза сукцессионной динамики растительности. Так, например, для Приокско-Террасного заповедника расстояние между участками с доминированием ели намного меньше дальности ее диссеминации (для липы отмечается обратная ситуация) (рис. 4.3 Приложения). Соответственно, можно предположить, что в дальнейшем будет продолжаться усиление позиций ели в растительном покрове заповедника. Прогнозы сукцессионной динамики растительности необходимо принимать во внимание при планировании лесохозяйственных мероприятий в национальных парках и лесхозах. Результаты прогнозов должны учитываться для оптимизации размещения хозяйственных секций, а также использоваться для одновременного решения задач восстановления сообществ с участием позднесукцессионных видов деревьев и обеспечения оборота поколений раннесукцессионных видов.

Таким образом, использование ГИС-технологий и лесотаксационных данных при анализе биоразнообразия растительности необходимо для визуализации данных, оценки пространственных параметров растительности, эффективного проведения мониторинга биоразнообразия, планирования лесохозяйственных мероприятий, а также для прогноза сукцессионной динамики растительности на исследуемой территории.

### Литература

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 231 с.
2. Василевич В.И. Разнообразие растительности в пределах ландшафта // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб.: ЗИН РАН, 1992. С. 34–41.
3. Воробьев Д.П. Типы лесов Европейской части СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 450 с.
4. Восточноевропейские широколиственные леса / Отв. ред. О.В. Смирнова. М.: Наука, 1994. 362 с.
5. Джонгман Р. Г. Г., Тер Браак С. Дж. Ф., Ван Тонгерен О. Ф. Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М.: РАСХН, 1999. 306 с.
6. Дылис Н.В. Основы биоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 172 с.

7. Евстигнеев О. И., Коротков В. Н. и др. Биогеоценологический покров Неруссо-Деснянского полесья: механизмы поддержания биологического разнообразия. Брянск, 1999. 176 с.
8. Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Комаров А.С., Смирнова О.В. и др. Информационно-аналитическая система для оценки сукцессионного состояния лесных сообществ. Пушкино: Пушкинский научн. Центр, 1995. 50 с.
9. Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 8. С. 1081–1092.
10. Ипатов В.С. Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Ботанический журнал. 1990. Т. 75. № 10. С. 1380–1388.
11. Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии // Биол. науки. 1991. № 8. С. 7–20.
12. Методы выделения растительных ассоциаций. Л.: Наука, 1971. 255 с.
13. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. 413 с.
14. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
15. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
16. Нешатаев В.Ю. Проект Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры // Растительность России. 2001. № 1. С. 62–70.
17. Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботанический журнал. 1969. Т. 54. № 7. С. 1002–1014.
18. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской части России / Под ред. Л.Б. Заугольновой. М.: Научный мир, 2000. 185 с.
19. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 399 с.
20. Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Сов. ботаника. 1935. № 4. С. 25–41.
21. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
22. Скворцова Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов. М.: Лесная пром-сть, 1983. 192 с.

23. Смирнова О.В. Популяционная организация биоценологического покрова лесных ландшафтов // Успехи совр. биол. 1998. Т. 2. С. 25–39.
24. Смирнова О.В., Турубанова С.А., Бобровский М.В., Коротков В.Н., Ханина Л.Г. Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия // Успехи современной биологии. 2001. Т.121. № 2. С. 144–159.
25. Стороженко В.Г. Комплексы сапрофитных грибов на валеже в еловых древостаях разного происхождения // Лесоведение. 1992. № 5. С. 64–67.
26. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / Под ред. О.В. Смирновой, Е.С. Шапошникова. СПб.: Российское ботаническое общество, 1999. 549 с.
27. Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника «Калужские засеки») // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. 2002. Т. 107. № 1. С. 40–48.
28. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 216 с.
29. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 183 с.
30. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.
31. Чернов Ю.И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи совр. биол. 1991. Т. 11. Вып. 4. С. 499–507.
32. Юрцев Б.А. Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика // Ботанический журнал. 1991. Т. 76. № 3. С. 305–313.
33. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Перм. ун-т, 1991. 80 с.
34. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1974. 97 S.
35. Elkie P., Rempel R., Carr A. Patch analyst user's manual. A tool for quantifying landscape structure. NWST technical manual TM-002. 1999. 23 p.
36. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. N.Y., 1979. 222 p.
37. Hill M.O. DECORANA – a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, N.Y. 1979. 31 p.
38. Hurlbert S.H. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters // Ecology. 1971. V. 52. P. 577–586.
39. Keddy P.A., Drummond C.G. Ecological properties for the evaluation, management, and restoration of temperate deciduous forest ecosystems // Ecological Applications. 1996. V. 6. No. 3. P. 748–762.
40. Korotkov K. O., Morozova O. V., Belonovskaja E. A. The USSR vegetation syntaxa prodromus. M., 1991. 346 p.
41. Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Sweizer Flora // Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. H. 64. S. 1–208.
42. Legendre L., Legendre P. Numerical ecology. N.-Y., 1988. 853 p.
43. O'Neil R.V., Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., DeAngelis D.L., Milne B.T., Turner M.G., Zygmunt B, Christensen S.W., Dale V.H., Graham R.L. Indices of landscape patterns // Landscape Ecol. 1988. V. 1. P. 153–162.
44. The mosaic-cycle concept of ecosystems / ed. by H.Remmert // Ecological studies. 1991. V. 85. 105 p.
45. van der Maarel E. Biodiversity: from babel to biosphere management. Opulus Press. Uppsala, Leiden. 1997. 60 p.
46. Veber H.E., Moravec J., Theourillat D.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3<sup>rd</sup> edition // J. Veg. Sci. 2000. V. 11. No 5. P. 739–768.
47. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity // Taxon, 1972. V. 21. No 2–3. P. 213–251.
48. Zobel M. The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? // TREE. 1997. V. 12. No. 7. P. 266–269.

#### **Раздел IV. Сохранение биоразнообразия в промышленных и урбанизированных районах**

##### **Введение**

##### [Обратно в содержание](#)

Современная биосфера, среда обитания всех живых организмов, является в то же время и продуктом их жизнедеятельности: неустанного воспроизведения, метаболизма (обмена веществ) и посмертного разложения мириадом живых существ. Все среды жизни – почвенная, водная, наземная, воздушная – есть результат

постоянного взаимодействия и взаимопроникновения живого и неживого вещества. Ни один вид живых организмов не может существовать исключительно среди себе подобных. Жизнь возможна только в сообществах (биоценозах) и в определенной совокупности условий, характеризующей место их обитания (биотоп). Единство биотопа и биоценоза лежит в основе одной из основных концепций экологии, концепции экосистемы [Одум, 1986; Шилов И.А., 1997].

Как и любая живая система, экосистема способна к саморегуляции, т.е. к самосохранению, поддержанию своего видового состава, и воспроизведению связей между отдельными видами в экосистемах, т.е. к поддержанию устойчивости. Устойчивость экосистем, их гомеостаз, или, иначе, экологическое равновесие – основополагающие понятия современной экологии.

В настоящее время на Земле города занимают 5–7% площади суши, но их влияние распространяется на большие расстояния. Подсчитано, что 1 м<sup>2</sup> городской системы потребляет в 70 раз больше энергии, чем соответствующая площадь естественной экосистемы. Для обеспечения городского населения в 1 млн. человек питанием требуется около 0,8 млн. га пашни. Город влияет на окружающую среду не только как потребитель энергии, органического вещества и кислорода, но и как мощный источник загрязнения.

Биосфера и отдельные экосистемы способны переносить значительные антропогенные нагрузки благодаря возможности саморегуляции, самоочистки и самовосстановления. Однако эти их свойства имеют естественные пределы, которые могут быть названы емкостью экосистем.

Экологами убедительно доказано, что качеством природной среды «автоматически» может управлять только биота, т.е. совокупность всех живых организмов Земли. Анализ моделей и натурные исследования показали, что биологическое разнообразие (разнообразие и количество видов, составляющих экосистему) является критерием и признаком устойчивости экосистемы. Искусственно создать среду обитания для человека не удастся, что подтверждено многочисленными экспериментами в разных странах мира. Пути к решению глобальных экологических проблем современности, в том числе проблемы оздоровления городской среды, пролегают через изучение и охрану природных экосистем и сохранение биоразнообразия.

## Глава 1. Разнообразие биологических видов и его значение для биосферы

Многочисленность и разнообразие обитателей планеты соответствует разнообразию экологических ниш в биогеоценозах. Миллионы биологических видов – основной ресурс и базис устойчивости (гомеостаза) биосферы. При описании структуры и свойств экосистем первыми обычно указывают показатели видового разнообразия. Кроме этого, рассматривают структурное разнообразие, характеризующее множество микроместообитаний и экологических ниш, и генетическое разнообразие внутри популяций. Все эти показатели важны для формирования адаптационных возможностей экосистемы. Охрана биоразнообразия нашей планеты является актуальнейшей задачей современности, так как в связи с техногенными воздействиями на природные экосистемы многие виды вымирают. Этот процесс катастрофически ускорился в XX веке и ведет к потере устойчивости отдельных экосистем и биосферы в целом.

Биологическая наука систематика подразделяет все живое на таксоны – группы организмов, имеющие общие черты морфологической организации и физиологических процессов и в то же время достаточно обособленные в природе, т.е. не имеющие гибридов с представителями других таксонов.

Наиболее естественным природным таксоном является вид – классификационная единица низшего ранга. Высшим таксоном считается царство. В каждом из них можно найти более примитивных и более морфологически и физиологически сложных представителей, причем все они в высокой степени адаптированы к среде своего обитания [Грин и др., 1993]. Могут быть выделены крупнейшие группы организмов, различающиеся по типу обменных процессов, пищевой специализации и по роли в природе.

**Бактерии:** прокариоты («доядерные») одноклеточные организмы. Их клетки не имеют отделенного от цитоплазмы ядра. Однако генетическая программа, как и у всех живых организмов, закодирована в виде последовательности нуклеотидов в ДНК и несет информацию о структуре белков. Бактериальные клетки не содержат таких органелл, как хлоропласты (специализированные для фотосинтеза) и митохондрии (специализированные для клеточного дыхания и синтеза АТФ). Эти биохимические процессы происходят у бактерий в цитоплазме.

Роли бактерий в природе чрезвычайно разнообразны, что связано с различными источниками энергии, используемыми разными группами бактерий. Многие гетеротрофные аэробные бактерии являются редуцентами в экосистемах. В почве они участвуют в образовании плодородного слоя, преобразуя лесную подстилку и гниющие остатки животных в гумус. Бактерии почвы разлагают органические соединения до минеральных веществ. Установлено, что до 90% CO<sub>2</sub> попадает в атмосферу за счет деятельности бактерий и грибов. Бактерии участвуют в биогеохимических циклах азота, серы, фосфора. Самоочищение воды в природных водоемах, а также очистка сточных вод производится аэробными и анаэробными гетеротрофными бактериями.

Бактерии-симбионты населяют кишечник травоядных животных; бактериальная микрофлора кишечника человека участвует в процессах переваривания целлюлозы (растительной клетчатки). Эти бактерии также синтезируют некоторые витамины. Нитрифицирующие бактерии – симбионты бобовых растений – обогащают почву азотом.

Бактерии используются в биотехнологических производствах. Продукты микробиологической промышленности используются как источники пищи и топлива (биогаз из растительных остатков). Бактерии применяют в генетической инженерии, например для биотехнологического получения ценных лекарственных препаратов. Ряд бактерий являются возбудителями болезней растений, животных, человека.

Автотрофные бактерии, как фотосинтезирующие, так и хемосинтезирующие, являются продуцентами в некоторых экосистемах. Цианобактерии (фотосинтетики) играли решающую роль в повышении уровня свободного кислорода в атмосфере в ранние периоды жизни Земли. В настоящее время бактериальные препараты используются для очистки почвы от нефтяных и других органических загрязнений, для борьбы с насекомыми-вредителями и т.д.

**Простейшие** – одноклеточные эукариотические организмы со сложно организованной цитоплазмой и истинным ядром. Клетка простейших выполняет все жизненно важные функции с помощью специализированных внутриклеточных структур – органелл. В природе простейшие широко распространены во влажной и водной среде. Разнообразие простейших велико: описано более 50 000 видов. Эти виды входят в водные и почвенные сообщества. Имеются также

виды простейших, паразитирующих на многоклеточных организмах и являющихся возбудителями заболеваний. Многие простейшие участвуют в очистке сточных вод, в почвенных экосистемах – играют роль в почвообразовании.

**Грибы** – большая и процветающая группа организмов. Описано около 100 000 видов. Разнообразие грибов охватывает такие организмы, как дрожжи, плесневые грибы, возбудители болезней и, наконец, высшие грибы, имеющие зачастую крупные размеры и употребляемые в пищу животными и человеком.

Грибы – это гетеротрофные организмы. Тип питания грибов – сапрофитный (поглощение питательных веществ через поверхность тела). Тело грибов состоит из переплетения тонких нитей. Грибные нити называют гифами, а их совокупность – мицелием. Отдельный гриб может образовать за 24 часа мицелий длиной более километра. Роль грибов в природе чрезвычайно велика. Грибы зачастую являются симбионтами (партнерами) растений. Взаимовыгодная связь грибов с корневой системой растений – микориза – играет ключевую роль в питании и распространении растений, в почвообразовании. Симбионты грибов с водорослями – лишайники – заселяют непригодные для других организмов места обитания.

В наземных и почвенных экосистемах грибы вместе с бактериями играют роль редуцентов, притаясь мертвым органическим веществом и разлагая его. Метаболическая активность грибов очень высока, они способны к быстрому разрушению горных пород и высвобождению из них химических элементов, которые при этом включаются в биогеохимические циклы углерода, азота и других компонентов почвы и воздуха. Многие грибы являются паразитами растений и животных. Некоторые виды вызывают быструю порчу деревянных, кожаных изделий и многих других органических материалов, а также пищевых продуктов. Грибы образуют биологически активные вещества, используемые в медицине и биотехнологии (например, антибиотики). Одноклеточные грибы – дрожжи – используются с древних времен и до наших дней в хлебопечении, виноделии, пивоварении, в микробиологической промышленности.

Наконец, съедобные шляпочные грибы являются ценным пищевым продуктом и объектом специального разведения.

**Растения** – это автотрофные фотосинтезирующие эукариотические организмы, в клетках которых в специализированных для фотосинтеза органеллах – хлоропластах – содержится зеленый пигмент хлорофилл. В царстве растений выделяют группы обитателей

воды и суши. Ведущее место в водных экосистемах занимают водоросли, играющие роль продуцентов органического вещества и источников кислорода. Мельчайшие водоросли, парящие в поверхностных слоях теплых океанов, благодаря своему быстрому размножению и большой суммарной биомассе, являются важными поставщиками кислорода для всей атмосферы Земли. Некоторые водоросли используются в пищу животными и человеком.

В наземных экосистемах поток энергии по пищевым цепям начинается с высших растений – мхов, папоротников, голосеменных и покрытосеменных (цветковых). Эти растения имеют разнообразные приспособления для наземного образа жизни, добывания и использования воды, размножения. Самой совершенной является группа цветковых (покрытосеменных) растений, освоивших разнообразнейшие места обитания. Растения играют ведущую роль в современной биосфере. Характер фитоценозов определяет облик ландшафтов. В экосистемах именно растения, как правило, являются доминантными видами, определяющими характер зооценозов и микробоценозов.

В хозяйственной деятельности и жизни человека растения также играют ведущую роль как источник пищи, строительного материала, лекарственных и других биологически активных веществ. Растительные сообщества палеобиосфер создали ныне используемые человеком запасы органического топлива. Растительный покров планеты регулирует климат, гидрологический режим, служит основой способности экосистем к самоочищению. Растения широко использует современная биотехнология для производства пищевой биомассы, лекарств, а также биомассы для энергетических целей.

**Животные.** Царство животных включает эукариотические гетеротрофные организмы, большинство которых способно к активному движению и питается, схватывая и заглатывая добычу, переваривание которой происходит в полостях пищеварительного тракта. В экосистемах животные представляют трофические уровни консументов (травоядные животные, мелкие и крупные хищники, некрофаги). Разнообразие животных весьма велико. В царстве животных биологическая систематика выделяет различные типы строения тела, с чем связаны и особенности выполнения основных жизненных функций. Для животных характерно наличие нервно-гормональной регуляции физиологических процессов и активного поведения (выбора образа действий). Можно разделить царство животных на две большие группы – беспозвоночных и позвоночных.

У представителей позвоночных – рыб, амфибий, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих – особенно хорошо развита центральная нервная система, что позволяет им быстро двигаться, активно охотиться и завоевывать все современные среды обитания. Развитие центральной нервной системы (мозга) является морфологическим условием развития сложного индивидуального поведения и интеллектуальных свойств у высших животных. Среди беспозвоночных животных наиболее процветающей группой являются насекомые, многие из которых обладают сложными врожденными формами поведения и развитым социумом («общественные» насекомые – пчелы, осы, муравьи, термиты и др.).

Видовое разнообразие животных играет важную роль в регуляции биоценозов. Многие виды животных служат для человека объектом разведения и промысла. Домашние и сельскохозяйственные животные – верные спутники человечества на пути цивилизации.

Совокупности популяций различных видов в экосистемах создают устойчивые биогеохимические циклы, благодаря которым поддерживается постоянство современных сред жизни – почвенной, наземной и водной. Экосистемы способны к саморегуляции, восстановлению равновесия численности популяций многих видов, взаимодействующих между собой в биоценозах. Особое значение для гомеостаза экосистем имеют трофические отношения между видами. В природе закономерно сочетаются численности видов, представляющих основные экологические группы организмов: продуцентов (растений), консументов (животных) и редуцентов (бактерий и грибов). Чем более разнообразными видами представлена каждая группа, тем устойчивее экосистема в целом, благодаря взаимозаменяемости видов. В биогеоценозах многообразие биологических видов поддерживает устойчивые круговороты биогенов, химических элементов, входящих в состав живых организмов (кислорода, углерода, водорода, азота, фосфора, кальция, серы и др.), благодаря которым осуществляется усвоение и трансформация солнечной энергии в биосфере, получение ресурсов и переработка отходов.

Энергетика природных биоценозов построена таким образом, что биомасса растений (продуцентов) создается за счет фотосинтеза – синтеза органических веществ из простых неорганических соединений с использованием энергии солнечного света; 90% энергии первичной продукции – растительной биомассы – потребляют микроорганизмы (грибы и бактерии), мелкие беспозвоночные

животные потребляют еще около 10%, а на долю крупных животных, в том числе позвоночных, остается всего 1%. Роль животных (консументов) в биоте заключается в тонкой настройке функционирования сообществ. Таким образом, фотосинтезированное органическое вещество растений – это важнейший возобновимый ресурс биосферы.

Разнообразие биологических видов – необходимое условие устойчивости циклов синтеза, трансформации и деструкции органического вещества биосферы. В природных экосистемах с высокой точностью биота поддерживает баланс между продукцией и деструкцией органики. Важнейшую роль биота играет в разрушении горных пород и почвообразовании. Кроме того, биота осуществляет эффективное управление гидрологическим режимом, составом почвы, атмосферы, воды. Установлено, что биота сохраняет в полной мере эту способность, если человечество использует не более 1% чистой первичной продукции биоты. Остальная часть продукции должна идти на поддержание жизнедеятельности видов, стабилизирующих среду [Горшков В.Г., 1980, 1995].

Человек в XX веке направил в антропогенный канал поток биосферной энергии. В начале XX века человечество потребляло примерно 1% чистой биосферной продукции, в конце того же века эта цифра увеличилась в 10 раз. В результате деятельности человека нарушаются биогеохимические циклы: нарушаются фитоценозы и уменьшается их продуктивность; увеличивается доля гетеротрофного звена в экосистемах, часть биомассы растений изымается из круговорота в пользу человека. Кроме того, накапливается громадное количество отходов, деструкция которых природными редуцентами невозможна. Катастрофически нарастают процессы деградации природной среды. В 1900 году естественные экосистемы были разрушены на 20% суши, сейчас – на 63% суши. Разрушаются также морские экосистемы, начиная, прежде всего, с внутренних морей. Многие виды живых организмов исчезают с лица Земли. Перечни редких и исчезающих биологических видов («красные книги») содержат тысячи наименований.

## Глава 2. Урбанизация

Город отличается от природных экосистем более интенсивным «метаболизмом» на единицу площади, поскольку на его территории

изменен естественный энергетический баланс: к солнечной энергии добавлена энергия городских источников тепла и электроэнергии. Он отличается также более активной миграцией вещества с вовлечением искусственных материалов – металлов, пластмасс и др., более мощным потоком отходов, многие из которых не реутилизируются в природе и являются токсичными. Город полностью зависит от поступления ресурсов из природных экосистем. В строгом смысле, город не является экосистемой, так как не производит продуктов питания, не обогащает воздух кислородом, почти не возвращает воду и неорганические вещества в природные круговороты.

При планировании развития города необходимо учитывать емкость сосуществующих с ним природных экосистем. Она определяется их способностью к регенерации изъятых ресурсов и к регенерации природных резервуаров – воздушного, водного бассейна, земель, а также мощностью потоков биогеохимического круговорота [Акимова, Хаскин, 1994].

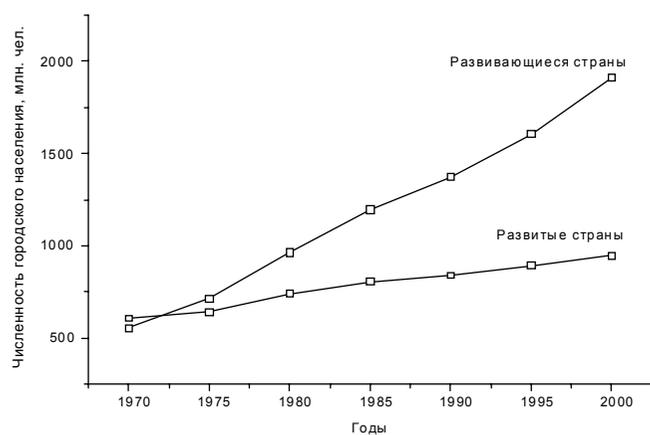
Наряду с ростом населения мира, урбанизация являлась доминирующей тенденцией развития человечества в XX веке. В 50-х годах население городов составляло 600 млн. человек, в конце 80-х годов – более 2 млрд. человек (43–45% населения мира). Массовая урбанизация – это феномен XX в.: до 1900 г. в городах жили всего около 14% населения. При этом существенную роль играют три демографических процесса: миграция из сельских районов в город, естественный прирост городского населения и превращение сельских районов в города. При сохранении этих демографических тенденций число горожан через 20–30 лет удвоится. При этом в значительной мере рост городов (рис. 2.1) характерен для стран третьего мира (три из пяти городов с населением около 15 млн. человек находятся именно в развивающихся странах).

Урбанизация резко нарушает баланс инвестиций в сельские и городские виды производства в пользу последних. При этом растет социальное неравенство населения: горожане имеют явный приоритет в обеспечении услугами образования, здравоохранения, энерго- и водоснабжения. В развивающихся странах сельскому населению, составляющему до 70% и более всего населения, выделяется лишь около 20% бюджета. Такой подход способствует не только обострению

*Рис. 2.1. Рост численности населения городов в последней четверти XX века по данным программы ООН UNEP [Николайкин и др., 2000]*

нию социальных противоречий, но вызывает растрату и людских (здоровье и развитие людей) и природных ресурсов.

Урбанизация и в будущем останется одной из важнейших глобальных проблем. На фоне общего роста численности населения мира городское население в 1990–1995 годах увеличивалось со средней скоростью 2,5% в год, тогда как сельское – на 0,8% в год. В перспективе к 2025 году в городах будет жить 61% населения Земли.



Наивысшие показатели прироста городского населения характерны для наиболее бедных стран (до 7% в год). При этом численность населения крупного города удваивается примерно за 10 лет.

Для второй половины XX века характерно формирование мегаполисов (городов с населением более 6 млн. человек) и конурбаций (скоплений городов). Если в 1950 году в мире было всего два мегаполиса – Нью Йорк (12,3 млн. человек) и Лондон (8,7 млн.

человек), то на 1995 году в мире насчитывалось 30 мегаполисов и ожидается, что к 2015 году их число возрастет до 516 [Голубев, 1999].

Проблемы урбанизации можно подразделить на следующие группы: изменения в природных экосистемах; изменения в образе жизни, здоровье и психологическом статусе человека; прогрессирующее загрязнение и деградация природной среды.

Города требуют сосредоточения продовольствия, воды и топлива в таких масштабах, которые не встречаются в природе. Природные экосистемы также не в состоянии переработать то количество отходов, которое сопровождает жизнедеятельность города (рис. 2.2).

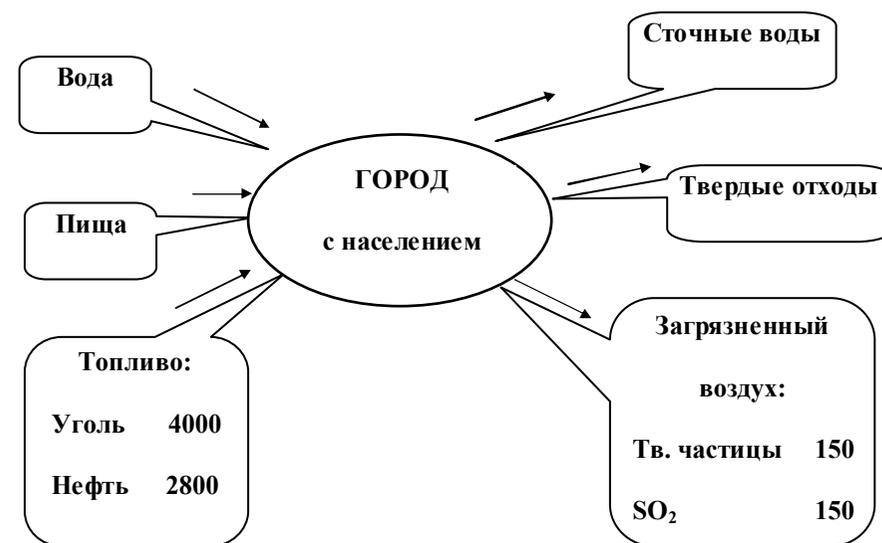


Рис. 2.2. Схема метаболизма (т/сут) города с населением 1 млн. человек [Голубев, 1999]

Со временем все увеличивается зависимость городов от обеспечения извне продовольствием, водой, энергоресурсами, а также необходимость постоянного изъятия отходов, рекультивации городских и пригородных земель, организации рекреационных зеленых зон вокруг городов как с целью очищения воздушных и

водных масс, загрязняемых жизнедеятельностью города, так и с целью организации оздоровления и отдыха горожан.

В последние десятилетия, в связи с ростом уровня загрязненности городской среды, наблюдается тенденция к «расползанию» мегаполисов: образованию кольца спальных районов в зеленой зоне и развитию «челночного» автотранспорта, доставляющего горожан к местам работы в центре. Главными последствиями «расползания» мегаполисов могут считаться истощение энергетических ресурсов в связи с растущими потребностями населения, загрязнение воздуха, следствиями которого являются парниковый эффект и кислотные дожди; деградация водных, лесных, почвенных ресурсов, потеря сельскохозяйственных угодий, разрушение природных экосистем вокруг города.

Стихийное развитие городов несет также много опасностей и для горожан, так как до последнего времени планирование городского хозяйства велось без учета экологических факторов и их влияния на здоровье и благополучие человека. Большинство проблем, связанных с жизнью человека в городе, имеют санитарно-гигиенические, социальные и психологические корни, так или иначе связанные с перенаселением и всеми видами загрязнения городской среды. Техногенная городская среда, с одной стороны, предоставляет человеку комфорт, лишая его необходимых факторов физиологической тренировки, с другой стороны, она щедра на стрессовые условия: химические, физические, социально-психологические, информационные стрессы создают постоянный источник опасности для физического и психического благополучия современного горожанина. В частности, упомянем загрязненный воздух, хлорированную воду, рафинированное и несбалансированное питание, избыток противоречивой информации, гиподинамию, химизацию и электрификацию домашнего хозяйства, электромагнитные, шумовые, вибрационные нагрузки и многое другое.

Современный город представляет собой неустойчивую искусственную экосистему с преобладанием гетеротрофного звена пищевых цепей. Поэтому городская среда для ее поддержания нуждается в постоянной заботе человека о восстановлении зеленых насаждений, очищающих воздушный бассейн, очищении водоисточников и удалении и переработке отходов. Степень антропогенных преобразований городских территорий очень значительна. Город потребляет, перерабатывает и превращает в

отходы значительную массу воды, продовольствия, топлива. Города являются также центрами, влияющими на антропогенную трансформацию прилегающих территорий вокруг города и вдоль крупнейших транспортных магистралей. В зонах высокого загрязнения воздуха предприятиями промышленности, энергетики и автотранспортом растительность (ее состояние и видовой состав) изменена или уничтожена. Крупные города, расположенные на реках, вносят заметный вклад в загрязнение рек, причем иногда это приводит к полному уничтожению биоты на протяжении нескольких километров вниз по течению. В реках городов в жарком климате концентрация патогенных бактерий катастрофически увеличивается.

Степень и характер влияния городов на природные экосистемы зависят от многих факторов: численности и плотности городского населения, его экономического положения, от специфики промышленных предприятий, типа застройки, а также от климата и географического положения. Вместе с тем можно выделить некоторые функциональные зоны, характерные для любого города [Негробов и др., 2000]. Центр города – ядро культурно-бытовой инфраструктуры города: общественных, торговых, культурных планировочных единиц; здесь сходятся также основные транспортные магистрали. Селитебные территории города заняты жилой застройкой, вместе с зданиями общественного назначения, уличной сетью и зелеными участками. Внеселитебные территории включают промышленные, коммунально-складские зоны и магистрали пригородного транспорта. Основой существования города зачастую является комплекс промышленных предприятий. Промышленные зоны могут занимать от 20 до 60% всей территории города. Профиль этих предприятий, их расположение определяют основные типы загрязнений и характер их распространения в окружающей среде (в воздухе, воде, почве). Взаимное расположение этих функциональных зон в значительной мере зависит от того, стихийно ли складывалась структура города в историческом формировании (концентрическая и пятнистая застройка), или же город строился планомерно, с четким зонированием территорий. Большое влияние на окружающие город территории и городскую среду оказывают транспортные потоки и их организация.

Климат и биотические компоненты городской среды значительно отличаются от природных экосистем. В городскую среду поступает примерно в 10 раз больше веществ, чем из нее выносятся, вокруг города аккумулируются отходы. Город представляет собой «остров

тепла» с куполом пыли и смога над ним. Все это ведет к резкому уменьшению видового разнообразия в городе, изменению флористического и фаунистического состава биоценозов.

Можно выделить различные категории городских ландшафтов [Мильков, 1996]:

геотехногенные системы – «погребенные ландшафты», «каменные одежды» города;

урбобиоценозы – включающие растительное и животное население города; зеленые зоны: парки, скверы, сады;

антропогенные ландшафты с фрагментами естественных, расположенные в пригородах (пастбища, пустыри, пригородные леса);

рекреационные (зеленые) зоны, выделенные для отдыха и оздоровления горожан и играющие роль в очищении воздушных и водных масс. Эти зоны служат также сохранению разнообразия местных видов животных и растений. Они нуждаются в охране и заботе человека;

промышленные зоны, в которых в значительной мере разрушены природные экосистемы. Нередко эти системы превращаются в безжизненные пространства.

Резко различаются по природно-социальным условиям малоэтажные, многоэтажные, заводские, садово-парковые районы.

Влияние крупного города на окружающую территорию распространяется достаточно далеко за его пределы: это широкая зона добычи ресурсов, поставляемых в город (полезных ископаемых, топлива, строительных материалов, продовольствия); зона загрязнения отходами промышленного производства и продуктами жизнедеятельности и, наконец, застроенная и полностью преобразованная территория самого города и пригородов. Загрязнение и деградация этих территорий зависят от характера производства. Так, сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности губительны для всех беспозвоночных и рыб в районах сброса; нефтепродукты, кислоты, поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы, инсектициды и др. являются мощными токсикантами и при загрязнении ими почвы и воды также вызывают гибель многих живых организмов. Загрязнение воздуха продуктами сгорания углеводородов и выпадение кислотных осадков ведет к деградации растительного покрова, почв и исчезновению многих наземных животных. Транспортные потоки, помимо загрязнения и прямого уничтожения местообитаний, вносят фактор беспокойства в

жизнь животных, нарушают пути их миграции, места размножения, связи между биоценозами. При строительстве гидротехнических сооружений разрушаются прибрежные экосистемы, зачастую сильно изменяются ландшафты. При геолого-разведочных работах и на стройках выбросы пустой породы скрывают под собой плодородный слой почвы и содержат токсичные для растений и микроорганизмов вещества.

Если проводится замещение вырубленных лесов посадками, используют, как правило, немногочисленные виды ценных для человека растений, зачастую интродуценты. Таким образом устойчивая природная экосистема заменяется на неустойчивую, с немногочисленными видами. Интродукция и непреднамеренное расселение чужих видов (например, с транспортом) также нарушают сложившиеся функциональные связи между популяциями в биоценозах и снижает их устойчивость. В частности, это ведет к вспышкам численности вредителей растений, распространению возбудителей болезней животных и другим последствиям снижения устойчивости экосистем.

### **Глава 3. Особенности биотопов в городе**

В городе формируются специфические экосистемы, включающие различные комбинации синантропных и эвритропных видов. Это связано с характерными особенностями городской среды.

Городам свойственны особые климатические условия: парниковый эффект, связанный с загрязнением воздуха; повышенная теплоемкость и отопление зданий приводят к локальному повышению среднегодовой температуры на 0,5–1,5<sup>0</sup>С. В городе реже наблюдаются ночные заморозки. Результатом является удлинение вегетационного периода у растений и более раннее их зацветание в центре города.

Уровень земли в старых городах бывает на несколько метров повышен (благодаря накоплению «культурного слоя») или, наоборот, снижен (благодаря сильному оседанию почвы над надземными пустотами). Плодородный почвенный слой, как правило, запечатан асфальтовым или бетонным покрытием. Уровень грунтовых вод обычно снижен, так как подземные воды извлекаются для хозяйственных нужд, а осадки не просачиваются внутрь из-за покрытий улиц. Городские почвы обычно сильно уплотнены. Чаще всего они эвтрофированы – сильно обогащены питательными

веществами. Почвы в промышленных зонах и под свалками значительно загрязнены отравляющими веществами.

Характерной особенностью крупных городов является мозаичный характер их природных комплексов или зеленых насаждений. Это определяет, в свою очередь, островной характер местообитаний животных в городе [Симкин и др., 2000].

Постройки, их высотность и расположение, также имеют большое значение для городских животных. Структура поверхности зданий в известной мере сравнима с этой точки зрения со скальным рельефом.

Внутри города можно выделить целый ряд различных по своим условиям биотопов: плотная и разреженная застройка, садово-парковые зоны, подвалы, чердаки, свалки, пригороды с индивидуальными постройками и садами, поля орошения, наконец, прилегающие к городу пустыри и леса. Таким образом, разнообразие биотопов порождает и большое количество экологических ниш.

В связи с этим видовой состав флоры и фауны городов достаточно богат. Наряду с местными видами, характерными для данной климатической зоны, большую роль в городских биоценозах играют интродуценты. Города исторически являются исходными центрами распространения и накопления видов, завезенными человеком. Так, в Европе достоверно установлено внедрение около 10 000 интродуцированных и заносных видов [Sukopp, Trepl, 2000].

Можно считать также, что для многих местных видов в городе находятся выгодные условия существования: избыточное количество корма на свалках и помойках, места эрозий и отложений у рек. Некоторые биологи допускают возможность возникновения новых видов растений в городских условиях на основе завезенных родительских форм [Sukopp, 2000]. Для многих городских животных Европы не известны крупные популяции вне городов; иные местные виды избирательно концентрируются в городских условиях. Примерами могут служить голубь-сизарь, домовый воробей, хохлатый жаворонок, черный стрижен. Некоторые виды животных, обитающие в природе на скалах и в пещерах, в городе осваивают стены домов и подвальные помещения.

Необходимо еще раз отметить, что урбозоосистемы являются искусственными природно-антропогенными комплексами. От естественных самоподдерживающихся экосистем их отличают резко нарушенные биогеохимические циклы, наличие громадного количества отходов, которые не в состоянии утилизировать биота. Биоценозы города неустойчивы, так как в них нарушено

экологическое равновесие за счет преобладания гетеротрофного звена. Поэтому первостепенные задачи современного градостроительства связаны с планированием «зеленых островов», «экологического каркаса» [Кавтарадзе, 2000] в городе, поддержки фитоценозов (продуцентов), а также охраной и рекультивированием почв и восстановлением редуцентов – деструкторов отходов.

## Глава 4. Почвы города

Почва является одной из основ устойчивости экосистем. Именно в почве происходит этап биогеохимического цикла, связанного с деструкцией органического вещества, происходит биохимическое преобразование культурного насыпного слоя, трансформация поверхностных вод в грунтовые; почва является питательным субстратом для растений. Почва служит «банком» для семян, регулятором газообмена и т.д. [Добровольский, Строганова, 1997].

Важнейшими свойствами почвы как среды обитания являются: наличие минеральных элементов питания растений и способность их удерживать, наличие воды и влагоудерживающая способность. Инfiltrация воды с поверхности и аэрация почвы зависят от ее структуры. Переуплотненные почвы становятся непригодными для роста растений. Переувлажнение почв также нарушает газообмен, а относительная кислотность и ионный состав почвенного раствора сильно влияют на жизнь организмов в почвенном слое. Почвенные экосистемы включают следующие компоненты: минеральные частицы, детрит (мертвые остатки растений и животных) и множество живых организмов – почвообразователей. К числу последних относятся редуценты (грибы и бактерии), детритофаги (дождевые черви, насекомые, моллюски), простейшие, микроводоросли, землероющие животные (кроты и др.).

Плодородие почвы в значительной мере определяется наличием гумуса – продукта жизнедеятельности почвенных организмов, остатка органического вещества после потребления детрита. Самоподдержание почвенных экосистем тесно связано с жизнью растений. Растения обеспечивают детрит (опавшие листья, отмершие части корней) и защищают почву от эрозии. В природе почва и растительность находятся в состоянии динамического равновесия. Почва служит основой жизни наземных растений, а растения, в свою очередь, – ведущим звеном всего сообщества живых организмов.

В городе почвы исполняют различные экологические функции. Почвы влияют на химический состав подземных вод, являются универсальным адсорбентом, поставщиком и регулятором содержания CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> в воздухе, поглотителем вредных газовых примесей, в том числе выбросов автотранспорта, ТЭЦ и др. Газовый состав атмосферы почва регулирует путем выделения и поглощения метана, аммиака, углекислого газа.

Благодаря своим биогеохимическим свойствам и мелкодисперсной структуре почва может превращаться в «депо» токсических соединений, и она же может играть до известной степени роль барьера для солей тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов, минеральных удобрений на пути их миграции в грунтовые воды.

В городах и промышленных зонах плотная застройка нарушает газо- и водообмен почв, изменяет механические свойства грунтов, нарушает структуру. Органические остатки – продукты жизнедеятельности людей – и промышленные отходы изменяют физико-химические и биологические свойства почв. Культурный слой – исторический след всех антропогенных преобразований территории города – формируется насыпными грунтами, остатками древних строений и настилов, захоронений, свалок. Культурный слой Москвы имеет толщину от 4 до 21 м. Современное подземное хозяйство города уходит на глубину до 100 м. В силу этого нарушается геологическое строение территории, происходит оседание земной поверхности. Так, в Токио за 35 лет поверхность земли опустилась на 3–4 м, в Мехико – на 7 м с 1900 по 1960 год [Негробов и др., 2000].

Природные почвенные экосистемы теряют способность к саморегуляции также в силу химического, механического, бактериального и физического загрязнения: отходами промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства. В Москве площадь значительного загрязнения с 1977 по 1988 год увеличилась со 100 до 600 км<sup>2</sup>. В 6 раз возросло среднее содержание в почвах тяжелых металлов. Удаление и складирование твердых отходов – проблема любого городского хозяйства. В отвалы предприятий добывающей и перерабатывающей промышленности идет до 90% добытого из недр сырья, площадь отвалов составляет тысячи квадратных километров.

Бытовые отходы, как и промышленные, частично утилизируются (компост, вторсырье), частично складировуются и должны подвергаться обеззараживанию и уничтожению (сжиганию). Площадь городских свалок впечатляет; в развитых странах на одного городского жителя

ежегодно приходится до 900 кг мусора. Почвы под свалками испытывают значительное механическое и тепловое воздействие, в них диффундируют токсичные вещества, размножаются патогенные микроорганизмы. Считается, что для обеззараживания такого современного полигона необходимо 50–100 лет.

Естественные почвы и самоподдерживающиеся почвенные экосистемы в городе сохраняются в основном на территории природных комплексов: оставшихся участков леса, крупных парков. Сохранение их – необходимое условие существования полноценных экосистем. На застроенных участках города образуется новый тип почв, так называемый «урбанозем» [Строганова, Прокофьева, 2000]. В городе встречаются «запечатанные» территории под покрытием, непроницаемым для водного и воздушного обмена, и открытые территории, которые могут быть озелененными, где почвы сохраняют свои экологические функции, и не озелененными, где растительность представлена сорными и рудеральными видами, а почвы деградируют, теряя плодородие и основные свойства. При градостроительстве необходимо ограничивать «запечатывание» почв и сохранить сеть соединенных между собой озелененных зон, преимущественно сохраняющих специфику природных экосистем. Необходимы мероприятия по рекультивации почв в промышленных зонах, разработка новых методов, в том числе биотехнологических, создание микробных комплексов для этих целей.

Микробные сообщества в городских почвах имеют ряд особенностей. По сравнению с естественными почвами в городских почвах средней полосы России резко снижено содержание мицелия грибов, основных почвообразующих организмов – деструкторов органических остатков. При этом ухудшаются условия роста растений. Доля бактерий в почвенной биомассе увеличивается. Увеличивается также доля эвритопных микроскопических грибов. Формируются более упрощенные, чем в естественных условиях, микробокомплексы. На поверхности почвы увеличивается присутствие фитопатогенных грибов. На поверхностях городских сооружений, благодаря выпадению кислотных осадков, активно размножаются бактерии, разрушающие камень, бетон и деревянные покрытия. Зачастую представители этих видов микроорганизмов вызывают аллергические реакции у людей [Марфенина, 1999].

## Глава 5. Водные системы города

Гидрологический цикл в природе включает процессы: испарения воды с поверхности водоемов, конденсации водных паров в атмосфере, выпадения осадков, фильтрации через почву; проникновение в подземные водоносные пласты; всасывание, транспорт и транспирацию воды растениями, включение воды в биохимические процессы во всех живых организмах. Влияние городов на водные системы связано со значительным перерасходом водных ресурсов, а также с загрязнением воды, потерей водными экосистемами способности к самоочищению, изменением и обеднением их видового состава.

Живое вещество приблизительно на 90% состоит из воды. Ежегодно биота связывает в фотосинтезированном органическом веществе 60 млрд. т углерода и около 500 км<sup>3</sup> воды [Голубев, 1999]. Растения Земли забирают из почвы, используют в метаболических процессах и затем транспирируют в атмосферу еще большее количество воды. Всего в биологической ветви гидрологического цикла участвует около 25% суммарного количества осадков, выпадающих на поверхность суши.

В процессе фильтрации через почву вода выпавших на поверхность осадков очищается. Но если почва загрязнена токсическими веществами, они могут вместе с фильтрующейся водой попасть в подземные воды, и затем – в родники, реки и т.д. Вода, как биокосное, тело формируется живыми организмами.

Жизнь городских водоемов зависит от качества воды. Во многих промышленных городах реки мертвы из-за высокого уровня загрязнения, причем это влияние распространяется на много километров вниз по течению.

Однако живое население водоемов с более низким уровнем загрязнения приспосабливается к этим воздействиям. По сравнению с естественными водными экосистемами, состав биоценозов городских водоемов изменяется. В нем преобладают виды, устойчивые к загрязнениям. Гидробионты играют большую роль в очищении воды. Например, в Воронежском водохранилище встречается более 300 видов водорослей, 67 видов высших водных растений, около 200 видов зоопланктона, более 170 видов зообентоса, 38 видов рыб. Подсчитано, что вся толща воды в Воронежском водохранилище может отфильтроваться за 4,2 суток только за счет активности зоопланктона [Животова, 1996, Негрбов, 1997]. В фильтрации и в процессах разложения органических загрязнений (бытовые сточные

воды, детрит и др.) участвуют многие организмы, живущие на дне водоема: моллюски, губки, ресничные черви, личинки насекомых, простейшие, бактерии, водоросли, водные высшие растения. Вблизи мест сброса сточных вод находятся скопления моллюсков, например дрейссены, которые играют роль биофильтров. Мелководные пруды и берега водохранилищ, занятые тростником и другими околотовными видами, являются удобными местообитаниями водоплавающих птиц, рептилий, амфибий, млекопитающих. Зеленые и влажные долины малых рек в городе служат естественными коридорами миграции и местами укрытия многих животных.

Видовая структура водных биоценозов и физиологическое состояние отдельных видов гидробионтов может дать полезную информацию о качестве окружающей среды. Растения и животные, фильтруя воду, накапливают в своих организмах токсические вещества. Донные животные являются надежными индикаторами качества воды и состояния всей водной экосистемы. Благодаря достаточной длительности их жизненных циклов, накопление токсических веществ в телах этих животных позволяет оценить характер и степень загрязнения проточного водоема. В стоячих водах прудов или в малопроточных водоемах надежными индикаторами биологической полноценности служат также планктонные (парящие в толще воды) мелкие организмы. Фотосинтетическая активность фитопланктона является при этом одним из важных показателей. Биологическая диагностика водоемов основывается на анализе состояния всей водной экосистемы, включая основные звенья биоценоза: водных высших растений, донных животных, водорослей, планктона, рыб, амфибий, личинок водных животных, микробных комплексов.

Часто используется так называемая «шкала сапробности», соответствующая способности организмов существовать и размножаться в водоемах, в различной степени загрязненных органическими веществами. В шкале выделяются группы организмов – полисапробов, обитающих в загрязненной воде, мезосапробов, переносящих среднюю степень загрязнения, и олигосапробов, предпочитающих чистые воды. Таким образом, по мере загрязнения водоемов изменяется состав и численность организмов разных групп; олигосапробные виды исчезают, преимущественно размножаются мезо- и полисапробы.

Антропогенное воздействие отражается также на значительном изменении водного баланса и гидрологического режима водоемов в

городе и его окрестностях. Проблемы водоснабжения городов решаются за счет водозабора из поверхностных источников и за счет откачки глубинных подземных вод. Зачастую приходится также использовать искусственные водоемы – водохранилища и каналы для переброски части водостока из соседних территорий. На каждого жителя крупного города расход воды составляет от 300 до 600 л воды ежедневно. На нужды промышленности и энергетики расходуется около 600 млн. м<sup>3</sup> в сутки [Зарубин и др., 1977]. Дефицит пресной воды уже сейчас ограничивает развитие многих промышленных центров. Поступление и очистка воды в водопроводных системах города требуют расхода значительных средств.

Развитие города существенно влияет на структуру водных систем, объемы стоков в реках и ручьях. Исчезновение прибрежной растительности ведет к эрозии берегов, обмелению озер и рек, снижению уровня грунтовых вод. Засыпка оврагов и балок, бетонирование русел рек и превращение малых рек в подземные коллекторы меняет направление грунтовых вод, истощает родники, нарушает естественный дренаж территории. Откачка подземных вод приводит в ряде случаев к оседанию земной поверхности, образованию провалов и воронок. На территории Москвы за время ее существования исчезли около 800 малых рек, ручьев, прудов, болот, озер. Таким образом, исчезли местообитания многих видов животных и растений.

Создание искусственных водохранилищ также порождает целый комплекс экологических проблем, так как затопление территорий ведет к уничтожению пойменных биоценозов, в то же время вода в хранилище имеет измененный химический состав из-за гниющих растительных остатков, в ней активно размножаются цианобактерии, она становится непригодной для жизни многих гидробионтов.

Когда из рек отводят воду, болота вдоль их русел, не подпитываясь паводками, пересыхают, и это также ведет к исчезновению многих видов растений и животных. Болота в природе играют большую роль в очищении воды, просачивающейся сквозь их толщу в грунтовые воды. Болота являются регуляторами речного стока, они питают родники и реки. Кроме того, болота, обогащенные биогенами, представляют собой наиболее продуктивные экосистемы, служат местообитаниями многих диких животных.

Сброс бытовых сточных вод и смывание почвы, богатой органическими остатками, приводит к эвтрофикации водоемов – обогащению биогенами, в особенности азотом и фосфором. Это

создает условия для быстрого размножения и затем отмирания фитопланктона, накопления детрита. Отмерший фитопланктон и крупные водоросли поступают в глубинную зону, где их потребляют редуценты. Процессы гниения водной растительности приводят к дефициту кислорода и вымиранию бентосных видов. Экосистема теряет устойчивость.

В результате антропогенного воздействия в р. Москве, по данным археологических и биологических исследований, полностью исчезли следующие виды рыб: русский осетр, стерлядь, каспийский лосось, таймень, белорыбица, каспийская минога. Исчезают и относятся к редко встречающимся такие виды рыб, как подуст, язь, елец, жерех, линь, красноперка, сом, налим и др. До сих пор многочисленны: плотва, лещ, серебряный карась, пескарь, окунь.

Вместе с тем появились акклиматизированные виды рыб: чехонь, белоглазка, карп, толстолобик, ротан, угорь, гуппи и др. Сейчас ихтиофауна р. Москвы насчитывает 37 видов [Соколов и др., 2000]. Полностью исчезли проходные рыбы, а также виды рыб, нуждающиеся в условиях рек с быстрым течением. Более многочисленны устойчивые к эвтрофикации рыбы – обитатели стоячих или слабopоточных вод.

В прибрежных зонах городских и пригородных водоемов Москвы резко сокращается разнообразие и обилие земноводных (осталось 9 видов) и пресмыкающихся (2 вида) [Леонтьева, 2000]. Представители герпетофауны обитают главным образом на периферии города, в местах, связанных с естественными водотоками там, где имеется луговая и лесная растительность, мелководные водоемы для размножения (амфибий) с пологими берегами, сохранение путей миграции в другие биотопы и мест укрытия (валежник, лесная подстилка).

Исчезновение многих ранее обычных для водоемов Москвы и Подмосковья видов рыб и амфибий связано с отсутствием условий для размножения и развития. Генетические дефекты и нарушения развития часто являются следствием загрязнения водоемов бытовыми и промышленными отходами. Как у амфибий, так и у рыб наблюдаются аномалии развития, приводящие к гибели или уродствам [Мелехова и др., 2000]. У плотвы в р. Москве, например, от 10 до 70% взрослых особей имеют те или иные морфологические дефекты: «рыбы-мопсы» с уродливым черепом, особи с искривлением позвоночника, слепые и одноглазые рыбы и т.п. [Соколов и др., 2000]. Химический анализ рыб из Москвы-реки показал накопление в их

телах таких токсикантов, как нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды.

## Глава 6. Растительность в городе

Растительность – основополагающая часть экосистем города. Роль растений в жизни горожан трудно переоценить. Функции растений в городе разнообразны: улучшение городского микроклимата, производство продуктов питания, регуляция газового состава воздушной среды города, обогащение ее кислородом, поглощение пыли и токсических веществ, снижение уровня шума, обогащение эстетического облика города, условий отдыха горожан. Растения в экосистемах играют ведущую роль, являясь источниками пищи и кислорода и создавая условия для жизни и убежища для других организмов.

Одно дерево может выделить в сутки количество кислорода, необходимое для дыхания трех человек [Никитин, Новиков, 1986]. На озелененной территории летом температура ниже, а зимой выше примерно на 3С по сравнению с неозелененной. Деревья и кустарники поглощают углекислый газ, серный ангидрид, окислы азота, сероводород, до 20–80% пыли, до 20–40% болезнетворных микробов, обогащают воздух аэроионами. Деревья значительно снижают уровень шума.

В городе основными типами зеленых насаждений являются парки, сады, скверы, бульвары, внутриквартальное и вертикальное озеленение. Многие города окружены «зеленой зоной» – пригородными лесами.

Среди многих показателей, определяющих качество жизни городского населения, значится площадь зеленых насаждений, приходящаяся на одного человека. В Париже этот показатель равен 6 м<sup>2</sup>/чел., в Нью-Йорке – 7,5 м<sup>2</sup>/чел., в Москве – 20 м<sup>2</sup>/чел. [Негробов и др., 2000].

В городе происходит смешение местной аборигенной флоры с посадками интродуцированных видов. Например, в Москве – более 90 завезенных видов растений. В целом флора городов насчитывает сотни видов: в Казани – 914, в Познани – 551, в Бирмингеме – 547. В Воронеже насчитывается 780 видов растений, в том числе [Григорьевская и др. 1996]:

- в лесопарках – 292;

- в скверах – 204;

- на бульварах – 192;

- в городских парках – 286;

- в садах и на пустырях – 162;

- в прибрежных ценозах – 148;

- на обочинах дорог – 158;

- на свалках – 121;

- в трещинах зданий и дорог – 100;

- в живых изгородях – 43.

Флора Москвы насчитывает в настоящее время около 1100 видов дикорастущих растений, из которых 200–500 являются интродуцентами [Чичев, 2000]. В границах Москвы сохранились остатки естественных лесных массивов. В результате вытаптывания и загрязнения постепенно разрушаются лесные экосистемы, изменяется их видовая структура, снижается способность к самоподдержанию и эстетическая ценность. На территории Москвы около 20% лесных массивов – сосняки с включением широколиственных пород. Подрост сосны затенен затенением, которое усиливается по мере разрастания широколиственных видов – дуба, липы, клена, лещины. Лиственные леса в Подмоскowie возникли на месте вырубленных ельников, и возможно их преобладание в будущем. Липа более устойчива к антропогенным воздействиям, дает жизнеспособный подрост и, вероятно, будет играть роль основного вида – эдификатора. Численность дуба постоянно снижается, как в городе, так и за его пределами. Значительную площадь занимают относительно молодые березняки. Под березами формируется ярус рябины. Осинковые древостои деградируют [Рысин, 2000].

Дикорастущая флора с преобладанием синантропных видов сохраняется в городе в поймах малых рек. К антропофитам относятся из травянистых растений, например, мятлик однолетний, горец птичий, марь белая, лебеда раскидистая, недотрога железистая и др. Общее число ныне дикорастущих видов, привнесенных человеком в прибрежных зонах, – около 140 [Чичев, 2000].

Уличные насаждения представлены липой, разными видами тополей, березой, рябиной, конским каштаном. В парках и садах много интродуцированных видов (белая акация, туя, клен ясеневидный, сирень). Газонные и цветущие растения также очень разнообразны, и многие из них являются интродуцентами.

Чувствительность растений к токсичным газам различна. Так, к SO<sub>2</sub> наиболее чувствительны ель и сосна, липа, малина, средней

чувствительностью обладают сирень, бузина, устойчивы к SO<sub>2</sub> бересклет, бирючина. Чувствительными индикаторами чистоты воздуха являются эпифиты – мхи и лишайники, обитающие на стволах деревьев. Отсутствие их свидетельствует о загрязнении воздушной среды. Характерными для города являются сообщества рудеральных и сорных растений, обитающих на свалках, вдоль дорог, на россыпях строительного мусора. Это лопух, полынь, чертополох, болиголов, белена, лебеда, крапива и др.

Состояние многолетних растений в городе зависит от степени загрязненности почвы, воздуха и воды. Асфальтовые и бетонные покрытия улиц нарушают доступ воздуха и воды в почву, к корням растений. Зеленые листья не получают достаточного количества света из-за затененности зданиями и загазованности и сниженной прозрачности воздуха. В силу этого процессы фотосинтеза замедляются, нарушается рост и развитие растений, ухудшается их питание, сокращается срок жизни.

Большая часть растений и в зеленых насаждениях города, и в пригородных лесах подвергается прямому уничтожению при строительстве, прокладке дорог, выламывании, вытаптывании. В зависимости от состояния леса выделяются 5 стадий деградации (дигрессии): от неповрежденных лесных экосистем (1-я стадия) до значительно угнетенных. Леса в 4–5-й стадии дигрессии не способны к самовосстановлению. Ослабленные городские растения сильно отличаются от лесных по своему физиологическому состоянию и морфологии: по характеру кроны, строению корневой системы, листьев и даже по морфологии клеток и пластидного аппарата [Фролов, Горишина, 1982].

## Глава 7. Животные в городе

Животные в городе используют различные биотопы: это крыши, чердаки, верхние этажи заброшенных зданий, где расселяются птицы и летучие мыши. На чердаках зимуют многие бабочки, божьи коровки, живут летучие мыши и различные птицы; в сырых подвалах – комары. В почвенной и водной среде обитают множество беспозвоночных. Привлекательными для диких животных являются свалки и помойки. В парках, бульварах и лесопарках также обитают многие виды животных, сохранившиеся от природных экосистем. Беспозвоночные животные вместе с бактериями, грибами, простейшими населяют все городские места обитания: квартиры,

чердаки, подвалы, водоемы, свалки, сточные воды, парки, сады. Эти организмы играют неопределимую роль в переработке, утилизации и минерализации органических отходов жизнедеятельности человека. В городской среде преобладают трофические цепи разложения, в отличие от природной среды, где большое значение имеют пастбищные цепи, основанные на первичной продукции растений.

По мере роста города и его населения в урбоэкосистемах увеличивается число видов, питающихся отходами: некрофагов, копрофагов, сапрофагов. Среди них – личинки мух, различные жуки, двукрылые, пухоеды, блохи, сеноеды и др. [Кралл, 1981].

К синантропным видам относятся животные, связанные с жилищами людей: мухи, тараканы, платяная и ковровая моли, кожееды, муравьи, мыши, крысы, вши, блохи, клещи, жуки – разрушители древесины, а также паразиты и симбионты самого человека и домашних животных. Городские жилища являются также прибежищем самых разнообразных животных, иногда весьма экзотических, которые являются объектами специального разведения.

Пригородная среда предоставляет корм и является местом обитания таких животных, как олени, косули, лисы, кабаны. В садах и парковых зонах живут белки, зайцы, норки, ежи, кроты.

Высокая плотность населения в городах иногда ведет к распространению инфекций, переносчиками которых являются животные. Например, лисы могут быть носителями бешенства, передающегося при укусах больных животных собакам и людям. Многие виды беспозвоночных переносят опасные заболевания: чуму (очаги чумы могут существовать в природе, возбудители ее циркулируют среди грызунов), туляремию, малярию (комары), орнитоз (птицы), токсоплазмоз (многие виды позвоночных животных) и др.

Особенно важную роль в поддержании саморегуляции парковых зон города играют птицы и насекомые, так как они составляют два ключевых звена городских экосистем, обеспечивающих опыление растений и расселение их семян и плодов, а также регулируют численность вредных для растений беспозвоночных животных [Симкин и др., 2000].

В Москве насчитывается около 120 видов птиц. Количество ворон доходит до 1 млн. Весьма широко распространены в городах голуби, воробьи, различные виды синиц, грачи, ласточки, стрижи, сороки, снегирь. При переселении из пригородных экосистем многие птицы меняют типы гнездовых, питание и поведение, изменяются

миграционные процессы: некоторые виды птиц зимуют в городе, тогда как в природных условиях они улетают в южные широты.

Имеются виды птиц, представляющие определенную опасность для городского хозяйства. Так, вороны в своих играх обдирают золотое покрытие на куполах церквей, бывают случаи столкновения птиц с самолетами, и это приводит к аварийным ситуациям. Для борьбы с воронами в Москве стали разводить хищных птиц – ястребов-тетеревятников. На аэродромах принимают специальные меры, отпугивающие птиц [Негробов и др., 2000].

В.И. Воронцовский (2000) на основании современных исследований и исторических материалов воссоздал ретроспективную картину (см. табл. ниже) формирования городских экосистем и орнитокомплексов в связи с изменениями типа землепользования и хозяйства в Московском регионе.

**Формирование городских экосистем и орнитокомплексов в связи с изменениями типа землепользования и хозяйства в Московском регионе**

[Воронцовский, 2000]

Тип землепользования	Трансформация природных экосистем	Трансформация орнитокомплекса
До н.э. – малая численность людей, сохранение природного равновесия; собирающее и присваивающее хозяйство	Исходный тип экосистем – хвойные и смешанные леса	Сообщества лесных птиц
Бронзовый век – лесное скотоводство	Выедание и вытаптывание растительности, обезлесение	Проникновение опушечных видов птиц
С VII в. до н.э. – подсечно-огневое земледелие	Вырубки, гари, вторичные мелколиственные леса	Увеличение численности опушечных видов
XIV–XVI вв. н.э. – быстрый рост численности	К концу периода 35–40% земель под пашней, лугов мало,	Продолжается исчезновение антропофобных

населения, развитие земледелия и поселений	увеличивается площадь полей, развивается сеть дорог	видов, увеличивается доля эвритопных и синантропных птиц
К XVIII в. достигнут естественный предел хозяйственного освоения природных территорий; земледельческое и перерабатывающее экстенсивное хозяйство; отмечено падение урожайности	Лесистость снизилась до 43%, площадь пашни – 40%, появились мельницы, запруды, увеличивается площадь водоемов, растут процессы эрозии, много оврагов	Увеличивается доля водоплавающих и околоводных птиц, эвритопных, синантропных видов
XIX в. – переориентировка хозяйства на молочное животноводство, городское строительство	Сокращение площади пашни до 31%, преобладание выгонов и покосов, дальнейшая деградация естественных ландшафтов	Окончательное вытеснение крупных хищных антропофобных видов птиц
К концу XIX в. расширяется добыча минерального сырья (глины, торфа, известняка), активное строительство, каменная застройка	Складывается искусственный рельеф: карьеры, отвалы, пруды, отстойники, многочисленные промышленные и урбанизированные зоны. Кладбища, парки, сады – 16% городской площади, пустыри, суходольные луга, влажные биотопы – 8%	В орнитофауне преобладают толерантные эвритопные урбанофилы. В городских хозяйствах – крупные животные, на свалках и в сточных водах – размножение беспозвоночных
В XX в. – рост городской агломерации, расширение	Антропогенные ландшафты, биоценозы значительно отличаются от	Деградация, потеря свойства саморегуляции экосистем,

площади промышленных зон, быстрый рост численности населения	естественных, многочисленны свалки, уничтожение древостоев при застройке и деградация древостоев городских парков. Мозаичность биотопов, загрязнение, шум.	исчезновение мелкой фауны и птиц, с окраин исчезли куропатки, коршуны. Размножение червей, насекомых, крыс и др. на свалках и в сточных водах
50–80 годов XX в. – плановая реконструкция Москвы	Сплошная застройка, асфальтовое покрытие улиц и дворов, малые реки заключены в трубы, многие пруды засыпаны, много деревьев вырублено, уничтожены кустарники на бульварах	Депрессия городских биоценозов, резкое снижение уровня биоразнообразия. Снижение численности птиц в городе
80–90 годов XX в.	В городе имеются старые районы со сложившимися фитоценозами и подросли древостои в новых бульварах и парках. Высаженные деревья постарели, сложились ценозы	Синантропизация авифауны. Постепенный рост количества видов и численности птиц, например, в Теплом стане – до 170 видов. Вытесняется серая ворона, снижается ее давление на другие виды, снова появляются хищные птицы – ястреб-перепелятник, ушастая сова и др.

## Глава 8. Перспективы сохранения биоразнообразия в городе

Задача сохранения биоразнообразия в городе – это задача сохранения природных сообществ, которые формируют среду обитания и делают ее благоприятной для человека: регенерируют воздух и воду, смягчают микроклимат, обеспечивают психологический комфорт и пр. Вместе с тем в полной мере решение этой задачи невозможно, так как не все виды организмов способны адаптироваться к городской среде. Если же учесть экосистемные закономерности, то приходится признать, что техногенное воздействие на природные экосистемы стимулирует в них в соответствии с принципом Ле-Шателье процессы противодействия, направленные на ликвидацию последствий воздействия, восстановление экологического равновесия и разрушение техносферы [Реймерс, 1994, Кожевина, 2000]. Действительно, в настоящее время налицо такие разрушительные для города процессы, как биохимическая коррозия сооружений, выветривание стен и фундаментов зданий, образование оползней и пывунов, карстовые явления. И все же исследования последних лет выявили динамику и механизмы приспособления многих обитателей города к новым условиям и позволили сформулировать некоторые принципы планирования развития городов с учетом экологических факторов.

Г.Н. Симкин (2000) отмечает следующие характерные фазы преобразования природных экосистем при урбанизации: дестабилизация, модификация, трансформация и деструкция. Стадия *дестабилизации* биоценозов и входящих в них популяций характеризуется сбоями в функционировании ценоза, нарушениями социальной, пространственной и поведенческой структуры популяций. Например, могут возникать нерегулируемые вспышки размножения, нарушения биологических связей в сообществах, асоциальное поведение животных, нарушающее иерархическую структуру популяций. Именно такие животные часто мигрируют из привычного местообитания и начинают осваивать новые пространства. В дестабилизированных популяциях часто возникают вспышки болезней и паразитов.

На стадии *модификации* возникает новое сбалансированное состояние экосистемы. На этой стадии еще возможно восстановление экосистемы.

Стадия *трансформации* проявляется в нарушении целостности структуры экосистемы: распадаются связи между отдельными ее блоками (фито-, зоо-, микробоценоз), а также внутри блоков – растительных и животных сообществ. В ряде случаев процесс распада начинается с местных видов (вплоть до полного исчезновения), в других случаях – с нашествия пришлых видов, заглушающих и вытесняющих представителей местной флоры и фауны. В первом варианте процесса некоторое время сохраняется облик исходной природной экосистемы, во втором – она заменяется антропогенной.

Стадия *деструкции* – это распад природной экосистемы.

В настоящее время на большей части Земли природные экосистемы подвергаются антропогенной трансформации и деструкции. Разрушается эволюционно сложившаяся система закономерных адаптивных связей, обеспечивающая гомеостаз (устойчивость) биосферы. Новый этап развития, связанный с вмешательством человека, ведет к повышению роли стохастических процессов: в ценозах увеличивается удельный вес «сорных» видов флоры и фауны, эврибионтов-антропофилов, ценофобов, теряет свое значение природная иерархическая структура сообществ. С точки зрения теории самоорганизации этот переходный период можно назвать периодом динамического хаоса, который может закончиться либо катастрофой, либо установлением нового устойчивого состояния (в случае прекращения расшатывания системы, восстановления экосистем и сохранения биоразнообразия).

Сейчас становится очевидным, что сохранить биоразнообразие возможно только в том случае, если сохраняется экосистема. При этом в городе следует заботиться о поддержании местообитаний животных и растений, близких к естественным условиям. Этому соответствует модель «экологического каркаса» урбанизированных территорий, которой необходимо руководствоваться при оценке состояния природных компонентов в городе, а также при конструировании искусственных насаждений садово-паркового типа [Симкин и др., 2000].

Организация экологической среды в городе подразумевает сохранение ядра, состоящего из природного городского комплекса и комплекса искусственных насаждений. Экологический каркас должен сформироваться, как замкнутая целостная система, способная к самоподдержанию и самовосстановлению. При этом необходимо сохранить или восстановить основные типы местообитаний, обеспечить пути миграций и убежища для животных. Особенно

важную роль в этом играет сохранение и восстановление русел малых рек в городе [Авилова, 2000].

Садово-парковые ансамбли должны конструироваться, как целостные экосистемы, с таким подбором искусственных посадок, который мог бы обеспечить ее самоподдержание. В такой искусственной экосистеме большое значение имеет модуль, состоящий из фитоценоза, устойчивого комплекса беспозвоночных и орнитокомплекса. Насекомые обеспечивают опыление растений, а некрофилы и почвенные беспозвоночные утилизируют отмершую растительную массу. Птицы и некоторые млекопитающие играют ключевую роль в расселении и восстановлении посадок растений, так как семена многих растений прорастают, только побывав в пищеварительном тракте животных. Так, восстановление дубрав в районе Рыбинского водохранилища оказалось связанным с разносом желудей сойками. Показано, что на Кавказе, благодаря поедкам кабанов, оленей и медведей, поедающих каштаны и желуди, происходит возобновление лесных насаждений, становится возможным прорастание и укоренение семян. Птицы также регулируют численность беспозвоночных, вредных для растений [Симкин и др., 2000].

Природные комплексы, включенные в экологический каркас урбанизированной территории, должны служить резерватами для крупных колоний птиц и сообществ млекопитающих. Искусственные посадки и окружающие город природные экосистемы должны быть связаны с ядром каркаса «зелеными коридорами», это придает всей системе целостный характер и увеличивает ее устойчивость.

Для восстановления этих связей – «зеленых коридоров» – необходимо изменить некоторые правила ухода за зелеными насаждениями: не выкашивать травостой до цветения, не сжигать лиственный опад, исключить фактор беспокойства для животных ночной подсветкой, восстановить придорожные зеленые зоны и тому подобные меры. Необходимо восстанавливать местные виды растительности и охранять еще оставшиеся природные территории, которые не могут быть заменены искусственными насаждениями, не дающими укрытия и кормовой базы для расселяющихся животных. В парках и скверах при преждевременном выкашивании исчезает дикорастущее разнотравье, а с ним – и многие виды бабочек, шмели и другие насекомые. При постоянной уборке листового опада значительно снижается численность дождевых червей, исчезают

подстилочные виды беспозвоночных, нарушается восстановление плодородного слоя почв.

Мозаичная гетерогенная среда города в некоторых случаях способствует даже расширению разнообразия видов, например растений, в значительной степени благодаря видам, завезенным и высаженным в городе. Так, число видов папоротникообразных и цветковых растений в городах Европы выше, чем за их пределами, и в больших городах больше, чем в малых (более 1300 видов и 530–560 видов на единицу площади соответственно). В крупных городах Европы за последние 300 лет увеличение числа видов цветковых растений за счет интродукции превосходит уровень их исчезновения [Sukopp, Trepl, 2000]. К интродукции новых видов, и в особенности животных, следует относиться с осторожностью, так как интродуценты, не имея на новом месте естественных врагов, могут чрезмерно размножиться и вытеснить некоторые местные виды.

Процесс техногенной трансформации лесных природных комплексов может идти по-разному. Происходит преобразование естественных ценозов (борового, таежного, дубравного) в антропогенные (лесной, лесолуговой, луговой, сорно-рудеральный). При этом суммарный эффект загрязнения почв сильно выражен, напочвенный растительный покров в лесу трансформируется в бурьян. Развитие сорно-рудеральной растительности ведет к резкому сокращению видового разнообразия травостоя, но при этом заметно увеличивается фитомасса, и это сохраняет общую устойчивость лесного фитоценоза.

На лесолуговой и луговой стадии дигрессии, наоборот, наблюдается общее ухудшение состояния фитоценоза с потерей устойчивости. Лесные фитоценозы в известной мере могут адаптироваться к антропогенному воздействию с помощью повышения функциональной роли растений нижнего яруса: с нарушением древесного яруса возрастает доля зеленой массы подроста, подлеска, травостоя, что в целом повышает устойчивость экосистемы [Коломыц и др., 2000].

В последние 50–100 лет многие виды птиц и млекопитающих освоили городскую среду. Сформировались синантропные популяции этих животных. Стали заметны некоторые универсальные черты процесса синантропизации, общие для животных различных видов. В результате этого процесса формируются специализированные городские популяции. Их характерными чертами являются: склонность к экспансии и заселению новых урбанизированных

территорий, толерантность к постоянному беспокойству, умение использовать городскую среду для размножения и устойчивого существования.

Процесс начинается с появления первых пар, обладающих способностью использовать мозаичную городскую среду с ее разнообразием биотопов и наличием разнообразной кормовой базы, и быстро приводит к формированию популяции значительного размера. Устойчивость существования животных в городе определяется соотношением риска (вероятность гибели, территориальной конкуренции, затяжного ухудшения условий существования) и способностью уменьшать риск за счет своевременной реакции.

У отдельных особей реактивность проявляется в индивидуальном поведении, у популяции – за счет расселения, освоения новых кормовых ресурсов, убежищ, мест гнездования и поиска партнеров. Биологи считают, что при этом не возникают новые формы поведения, а реализуются в новых изменчивых условиях врожденные видовые свойства. Чем устойчивее генетически детерминированные стереотипы поведения, тем больше шансов у животных выжить в изменчивых условиях города [Фридман и др., 2000].

В городе пресс со стороны специализированных хищников мал, а количество и доступность корма много выше. Там растет средняя продолжительность жизни птиц и млекопитающих, снижается успех размножения за сезон, но увеличивается роль заботы о потомстве и его выживаемость, за счет чего увеличивается численность популяции. Интересно, что у находящихся в постоянном соседстве конкурирующих видов повышается взаимная терпимость, учащаются дружественные и игровые отношения между животными одного статуса, даже в условиях конкуренции, интенсифицируется исследовательская активность [Hurst, Gray, 1998].

## Глава 9. Принципы оценки состояния урбозкосистем

Основным средством контроля качества и состояния городской среды является система мониторинга (непрерывного или планомерного слежения за основными показателями среды). Теоретические основы мониторинга и его практическая организация развиваются с 70-х годов XX в. Комплексный мониторинг охватывает сбор количественных и качественных показателей атмосферы,

пресных и морских вод, почв, организмов, их сообществ и экосистем. При этом целью является обобщение информации, ранжирование изменений, диагностика и экологический прогноз состояния среды. Особенно важно проводить такие наблюдения в городе и в окружающих его природных экосистемах.

На территории Российской Федерации эта система основана главным образом на концепции предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ или предельно допустимых уровней (ПДУ) антропогенных воздействий. Предельно допустимыми считают такие концентрации или уровни воздействия каждого загрязнителя в отдельности, которые не являются повреждающими для тестовых организмов или популяций. Определение токсичности водной и почвенной сред традиционно основывают на химико-аналитических и бактериологических методах определения отдельных поллютантов. Такой подход недостаточен. По реакции живых организмов (биоиндикаторов или биотестов) или сообществ гидро- и эдафобионтов более адекватно определяется комплексное действие множества различных загрязнителей (поллютантов). Живые организмы способны реагировать на весьма низкие концентрации поллютантов, в связи с чем биота может быть подвержена токсическим воздействиям, не регистрируемым техническими средствами. Необходимо иметь в виду, что интегральное действие комплекса загрязнителей (химических и физических воздействий) может вызвать иную реакцию живой системы, нежели каждый из агентов по отдельности. Кроме того, живым организмам и сообществам свойствен кумулятивный эффект, который приводит к резкому изменению состояния в результате накопления эффектов слабых воздействий.

Все более активным в последние годы становится поиск интегральных показателей «экологического качества среды обитания человека», характеризующих природную среду как фактор обеспечения здоровья людей. Поскольку человек адаптирован к современному биологическому окружению, понятие «качество среды» подразумевает сохранение экологического равновесия, т.е. относительной устойчивости видовой структуры экосистем и химико-биологического состава почвенной, водной и наземной среды.

На протяжении ряда последних лет сформировалось самостоятельное направление биологического контроля состояния среды путем биоиндикации и биотестирования [Захаров, 1993; Шуберт (ред.), 1988; Мелехова и др., 1988, 2000; Смуров, 2000].

Биоиндикаторами называют организмы, присутствие, количество или особенности поведения которых служат показателями природных процессов или антропогенных изменений среды их обитания. Многие организмы чувствительны и избирательны по отношению к отдельным факторам среды. Например, по комплексам почвенных животных можно определить типы почв и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека. Совокупность почвенных микроорганизмов и некоторые растения служат биоиндикаторами при поиске полезных ископаемых. По составу флоры и фауны вод, численному соотношению видов судят о степени и характере загрязнения и пригодности воды для употребления человеком, об эффективности очистных мероприятий. Лишайники и некоторые хвойные растения позволяют судить о чистоте воздуха.

Методы биотестирования основаны на оценке физиологического состояния и адаптационного стресса организмов, адаптированных к чистой среде и на время эксперимента помещенных в испытываемую среду. Эти методы также дают информацию об интегральном экологическом качестве среды. Стратегической задачей биоиндикации и биотестирования является экологический прогноз. Цели прогноза обычно связаны с экстраполяцией результатов опытов на качество жизни человека и на изменения показателей биоразнообразия в экосистемах. Оценка среды по системе биотестирования и биоиндикации в каждой точке территории должна базироваться на анализе комплекса видов. Для наземных экосистем – это травянистые и древесные растения, беспозвоночные животные (например, моллюски и членистоногие) и позвоночные животные (земноводные, рептилии, птицы, млекопитающие). Оценка состояния каждого вида базируется на результатах использования системы методов: морфологических (например, регистрации признаков асимметрии внешнего строения), генетических (тесты на мутагенную активность), физиологических (тесты на интенсивность энергетического обмена), биохимических (оценка окислительного стресса у животных и фотосинтеза у растений), иммунологических (тесты на иммунную потенцию).

Также в последнее время развиваются методы экологической диагностики, нормирования и прогноза, основанные на количественной оценке изменений в видовой структуре экосистем в результате различных воздействий. Исследуются изменения обилия видов, трофических группировок, и других подобных показателей. Для каждой системы определяются пределы толерантности –

амплитуда значений абиотических факторов, внутри которой экосистема сохраняет свои основные свойства. Таким образом, предполагается постоянное слежение за состоянием экосистемы не по химическим, а по биологическим показателям [Левич, Федоров, 1978; Максимов, 1991; Максимов и др., 2000].

## **Глава 10. Экологические принципы организации городской среды**

Поскольку большая часть населения Земли обитает в городах, конец XX и начало XXI века стали временем интенсивной разработки и обсуждения моделей «устойчивого развития» городов. Впервые этот термин определен (русский перевод от 1989 г.) в докладе Комиссии ООН по окружающей среде и развитию: «Человечество способно придать развитию устойчивый и долговременный характер с тем, чтобы оно отвечало потребностям ныне живущих людей, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности». Понятие «устойчивого» (самоподдерживающегося) развития широко распространено после конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) и подразумевает программы стабилизации численности населения и объемов промышленного производства, развитие экономики, не разрушающей природу Земли. На той же конференции была принята Конвенция о биологическом биоразнообразии.

В предыдущих главах были рассмотрены основные экологические проблемы городского строительства, связанные с деградацией природных экосистем и уничтожением или вытеснением многих видов живых организмов. Необходимо хотя бы в кратком обзоре представить эти проблемы в контексте мер по организации городского хозяйства [Ишков, 2000].

Первопричиной многих экологических и социальных трудностей в городе является перенаселение и связанное с ним загрязнение среды промышленными и бытовыми отходами. Планирование застройки во многом определяет состояние городской среды. Наиболее приемлема кластерная компактная многоэтажная застройка. Строительство отдельно стоящих небольших домов – способ расточительный с точки зрения земли и ресурсов. Кластерная застройка позволяет сохранить большую часть природного ландшафта, сократить площадь асфальтового покрытия, загрязнение за счет автомобильного

транспорта, существенно уменьшить загрязнение, создаваемое ливневыми водами, стекающими со стройплощадок, сократить энергозатраты на отопление и тепловое загрязнение воздуха, расходы на общественный транспорт и перевозку отходов и, наконец, сократить потери плодородной земли и лесов.

При плановой застройке городской территории необходимо предусмотреть зеленые охраняемые зоны и заповедные зоны в «зеленом поясе» вне городской черты. Составляют кадастры земель с учетом сохранности их природных свойств, перечни основных биологических видов, обитающих в зонах города и пригородов, редкие и исчезающие виды берут под охрану (региональные красные книги). В Красной книге СССР [1978, 1984] содержатся полные сведения о редких и находящихся под угрозой исчезновения видах и всех их биологических особенностях (характеристика мест обитания, репродуктивные процессы, природные враги, конкуренты, болезни, причины сокращения численности и др.). В России занесение вида в Красную книгу означает установление запрета на его добычу и обязательства государственных органов по охране вида и его местообитаний. Известны красные книги отдельных крупных городов (например, Москвы, Берлина, Варшавы). Большую роль в сохранении и восстановлении редких видов играют зоопарки и заповедники. В зоопарках ведется большая работа по разведению животных исчезающих видов.

Из городов бывшего СССР примером рациональной экологической планировки может служить Минск. В нем зеленые насаждения объединены с реками и водоемами в единый водно-зеленый комплекс. Основой композиции зеленых насаждений стала р. Свислочь, русло которой было расширено в центре города с созданием водохранилища. В совокупности с системой парков в различных районах этот «зеленый диаметр» сформировал единую целостную систему, сохраняющую черты природного самоподдерживающегося комплекса [Негробов и др., 2000].

В Москве в настоящее время существуют 94 парка, 427 скверов, 17 лесопарков, озелененные территории составляют 30% общей площади города. Однако многие посадки в плохом состоянии из-за высокого уровня загрязнений и нерационального размещения.

При планировании озеленения городов необходимо учитывать положения Общеввропейской стратегии по биологическому и ландшафтному разнообразию, определяющие основные принципы использования и сохранения биоразнообразия в современных

условиях. Этим принципам в основном соответствует проект Генерального плана развития Москвы до 2020 года в части сохранения и восстановления природного комплекса. Однако экологическая экспертиза этого проекта выявила, что в деталях этого раздела плана не учтены некоторые биологические закономерности [Волкова, 2000]. Необходимо подчеркнуть, например, что искусственные насаждения гораздо менее эффективно формируют и поддерживают среду обитания, нежели природные экосистемы. Поэтому первоочередной задачей в деле сохранения Природного комплекса Москвы является восстановление его проницаемости для биоты, т.е. сохранение биологического разнообразия и создание экологической сети с возобновлением утраченных связей между экосистемами на огромной урбанизированной территории (100 000 га).

Реки в городах долгие годы принимали сточные воды от предприятий и многие из них стали мертвыми. Переход к безотходному производству и современные технологии очистки позволяют восстановить разнообразие гидробионтов и вернуть экосистемам способность к самоочищению. Примером могут служить реки Темза, Рейн, Сена. Большую опасность для рек представляет поверхностный сток. Необходимы очистные сооружения на водовыпусках в реки.

Серьезные трудности в городах связаны с перерасходом воды и нарушением водного баланса территории. Так, Москва потребляет в сутки 7 млн. м<sup>3</sup> воды. Экономия воды в городском хозяйстве позволит сократить водозабор, сделать реки более чистыми и полноводными. Системы канализации – важнейшие в жизнеобеспечении больших городов. Необходимо совершенствовать биологические методы очистки канализационных стоков. Утилизация активного ила на станциях аэрации, где происходит биологическая очистка стоков, – крупная проблема охраны окружающей среды.

Одна из первых проблем в истории городов – это проблема отходов. Все рациональные схемы утилизации отходов предполагают их сортировку. Вторичное использование различных фракций отходов высокорентабельно. Сжигание органических отходов не является перспективным методом, так как он дорог и связан с нерациональным потреблением кислорода, выбросом углекислого газа и образованием токсичных продуктов. Биотехнологические методы позволяют разлагать органическую массу и получать биогаз, компост и некоторые спирты, которые могут служить добавками к моторному

топливу. Неорганические отходы должны полностью утилизироваться как вторичное сырье. Например, добавление порошка из отработанных автомобильных шин увеличивает долговечность асфальтовых покрытий.

Значительная доля загрязнения городской среды связана с автомобильным транспортом. Во многих городах мира предпринимают меры по сокращению использования личного автотранспорта в черте города и развитию более экологически безопасных видов общественного транспорта (троллейбусы, трамваи). Во всем мире автомобили выпускают с катализаторами, снижающими токсичность выхлопных газов. Кроме того, работают над заменой традиционного углеводородного топлива на электро-, водородные и спиртовые варианты. В Бразилии больше половины автомобилей работают на этиловом спирте. Фирма «Тойота» серийно производит автомобили, которые на загородной трассе потребляют бензин, а в черте города работают на электроаккумуляторах.

## Заключение

Быстрое развитие процесса урбанизации, экспоненциальный рост численности населения Земли и промышленного производства поставили под угрозу важнейшую функцию биосферы – устойчивое поддержание систем жизнеобеспечения. Нарушение биогеохимических циклов и баланса продукции и деструкции органического вещества в экосистемах, измененных хозяйственной деятельностью людей, делает экосистемы неустойчивыми. Стабильность экосистем коррелирует с биоразнообразием; при этом важно и разнообразие видов в системе, и функциональное разнообразие биологических отношений и экологических ниш, и генетическое разнообразие особей одного вида [Одум, 1986]. Таким образом, благодаря разнообразию элементов реализуются адаптивные возможности системы.

Влияние урбанизации на природные экосистемы при быстром стихийном росте городов складывается иначе, чем при планомерном постепенном развитии города, в особенности в случае учета экологических факторов. При строительстве неизбежно прямое разрушение местообитаний, вытеснение многих видов, потеря стабильности всей региональной экосистемы. Тем не менее, разумное планирование городской застройки позволяет обеспечить кормовую базу, сохранение и создание зеленых массивов, приемлемые условия

существования для видов, толерантных к присутствию человека, регенерацию окружающих город природных экосистем. Мозаичность городской среды и поддержка человеком в некоторых случаях даже стимулирует повышение биоразнообразия.

Необходимым условием поддержания комфортности городской среды для человека является сохранение значительных открытых пространств в городе и вокруг него. Ю.Одум (1986) выделяет три типа элементов жизнеобеспечения для гетеротрофной системы промышленно-городского типа (рис. 3):

- «продуктивные экосистемы» – посевы, пастбища, эксплуатируемые леса и водоемы;
- зоны переработки отходов (полуестественные экосистемы) и, наконец;
- защитное кольцо природных экосистем – старых лесов, степей, побережий и водных пространств, обеспечивающих стабилизацию среды обитания человека, служащих буферами в круговоротах воздуха и воды, смягчающих температурный режим и прочее.

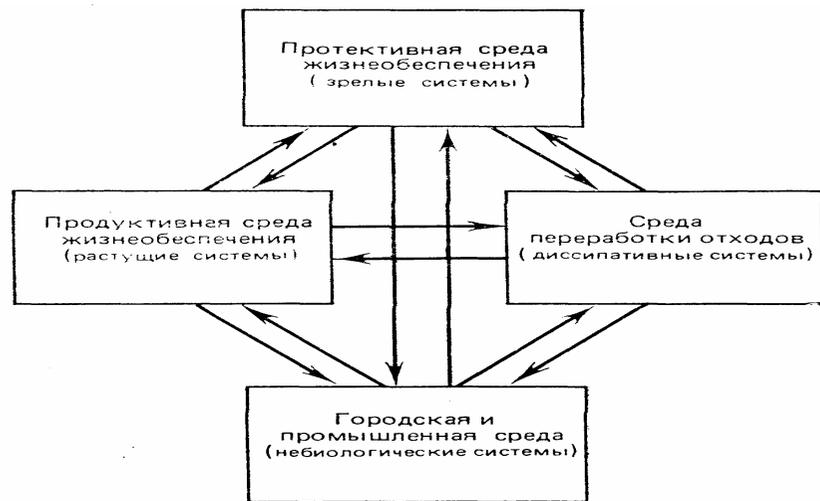


Рис. 3. Блоковая модель к планированию использования окружающей среды в соответствии с теорией экосистемы [Ю. Одум, 1986]

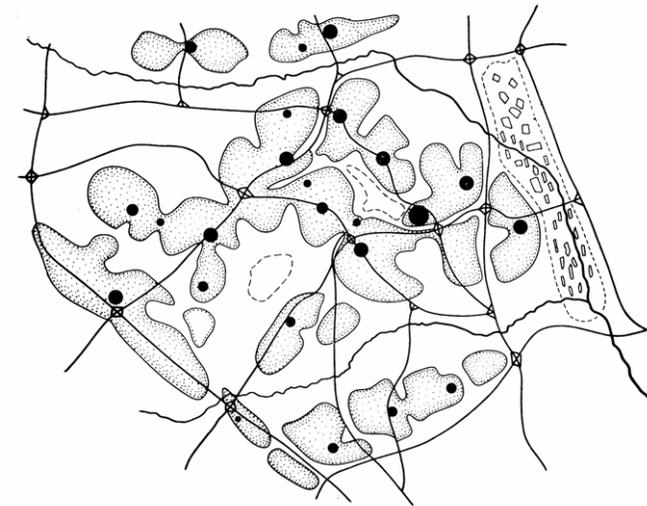


Рис. 4. Планирование ландшафта, сохраняющее его разнообразие (по Ю. Одум, 1986).  – свободное пространство;  – плотная застройка;  – менее плотная застройка;  – зона промышленности и переработки отходов

Расчеты показывают, что экономически и энергетически выгоднее сохранить нетронутыми «зеленые зоны», чем производить большие затраты на искусственное обеспечение комфортной среды для людей в городе. При этом соотношение хозяйственно освоенных и «зеленых» пространств должно быть примерно 1:3 (рис. 4).

Известны примеры реализации проектов «Экополисов» или «Экосити». Это г. Колумбия (штат Мэриленд, США), г. Куритиба (Бразилия) и другие примеры. Многие ученые, архитекторы, дизайнеры, политики стремятся реализовать принципы «Экоразвития» (экономического и социального развития общества, не разрушающего природу). В отечественной практике – это многолетняя исследовательская и практическая работа по программе «Экополис» (см. материалы III международной конференции по программе, 2000), проекты «Экокварталов» и целых городов (например, академгородок Пушкино-на-Оке). В таких проектах требования охраны природы, ресурсосбережения и сохранения биоразнообразия поставлены на первый план и определяют городскую застройку и хозяйственную организацию [Негробов и др., 2000].

Необходимо подчеркнуть, что в реализации всех этих идей и проектов решающую роль играет систематическое формирование экологической культуры всего общества и каждого отдельного человека. Если большая часть XX в. прошла под флагом эйфории от технологических успехов, то теперь все большее количество людей понимают, что сама возможность жизни на планете обеспечивается сложившейся в биосфере за тысячелетия скоординированной жизнедеятельностью множества разнообразных биологических видов. Такое мировоззрение может быть названо «биоцентрическим» (проф. М.В. Гусев) в отличие от «антропоцентрического», которое ставит человека в центр природы и всего мироздания. Человек должен изменить привычную систему ценностей, ориентированную на комфорт и потребление. Подобное изменение – проблема огромной важности и сложности – требует срочного коренного пересмотра и глубокого реформирования всей системы воспитания и образования настоящего и будущих поколений.

Важнейшее место в программе действий в области «экоразвития» (или «устойчивого развития») занимает всеобщее экологическое образование и воспитание, первостепенное значение которого определяет известная формула:

$$\text{Экологическая безопасность} = \frac{\text{Уровень экологического сознания}}{\text{Численность населения} \times \text{Уровень потребления}}$$

Приведем слова автора одного из лучших современных учебников экологии, Ю. Одума, «Когда «наука о доме» (Экология) и наука о ведении домашнего хозяйства (Экономика) сольются, и когда предмет Этики расширит свои границы и включит в себя наряду с ценностями, производимыми человеком, ценности, создаваемые природой, тогда мы на самом деле сможем стать оптимистами относительно будущего человечества».

## Литература

1. Авилова К.В. Проблемы и эффекты сопряженного развития природных и техногенных систем: научный и прикладной аспекты // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III

- международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 120–122.
2. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития. М.: Рос. эконом. академия, 1994.
  3. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. Гиляров М.С. М., 1989.
  4. Волкова Л.Б. Опыт экологической экспертизы концепции устойчивого развития в проекте Генерального плана развития Москвы до 2020 года // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 131–136.
  5. Воронецкий В.И. Ландшафтно-исторический анализ авифауны московской городской агломерации // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 155–158.
  6. Голубев Г.Н. Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999.
  7. Горыцына Т.К. Растения в городе. Л.: ЛГУ, 1991.
  8. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995.
  9. Григорьевская А.Ф., Хрипякова В.Я., Быковская О.П. Анализ флоры г. Воронежа // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. Воронеж, 1996. С. 236–238.
  10. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. М.: Мир, 1990. Т. 1.
  11. Добровольский Г.В. Почва. Город. Экология / Под ред М.Н. Строгановой. М., 1977.
  12. Животова Е.Н. Экосистемный аспект изучения и эксплуатации Воронежского водохранилища // Комплексное изучение, использование и охрана Воронежского водохранилища (Научно-практич. конф.). Воронеж, 1996. С. 53–55.
  13. Зарубин Г.П., Новиков Ю.П. Гигиена города. М.: Медицина, 1986.
  14. Захаров В.М. Биотест. М., 1993.
  15. Ишков А.Г. «Экозащитные» технологии в городской среде // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 61–63.
  16. Кавтарадзе Д.Н. Экополис как естественнонаучная концепция среды обитания человека // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 14–16.

17. Коломыц Е.Г., Керженцев А.С., Глебова О.В. Механизмы трансформации лесных экосистем в высокоурбанизированной среде // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 110–113.
18. Леонтьева О.А. Состояние фауны земноводных и пресмыкающихся в г. Москве // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 172–173.
19. Левич А.П., Федоров В.Д. Экспликация понятия нормы и целостные свойства экосистем // Человек и биосфера. М.: МГУ, 1978. Вып. 2. С. 3–16.
20. Максимов В.Н. Проблемы комплексной оценки качества природных вод (экологические аспекты) // Гидробиологический журнал. 1991. Т. 27. № 3. С. 8–13.
21. Максимов В.Н., Булгаков, Н.Г. Левич А.П. Качественные методы экологического контроля: диагностика, нормирование, прогноз // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 79–83.
22. Марфенина О.Б. Антропогенные изменения комплекса микроскопических грибов в почве // Автореф. дисс. М.: МГУ, 1999.
23. Мелехова О.П., Лимаренко И.М., Коссова Г.В., Козлов Ю.П., Бейм А.М. Биоиндикация стоков промышленного производства целлюлозы методом радикальной полимеризации // Научные доклады высшей школы. 1990. № 5. С. 9–15.
24. Мелехова О.П., Силина Е.К., Фокин В.С. Экспресс-метод биотестирования вод по метаболическому критерию. М.: РГОТУПС, 2000.
25. Мелехова О.П., Коссова Г.В., Падалка С.М. Определение качества воды в городских водоемах и питьевых источниках // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 238–239.
26. Мильков Ф.К. Городские ландшафты: структура, экология, вопросы изучения // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. Воронеж: ВГУ, 1997. С. 4–9.
27. Негроров О.П. Основы экологии и природопользования. Гидросфера. Воронеж: ВГУ, 1997.
28. Негроров О.П., Жуков Д.М., Фирсова Н.В. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города // Воронеж: ВГУ, 2000.
29. Новиков Г.В., Дударев А.Я. Санитарная охрана окружающей среды современного города // Л.: Медицина, 1978.
30. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. М.: МГУИЭ, 2000.
31. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986.
32. Реймерс Н.Ф. Экология. М.: Россия молодая, 1994.
33. Рысин Л.П. Лесные экосистемы Москвы, их состояние и прогноз // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 142.
34. Симкин Г.Н. Антропогенная трансформация фауны и преобразование естественных экосистем // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 105–106.
35. Симкин Г.Н., Кавтарадзе Д.Н., Фридман В.С. О функциональной классификации природных экологических комплексов большого города и проблеме урбанизированных территорий // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 106–108.
36. Смуров А.В. Биологические методы диагностики среды обитания // Экологическая диагностика (серия «Безопасность России») / Под ред. В.Г., Ключева. МГФ «Знание». М.: Машиностроение, 2000. С. 391–404.
37. Соколов Л.И., Шатуновский М.И., Соколова Е.Л., Цепкин Е.А., Пегасов В.А., Кистенев А.Н. Рыбы в мегаполисе // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 171.
38. Строганова М.Н., Прокофьева Т.В. Почва как основа устойчивости функционирования городских экосистем // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 113–116.
39. Чичев А.В. Флора малых рек г. Москвы // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 142–144.
40. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1997.

41. Шуберт Р. (ред.) Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1988.
42. Sukopp, H., Trepl, L. Городская экология – биологическая наука и новая область городской политики и планирования (Stadtökologie als biologische Wissenschaft und als politisch-planerisches Handlungsfeld) // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАМН, 2000. С. 108–110.

## **Раздел V .современные проблемы сохранение и восстановления популяций редких птиц**

### **Введение**

#### [Обратно в содержание](#)

К отряду дневных хищных птиц относятся около 290 видов, которые объединяют в три семейства. Экологически это очень разнообразная группа, включающая как виды с широким кормовым спектром, так и узкоспециализированные, распространенные космополитически или очень локально. Они населяют арктические тундры и пустыни, горы и тайгу, устраивая свои гнезда на скалах и деревьях, тростниковых заломах и крышах многоэтажных зданий. Многолетние гнезда одних видов представляют собой впечатляющие сооружения, у других – это просто ямка в земле, лишенная выстилки. У большинства видов самцы и самки окрашены сходно. Половой диморфизм обычно выражается в более крупных размерах самок, что отражает распределение ролей в насиживании яиц, выкармливании и воспитании молодых.

Все хищные птицы моногамны, т.е. пары у них образуются на всю жизнь. Как правило, размножаются хищные птицы один раз в год. Число яиц в кладке от 1–2 у крупных видов (гриф, орел, орлан) до 6–7 и даже 9 – у мелких (пустельга, ястреб-перепелятник). Хищные птицы относятся к числу долгожителей, известны случаи, когда в зоопарках ястреб-тетеревятник жил 25 лет, беркут – 50, а кондор – 70 лет.

Птенцы хищников развиваются по птенцовому типу: вылупляются из яиц хорошо опушенными, зрячими, однако нуждаются в длительном пребывании в гнезде, обогреве и защите родителей. Они не способны самостоятельно питаться и самостоятельность приобретают, лишь вылетев из гнезда.

Абсолютно все виды хищных птиц относятся к категории особо охраняемых. Одни из них, например крупные соколы, орлы, орланы, занесены в Красную книгу России как редкие или исчезающие виды и охраняются на федеральном уровне. Из 45 видов соколообразных российской фауны в Красную книгу России занесено 23 вида, т.е. более 50% всего списка. Другие представители отряда – ястреба, коршуны, канюки, мелкие соколы и т.д. не представляют большой редкости, их охрана и использование регулируется на уровне

субъектов Федерации. Целиком вся группа хищных птиц занесена в Приложение к Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), и Россия, являющаяся стороной этой конвенции, несет международные обязательства по сохранению этих птиц. В федеральном законодательстве и законодательстве субъектов Федерации за причинение вреда популяциям соколообразных установлена как административная, так и уголовная ответственность.

Настоящий раздел посвящен проблемам охраны хищных птиц с акцентом на ее современные аспекты, не находившие достаточного освещения в научно-методической литературе. В основу положены многолетние исследования, проводимые на базе Всероссийского научно-исследовательского института охраны природы. За помощь при подготовке раздела автор приносит искреннюю благодарность профессору В.Е. Флинту, а также сотрудникам «Русского соколиного центра» А.И. Бороздину и Н.Н. Михайловой.

## **Глава 1. Хищные птицы: новейшая история**

Хищные птицы являются уникальной группой животных, по отношению к которой человек на протяжении истории испытывал диаметрально противоположные чувства – от поклонения и обожествления до полного неприятия и ненависти. Последнее подтверждается длительным целенаправленным легальным уничтожением «вредных хищников». Во многих странах это был организованный процесс, когда за отстрел орлов, ястребов, соколов, других пернатых хищников выплачивались вознаграждения. Так, в США с начала 20-х до начала 60-х годов XX в. было уничтожено 127 тыс. белоголовых орланов. В Австралии с конца 20-х до начала 50-х – около 150 тыс. клинохвостых орлов. В Германии, Австрии, Финляндии в этот период отстреливалось по 10–20 тыс. хищных птиц в год. В СССР в пред- и послевоенные годы ежегодно добывалось до 150 тыс. особей.

Период вопиющей экологической безграмотности закончился только в 60-е годы XX в. В США законодательный запрет на отстрел хищных птиц был введен в 1962 году. В СССР такой запрет был установлен в 1964 году в РСФСР, а затем и в других союзных республиках.

Период после второй мировой войны ознаменовался массовым применением разнообразных химических веществ в сельском и

лесном хозяйствах. Особой популярностью и распространением пользовался препарат ДДТ, который считался неопасным для теплокровных животных. Однако, как выяснилось значительно позже, такое заключение страдало излишней поспешностью. Для жизни природы роковая роль ДДТ, а затем и многих других химических препаратов определялась тремя их качествами. Во-первых, все эти вещества, получившие обобщенное название пестицидов, обладали большой стойкостью и могли храниться в природе многие и многие годы без изменения своих химических свойств. Во-вторых, растворяясь в жирах, они могли в виде метаболитов аккумулироваться в тканях животных и, таким образом, увеличивать концентрацию по мере перехода от одного трофического уровня к следующему. И наконец, распространяясь с мигрирующими животными, а также с перемещениями водных и воздушных течений, они широко распространились по планете и стали проявляться в регионах, сильно удаленных от мест их использования.

Действие высоких концентраций химических веществ различного состава на организм хищных птиц проявлялось по-разному. Прежде всего, наиболее высокие концентрации оказывались летальными сами по себе и вызывали гибель взрослых птиц. Далее под влиянием химических веществ резко снижалась продуктивность хищных птиц, а иногда размножения вообще не происходило. И, наконец, при сравнении со старыми, коллекционными материалами было установлено, что скорлупа яиц хищных птиц истончается, что приводит к ее механическому разрушению.

Первый сигнал тревоги раздался из Шотландии. В конце 40-х годов ученые заметили, что резко понизилась плодовитость беркутов: вместо двух, а то и трех яиц в кладках стало появляться только по одному яйцу. Следующий симптом оказался еще более тревожным: птицы, отложившие яйца, не могли довести их насиживание до конца. Примерно в середине периода инкубации скорлупа яиц не выдерживала соприкосновения с лапами птицы и гнездовой подстилкой. Впервые было высказано подтвердившееся впоследствии предположение о том, что это явление связано с отравлением ядохимикатами.

Почти синхронно в начале 50-х годов началось падение численности сапсана на всем ареале этого сокола. Оно достигло максимума в 70-х годах. В США к востоку от Миссисипи сапсан вообще полностью исчез, в других районах его численность сократилась на 40–90%. С

1970 года была начата специальная программа по восстановлению вида.

В Европе положение сапсана складывалось похожим образом. В России в относительно благополучном состоянии сапсан сохранился только в тундрах, хотя численность его в 60–70-х годах заметно сократилась. В других же районах он стал редкостью. В Подмосковье, например в Лосином острове, последнее гнездование отмечено в 1968 году.

Очень серьезной проблемой для хищных птиц оказалось массовое строительство линий электропередачи, особенно в степных и полупустынных районах. Исследования, проведенные в начале 80-х годов в СССР показали, что только в Казахстане и Калмыкии ежегодно на проводах гибло около 200 тыс. хищных птиц, половина из которых были орлы. Похожая ситуация складывалась и в США, и в других странах.

Среди прочих факторов негативного воздействия на популяции следует упомянуть оологическое коллектирование и добывание хищных птиц в таксидермических целях, однако их роль в последнее время незначительна. Гораздо более актуальна проблема незаконного изъятия из природы птиц для соколиной охоты.

В середине 60-х годов природоохранные общества и научные круги стали относиться к клубам и ассоциациям сокольников очень настороженно. Основные обвинения со стороны ученых состояли в том, что при современной низкой численности хищных птиц в природе изъятие их для нужд сокольников недопустимо. Однако дискуссии, разгоревшиеся между противниками и сторонниками соколиной охоты, привели к нескольким неожиданным результатам: они высветили реальные возможности тесного сотрудничества между представителями этих двух лагерей.

Благодаря творческому союзу природоохранных, научных и сокольничих организаций синтезировались совершенно новые тенденции и направления работ по сохранению и восстановлению популяций хищных птиц. Важнейшим из таких направлений было разведение хищных птиц в вольерных условиях с последующим выпуском их в природу для поддержания ослабленных и восстановления исчезающих популяций. И здесь вклад сокольников в охрану хищных птиц несомненен.

Ситуация с соколиной охотой обострилась к концу 80-х годов XX в. К этому времени в бурно развивающихся странах Персидского залива традиционная охота с ловчими птицами превратилась в одно из самых

престижных занятий и цены на соколов стали очень значительными, а спрос почти не лимитированным. Вольерное разведение могло поставить на арабский рынок лишь небольшую часть востребованных соколов, относящихся к особо охраняемым видам – балобанов, кречетов и сапсанов. Это стимулировало развитие торговли нелегально добытыми птицами, наиболее ценные формы которых гнездились на территории СССР.

Последствия не замедлили сказаться. Так, в некоторых регионах Казахстана было утрачено до 80–90% популяции балобана.

Похожая картина отмечалась в Киргизии, Туркмении, Узбекистане. Постепенно, с оскудением среднеазиатских популяций, волна браконьерства переместилась на российскую территорию, и прежде всего на Алтай. В последние годы активно осваиваются популяции кречета на Камчатке, Чукотке и других северных регионах. И здесь потери природных популяций очень серьезны.

Проблема борьбы с контрабандой хищных птиц, наносящей не только непоправимый вред природе, но и существенный денежный (да и моральный) ущерб государству, достаточно сложна. Очевидно, что только ужесточением запретительных мер положение не исправить, нужны новые механизмы, основанные на концепции устойчивого (неистощительного) использования природных ресурсов, привлечение к решению проблемы местных сообществ и природоохранной общественности.

Одним из важнейших результатов активизации борьбы за охрану природы и международных усилий можно считать установление в большинстве развитых стран запрета на использование наиболее токсичных пестицидов, в первую очередь ДДТ. (В Советском Союзе применение ДДТ было официально запрещено с 1974 года). Вторым результатом – интенсивное развитие или совершенствование законодательства, заключение ряда международных конвенций. Во многих странах возникли и были приняты специальные законы об охране хищных птиц. Создались благоприятные условия для начала планомерного восстановления их популяций, разработки новых форм их сохранения и восстановления, реализации научно обоснованной стратегии охраны соколов, орлов и других хищных птиц.

## **Глава 2. Вольерное разведение хищных птиц**

Характерной чертой современности является то, что пассивная охрана любых природных объектов сейчас уже недостаточна.

Вольерное разведение и реинтродукция птиц или других животных в природу – новая, прогрессивная, активная форма природоохранной деятельности и в отношении хищных птиц, особенно сокола-сапсана, это доказано как нельзя более ярко и убедительно. Разведение в искусственно созданных условиях не только представляет собой надежное средство сохранения генофонда, но и служит базой для научных исследований, создания резерва птиц, которых можно использовать в соколиной охоте и других прикладных целях без ущерба для природных популяций.

Вольерное разведение хищных птиц, зародившееся еще в 60-х годах как средство получения птиц для соколиной охоты, в 70-х годах приобрело массовый характер и начало развиваться на технологической основе во многих странах мира. Особого успеха добились ученые и сокольники США под руководством профессора Корнелльского университета Томаса Кейда. Интенсивно развивается эта отрасль охраны хищных птиц в ФРГ, Англии, других странах. Насколько успешными оказались эти пионерные работы, можно судить по следующим примерам. В 1942–1943 годах впервые потомство от сапсанов получено известным немецким сокольником Ренцем Валлером – всего два выводка. В 1972–1976 годах в Корнелльском университете, в питомнике Фонда сапсана, выращено 137 сапсанов, а к 1986 году общее число этих соколов, выращенных в вольерах, составило уже более 4000 птиц.

Успешность и эффективность этой новой формы сохранения хищных птиц обусловлена введением целого арсенала новых приемов – разработки сбалансированных рационов, использования искусственного фотопериодизма и гормональных препаратов, разработки техники искусственной инкубации яиц, применения новых лечебных препаратов, выявления способов раннего определения пола и генетического контроля. Одно из главнейших достижений – введение в практику искусственного осеменения. Да и в области конструкции и оборудования вольер, других технологических моментов знания значительно расширились. Все это положило начало научным основам разведения редких видов с достаточно высоким коэффициентом полезного действия. Число специальных питомников редких видов в мире неуклонно растет. В рамках Международного союза охраны природы (МСОП) функционирует даже специальная рабочая группа по вольерному разведению.

## 2.1. Отлов, транспортировка и содержание хищных птиц

Все вопросы, связанные с вольерным разведением такой группы, как хищные птицы, достаточно жестко регламентируется существующим законодательством. К важнейшим документам в этой области относятся: Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), Конвенция о биологическом разнообразии, законы Российской Федерации «О животном мире», «Об охране окружающей среды», а также ряд постановлений Правительства Российской Федерации и другие нормативные акты развивающие эти документы. Отлов хищных птиц. Добывание видов хищных птиц, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, допускается в исключительных случаях на основании разрешения, выдаваемого Министерством природных ресурсов Российской Федерации. На добывание видов, не занесенных в федеральную Красную книгу, разрешения выдаются территориальными органами МПР России (комитетами природных ресурсов субъектов Федерации) по месту отлова.

Для получения разрешения на отлов юридические и физические лица представляют следующие сведения:

- сведения о заявителе (для физических лиц – паспортные данные, для юридических лиц – реквизиты);
- название вида (русское и латинское);
- предполагаемый способ отлова;
- орудия добывания (сети, ловушки, иммобилизирующие средства и т.д.);
- место добывания (субъект Российской Федерации);
- предполагаемый срок добывания (год, квартал или месяц);
- цель добывания;
- сведения об условиях транспортировки, передержки и дальнейшего содержания отлавливаемых птиц;
- лицо, ответственное за добывание (Ф.И.О., должность).

При получении лицензии на добывание объектов животного мира на территории государственных природных заповедников, национальных природных парков, заказников и других особо охраняемых природных территориях и их охранных зонах, необходимо также согласование с администрацией этих учреждений. Транспортировка хищных птиц. Пересылка биологических объектов должна осуществляться на основе Рекомендаций для отправителей, перевозчиков и импортеров диких животных и растений,

составленных на основании «Справочников по транспортировке и подготовке к отправке живых животных» и «Руководящих указаний для отправителей, перевозчиков и импортеров диких животных и растений», изданных Секретариатом СИТЕС. При перевозке хищных птиц необходимо выполнять следующие положения.

Как правило, транспортировке подлежат только животные, находящиеся в хорошем состоянии. В исключительных случаях, при наличии ветеринарного разрешения, могут транспортироваться животные в неудовлетворительном физическом состоянии. В таких случаях животные должны сопровождаться квалифицированным ветеринаром или специально обученным сопровождающим.

Обездвиживания животных следует избегать из-за опасности побочных эффектов действия препаратов и повышенной травматичности иммобилизованных особей. При необходимости обездвиживания обеспечивается ветеринарное сопровождение животных.

Вмешательство сопровождающего персонала при транспортировке, во избежание стрессирования животных, допускается в крайних случаях, таких, как острые заболевания, падеж и т.д. Заболевшие животные, по возможности, должны быть изолированы, а павшие удалены из контейнера. Заболевшие и погибшие животные подвергаются ветеринарному освидетельствованию для определения инфекций.

Жестких требований по материалам для изготовления контейнеров не предусмотрено. Контейнер должен иметь прочную каркасную основу (раму), предпочтительно деревянную. Внутренняя поверхность контейнера должна быть свободной от торчащих гвоздей, болтов, проволоки и других острых предметов. Внутренние покрытия (краска, пропитка и др.) не должны содержать токсичных или раздражающих веществ.

Важнейшее условие успешной транспортировки хищных птиц – хорошая вентиляция контейнера. Все стены и крыша снабжаются вентиляционными отверстиями. Их размер должен быть достаточно мал, чтобы не допускать высовывания оперения, когтей или других частей тела. В ряде случаев отверстия покрываются защитной сеткой. Все наружные плоскости контейнера должны иметь выступающие ребра, препятствующие перекрыванию вентиляционных отверстий при плотном складировании груза.

Для птиц семейства ястребиных в контейнере желательно устраивать насесты, причем таким образом, чтобы хвостовое

оперение не касалось пола контейнера. Для соколов насесты не обязательны, однако пол должен быть покрыт подстилочным гигроскопичным материалом (сухие стружки и т.п.). Лучшей подстилкой является пластиковый массажный коврик типа «Астротурф». Размеры контейнера должны исключать попытки полета.

Хищные птицы (кроме мелких видов) могут обходиться без пищи и воды 1–2 суток. При коротких перевозках перед транспортировкой их не следует кормить, чтобы избежать загрязнения контейнера пометом. Документы и другая необходимая информация, упакованные в прочные водонепроницаемые пакеты, должна быть прочно прикреплена к контейнеру.

**Содержание хищных птиц в питомниках.** Многолетний опыт показал, что одной из самых надежных мер сохранения генофонда редких и находящихся под угрозой исчезновения животных является разведение этих видов в искусственно созданных условиях – в специальных питомниках. В настоящее время в этих целях в России созданы и создаются центры (питомники) по разведению хищных птиц. В зависимости от профиля, задач и направлений работы выделяется несколько типов питомников.

*Комплексные питомники.* Создаются при крупных научно-исследовательских учреждениях, разрабатывающих общие проблемы охраны природы, и в частности животного мира. В таких питомниках могут содержаться животные, относящиеся к различным систематическим группам. Создание комплексного питомника предусматривает наличие большой территории, значительного и высококвалифицированного штата научных сотрудников различных специальностей и обслуживающего персонала, разнообразного современного оборудования и, естественно, крупного финансирования.

*Специализированные питомники.* Наиболее распространенный тип. Объектами разведения являются крупные систематические единицы типа отряда или семейства, причем наравне с редкими содержатся и разводятся обычные многочисленные виды. Они служат моделями для отработки методик разведения редких видов птиц, используются как наседки и демонстрируют разнообразие группы в программах по экологическому образованию.

*Профилированные питомники.* Предназначены для разведения какого-либо одного редкого или исчезающего вида.

**Регистрация.** Если деятельность питомника по разведению хищных птиц не выходит за пределы одного субъекта Федерации, его регистрация производится в территориальном органе Министерства природных ресурсов Российской Федерации по данному субъекту Федерации. Если питомник осуществляет обменные или торговые операции с другими субъектами Федерации или другими государствами, его регистрация производится в Министерстве природных ресурсов России.

Для регистрации заявитель направляет в соответствующую организацию следующие сведения:

- заявление о предполагаемой деятельности организуемого питомника;
- устав организуемого питомника;
- свидетельство регистрационной палаты о праве осуществления хозяйственной деятельности;
- договор аренды или документы о праве собственности на земельный участок и помещения;
- свидетельство о постановке на учет в налоговом органе;
- ветеринарное регистрационное удостоверение;
- информацию о состоянии материально-технической базы;
- информацию о нормативно-методическом обеспечении;
- справку-свидетельство о квалификации сотрудников.

**Получение ветеринарного удостоверения.** Ветеринарное удостоверение выдается государственным ветеринарным инспектором по месту регистрации (нахождения) питомника на основании акта, составленного комиссией, включающей представителей государственной ветеринарной службы, и заявителя.

В акте описывается местоположение Центра спасения, размер и устройство территории, состав сооружений. Помимо этого в акте отмечается наличие коммуникаций и их характер: водопровод (горячее и холодное водоснабжение); отопление, его характер (печное, водяное и т.п.) и система регуляции; канализация, ее наличие и система обеззараживания стоков. Обязательно отмечается наличие помещений и оборудования для содержания животных, специально оборудованного ветеринарного кабинета, наличие холодильных камер и кормокухни, включая ее оборудование, помещения для хранения дезинфицирующих растворов и средств, наличие транспортных средств, системы организации утилизации отходов и павших животных.

**Мечение.** Все хищные птицы, поступающие в питомник или рождающиеся в нем, получают индивидуальную метку, в максимальной степени позволяющую идентифицировать данную особь. Применение стандартных орнитологических колец нецелесообразно, поскольку целью изготовления таких колец является изучение миграции и других аспектов биологии птиц в состоянии естественной свободы. Кроме того, мечение вольерных хищных птиц этими кольцами допускает вероятность их потери птицами, а также перестановки колец на других особей.

Питомник должен снабжаться централизованно изготовленными металлическими кольцами в соответствии с разными размерными группами птиц. Применяются кольца двух типов: неразъемные и кольца со штифтовым замком. Неразъемные кольца надеваются на рожденных в питомнике птенцов в возрасте до 10 дней (после выростания птенца кольцо не может быть снято с лапы). Кольца со штифтовым замком надеваются на поступающих в питомник взрослых птиц. Надетое разъемное кольцо заштифтовывается и также не может быть снято с живой птицы и переставлено на другую.

На кольцах указывается код питомника, номер птицы по журналу движения поголовья.

Особо ценных птиц целесообразно метить с использованием микрочипов, вводимых подкожно или внутримышечно. Такое мечение дает возможность идентификации птиц, не имеющих внешних признаков мечения.

В отдельных случаях на хищных птиц питомника может составляться генный паспорт на основе метода геномной дактилоскопии. Это позволяет абсолютно точно идентифицировать данную особь и подтверждает ее родственные связи.

## 2.2. Технология вольерного разведения хищных птиц

Здесь приводятся сведения, необходимые для разведения прежде всего крупных соколов, что, в первую очередь, связано с актуальностью работ по сохранению этой группы хищных птиц и наибольшим опытом, накопленным в ее вольерном разведении.

**Вольеры.** При выборе размеров репродуктивных вольер мы неизбежно сталкиваемся со следующим противоречием. С одной стороны, очевидно, чем размеры вольер крупнее, тем условия для размножения птиц лучше, особенно при естественном спаривании, поскольку для многих групп пернатых хищников свойственны брачные демонстрационные полеты, требующие значительного

пространства. С другой стороны, большие вольеры соорудить труднее, да и расходы при этом увеличиваются. Теоретически оптимальной по размерам будет наименьшая вольера, где птица сможет реализовать свои репродуктивные возможности. На практике не всегда следуют такому подходу отчасти из-за недостатка нужных сведений по биологии разводимых видов, отчасти из-за наличия готовых построек, которые легко переоборудовать в вольеры, наличия доступного материала или по иным соображениям. В этом отношении интересен пример соколиного центра Хельвесик в ФРГ. Его владелец Эгон Мюллер, в прошлом пчеловод, использует вольеры, изготовленные по образцу пчелиных сот. Каждая вольера представляет собой шестигранник диаметром 20 м с глухими дощатыми стенами высотой 4 м. Верх затянут капроновой делью. Вольеры объединены в блоки, подобно ячейкам сот. В смежных стенах имеются двери, соединяющие соседние помещения. Использование пчелиного рационализма позволило значительно снизить расход материала на единицу полезного объема. Центр специализируется на разведении кречетов, свои успехи в этом деле Э. Мюллер во многом относит на счет крупных размеров вольер и их формы, позволяющих птицам много летать.

Другие зарубежные центры (и их большинство) развиваются в несколько ином направлении. К их числу относится широко известный «пионерный» питомник в США – центр Корнелльского университета (Итака), на базе которого много лет успешно действовал Фонд сапсана (позднее Фонд сапсана создал собственный центр в Бойзе, штат Айдахо).

Сооружения Корнелльского питомника представляют собой вольерный блок длиной 69,2 м и шириной 14,3 м. Два ряда по 20 вольер располагаются по обе стороны от центрального коридора, имеющего два этажа. Каждая вольера выходит в верхний и нижний коридоры. Нижний, отапливаемый, соединяется с вольерами дверьми с глазками для наблюдений и отверстиями для кормления. Верхний коридор не отапливается, его используют в основном для наблюдений. Вольеры оборудованы и небольшими дверями в гнездовые ниши. Стены и пол галереи покрыты звукоизолирующим материалом. Крыша блока двускатная, в кровле каждой вольеры есть полупрозрачная стеклопластиковая панель 3 x 0,9 м. Длина вольер – 6 м, ширина – 3 м, высота у внутренней стены – 6 м и у наружной – 4,2 м. Такие размеры близки к минимальным при естественном спаривании птиц размером до кречета. Задняя и боковые стены

глухие, лицевая забрана вертикальной решеткой из прутьев толщиной 1,3 см с промежутками в 6,2 см. Решетка перекрывается металлической сеткой, отстоящей от нее на 15 см. Весь блок обнесен металлическим забором с козырьком из колючей проволоки.

Целенаправленная работа по вольерному разведению хищных птиц у нас в стране началась более 20 лет назад. В 1978 году в питомнике Киргизского объединенного госохотхозяйства на Иссык-Куле А.А. Шалной было получено первое потомство от балобанов. Вольеры в этом питомнике представляли собой элементарные конструкции из деревянных опор и сетки. Все стены были затянуты металлической зверовой сеткой с ячейей 30 мм, верх покрыт капроновой делью. Из-за незначительного годового количества осадков шиферная кровля сделана только над гнездовыми нишами, расположенными в углах. От сильных зимних ветров эти углы с боков были защищены шиферными панелями. Вольеры предназначались для разведения не только балобанов, но и более крупных птиц, поэтому имели размеры 11,6 x 5 м.

В других питомниках (в питомнике Окского заповедника и соколином питомнике Алма-Атинского зоопарка) применяли более совершенные, хотя и достаточно простые конструкции вольер, которые можно рекомендовать для широкого использования. Сетчатые вольеры 6–8 x 3–4 x 3–5 м соединены в блоки по 5–8 штук (в зависимости от размеров участка). Задняя стенка блока глухая, дощатая, имеет дверь, ведущую из вольер в сквозной общий коридор. Коридор двухъярусный, верхняя галерея предназначена для наблюдений за птицами. Для этого каждая вольера оборудована глазками и дверцами в гнездовые камеры. Задний коридор играет роль тамбура на случай, если птицы вылетят из вольеры при посещении ее обслуживающим персоналом, поэтому он должен быть с глухими стенами и электрическим освещением.

Задняя часть вольер (примерно на треть) покрыта крышей, идущей через весь блок. Вольеры в блоке следует изолировать друг от друга сплошными боковыми стенами. Лицевая сторона также может быть глухой или забранной вертикальной решеткой. Потолок (верх) может быть перекрыт толстой капроновой делью с ячейей 30–50 мм. Такое покрытие достаточно долговечно и имеет преимущества при содержании возбудимых и пугливых птиц.

Для южных районов очень важна ориентировка вольер. Лучше всего располагать их так, чтобы прямые солнечные лучи попадали в гнездовые ниши лишь в раннее утреннее время на два-три часа. Днем

вольера должна быть затемнена. Это ограничивает применение в местах с жарким климатом вольерных блоков с центральным коридором и двусторонним расположением вольер. При ориентировке комплексов следует учитывать и направление господствующих ветров.

**Интерьер** репродуктивных вольер сравнительно прост. Целесообразно иметь две гнездовые ниши и несколько присад в виде полок или жердей, расположенных, главным образом, выше гнездовых ниш. Такие присады важны, кроме прочего, в брачном ритуале. Гнездовые ниши и присады для птиц размером до кречета должны быть в 1–1,2 м от потолка, меньший промежуток может препятствовать копуляции. Устройство ниш бывает различным. В американских центрах это – обычно прямоугольные полки на боковых стенах.

Универсальным субстратом для гнездовых ниш при разведении соколов является мелкий промытый гравий размером с горох. Он гигиеничен, не дает пыли, хорошо аэрируется. Для гарантии от поломок скорлупы слой гравия в нише не должен быть меньше 7–8 см. Используют и другие субстраты: речной песок, торф, который к тому же является антисептиком и т.д. Внешний край гнездовых полок и ниш обычно покрывают мягким материалом типа войлока, которому в последнее время пришли на смену пластиковые массажные коврики типа «Астротурф». Этим же материалом следует покрывать и присады. На край каждой гнездовой ниши и на пол нелишне положить по крупному камню, который птицы охотно используют для чистки клюва и приведения в порядок когтей. Для покрытия пола хорош мелкий гравий, насыпанный слоем до 10 см. Интерьер завершают ванна для воды и кормовой столик, расположенный вблизи входа в вольеру (в 1 м от земли). Корм обычно выкладывают на столик через специальное отверстие с рукавом.

**Кормление.** Оптимальную диету соколов и ястребов составляют целые (в пере) тушки птиц. Предпочтительнее специально разводимые перепела и цыплята, но можно скормливать врановых птиц (в этом случае необходим строгий ветеринарный контроль за их состоянием). В некоторых центрах с успехом используют куриные головы. Кормят птиц также лабораторными крысами, мышами, кроликами.

Многие питомники имеют свои виварии лабораторных животных и перепелов, технология разведения которых хорошо отработана и описана в литературе.

При дефиците этих кормов допустима частичная их замена мясом копытных. Лучшими диетическими качествами обладает конина и говядина. Для орлов мясо копытных может составлять основу рациона, но и им нужны витаминные добавки в виде целых тушек птиц или млекопитающих.

Взрослым пернатым хищникам достаточно одноразового кормления, но в мороз пищу, чтобы она не замерзла, надо давать мелкими порциями несколько раз в день. Так же ее дают и в жаркую погоду, когда она может быстро испортиться. Суточная потребность в корме у хищных птиц меняется в зависимости от индивидуальных особенностей, от сезона и погодных условий. Для беркута дневная норма составляет около 500 г, кречету, балобану и тетеревику достаточно 170–200 г, сапсану – 150 и перепелятнику – около 50 г. Вода для питья и купания должна стоять в каждой вольере в течение гнездового периода, а также во время линьки. Смену воды и чистку посуды производят по мере их загрязнения.

Следуя концепции наименьшего беспокойства, особенно для неимпринтированных птиц, заходить в вольеры нужно как можно реже. Полную уборку вольер достаточно производить дважды в год – зимой и летом. Птиц при этом обычно отсаживают.

**Формирование пар. Подготовка птиц к размножению.** Иногда пара образуется как бы сама собой, еще при групповом содержании молодняка, но чаще приходится направленно соединять партнеров, заставляя их принять друг друга. Внешне судить о ходе процесса формирования пары можно по комплексу специфических поведенческих актов – ухаживанию. Элементы ухаживания можно наблюдать в течение года, причем для осени характерен своеобразный пик активности. Известны случаи, когда сапсаны после нормального размножения весной откладывали неоплодотворенные яйца и в октябре. Тем не менее весной, с прибавлением светового дня, сексуальные демонстрации партнеров становятся наиболее активными. Для самцов многих видов пернатых хищников, в частности, для соколов, характерны особые полеты возле самки, при которых крылья проносятся значительно выше относительно оси тела, чем обычно.

Ухаживание становится более очевидным, когда оно переходит в следующую стадию: один или оба партнера начинают скрести подстилку в нишах и делать гнездовые ямки. Для этой фазы характерно, что самка дольше обычного остается на месте, прежде чем лететь к кормушке после выдачи корма. При нормальном ходе

процесса она садится возле кормящегося самца, вынуждая его перелететь на новое место, часто преследует его до тех пор, пока он не отдаст ей свой корм. Сытая самка обычно прячет отобранную пищу, которую затем самец нередко вновь возвращает себе. Так может продолжаться по многу раз, и это нормальный и очень важный акт в развитии ритуала ухаживания.

Одна из важных сексуальных демонстраций соколов, на которые следует обращать внимание, – так называемая лежачая поза, при которой один или оба партнера, стоя на ногах, вытягивают тело параллельно земле. Поза сопровождается вокализацией. По интенсивности этой демонстрации можно судить о степени близости партнеров.

Перед откладкой яиц самка начинает принимать предкопуляционную позу, пригибая голову к земле и высоко поднимая хвост. При этом она обычно издает особые скулящие звуки. Первые копуляции вновь сформированных пар всегда бывают неумелыми и неэффективными. Большинству пар недостаточно одного сезона, чтобы научиться копулировать достаточно хорошо для оплодотворения всех или большинства яиц. С приближением откладки яиц самка неохотно кормится и редко покидает гнездовую нишу. Она выглядит слабой, и кажется, что передвигается с трудом. Это состояние называется гнездовой летаргией, и оно нормально. В зависимости от индивидуальных особенностей оно продолжается от трех дней до двух недель.

Большое значение в практике питомников имеет искусственное осеменение, которое для хищных птиц стало широко применяться с начала 70-х годов. Сейчас оно отработано достаточно хорошо. В первый гнездовой сезон во избежание стрессов птиц лучше не подвергать искусственному осеменению и взятию спермы. Если же по второму году партнеры не проявляют достаточной активности, такие действия просто необходимы. Для начала операций нужно дождаться первого яйца, так как до него яйцевод бывает плохо виден и легко может быть травмирован.

В идеале осеменение последующего яйца должно проходить через 6 час. после откладки предыдущего, но не позже чем через 16 час.; обычный интервал между откладкой яиц у крупных соколов составляет 52 час.

Наиболее рационально для получения потомства использование партнеров, импринтированных на человека. Наилучшие результаты при воспитании птиц, которых планируют использовать как

импринтированных, дает применение традиционных методов соколиных охотников. Еще до начала специальной тренировки оператор устанавливает тесный контакт с птицей, что облегчает дальнейшую работу. Импринтированных самцов и самок содержат порознь. Их содержание имеет некоторую специфику.

Для самцов крупных соколов можно рекомендовать вольеры 6 x 2,5 м при высоте не более 2,5 м. Относительно большая длина необходима для ритуальных полетов в репродуктивное время. Из вольеры должен быть хороший обзор, чтобы сидящий в ней самец мог как можно чаще видеть оператора, даже если тот и не заходит внутрь. Вольеру оборудуют гнездовой нишей на высоте, удобной для общения с подопечным (около 1,5 м), и пол ниши посыпают гравием. Вольера для импринтированных самок может быть вдвое короче, чем для самцов, поскольку самкам токовые полеты не обязательны.

**Инкубирование яиц.** Ненасиженные яйца хищных птиц можно хранить при температуре 15°C и относительной влажности 75–80% не более 5 суток, при этом дважды в сутки их нужно переворачивать на 90°. Установлено, что вылупляемость яиц заметно повышается, если в начальный период инкубирования идет естественным путем, т.е. под наседкой. Оптимальная продолжительность этого периода обычно 7–10 дней. Это – тот срок, который еще позволяет паре после изъятия яиц сделать повторную кладку.

Не так уж редко случается, что самка по каким-либо причинам не садится на яйца. В этом случае кладку на 7–10 дней желательно поместить под приемную наседку, в роли которой давно и успешно используют бентамских кур.

Успешность искусственной инкубации определяется двумя главными факторами – температурой и влагопотерями яиц. С температурным режимом сложностей обычно не возникает, оптимальным считается 37,5°C, с допустимыми колебаниями от 36 до 38°C.

Второй фактор связан с потерей яйцами массы. Яйца птиц с момента откладки до вылупления из них птенцов теряют в среднем 18% массы. Подсчитано, что у сапсана 3% массы яиц теряется в течение относительно короткого промежутка времени (50 час. между проколом птенцом мембраны в воздушную камеру яйца (из яйца слышится писк) и полным вылуплением. Таким образом, нормально, если от откладки до первого писка яйцо теряет 15% начальной массы. Для удобства контроля влагопотери для каждого яйца вычерчивают график.

Начинать искусственное инкубирование яиц сапсана следует при 30%-ной относительной влажности, которая изменяется в зависимости от хода потерь массы яиц. Если после 7–10-дневной естественной инкубации оказалось, что масса яйца существенно отличается от нормы, приводить ее к норме нужно постепенно. При небольшом отклонении массы яйца от расчетной линии ее приводят в ходе инкубирования в норму, увеличивая или уменьшая площадь водной поверхности в инкубаторе.

В инкубаторах с автоматическим режимом яйца поворачивают на 90° еже часно; при небольшой загрузке оператор может поворачивать яйца и вручную не менее 8 раз в сутки. После того, как эмбрион начнет питаться, яйцо необходимо поместить в выводной инкубатор, где его не переворачивают: температура здесь на 0,5° ниже, чем в основном инкубаторе, а относительная влажность составляет 55–60%. Между первым писком и вылуплением проходит около 50 час. (допустимо от 24 до 72). Пуповину новорожденного птенца смазывают 1%-ным раствором йода.

Если в установленный срок птенец не вылупился (иногда это бывает при отклонениях в режиме инкубирования), приходится ему помогать. Случается, что при этом остается невтянутым желточный мешок, который нужно полностью или частично удалять либо вправлять внутрь; при этом его основание крепко (но так, чтобы нитка не разрезала оболочку) перевязывают и мешок удаляют хирургическими ножницами. Иногда невтянутой остается лишь часть мешка, и тогда проще попытаться осторожно убрать ее в брюшную полость через отверстие пуповины, действуя мягким тампоном с мазью антибиотика. Если же это не удается сделать, можно прорезать ножницами брюшину от пуповинного отверстия на несколько миллиметров вверх, убрать желточный мешок и наложить швы. После зашивания птенцу следует сделать инъекцию стерильного раствора Рингера (обычно применяется в ветеринарной практике). Препарат вводят подкожно по 0,5 см<sup>3</sup> с обеих сторон от брюшка у основания бедренной части ног. На месте уколов под кожей появляются водяные пузырьки, после рассасывания которых инъекции нужно повторить.

**Выращивание птенцов.** Для выращивания птенцов хищных птиц успешно применяют брудеры, роль которых обычно играют достаточно просторные инкубаторы.

Птенцов помещают в алюминиевые миски, которые наполовину заполняют мелким гравием. В каждый брудер помещают по две гнездовые системы (миски). Они стоят на поддоне, который при

откинутой передней стенке должен легко выдвигаться на нее, обеспечивая быстрый доступ к птенцам. На этом же поддоне позади гнезд устанавливают длинный и узкий сосуд с водой для поддержания влажности. В одно гнездо обычно сажают до четырех птенцов, но через два-три дня оставляют только двух. Первые дни птенцы сидят на туалетной бумаге, постеленной поверх гравия, которую заменяют перед каждым кормлением. При необходимости птенцов можно прикрывать кусочком мягкой хлопчатобумажной ткани.

В брудер птенцов пересаживают из выводкового инкубатора сразу после того, как они обсохнут. Начальная температура в брудере 36°C, однако ежедневно ее снижают на 0,5° доводя до комнатной. Важная особенность брудерного периода, значительно упрощающая работу оператора, – способность птенцов выражать свою реакцию на внешние условия. Наблюдая за ними, легко установить, испытывают ли они дискомфорт или все в норме. Несомненно, это важнее, чем формальный контроль за показаниями термометра.

В комфортных условиях птенец спокойно спит с чуть раскрытыми крыльями, свободно лежащими по бокам, и скрытыми под туловищем ногами. Если птенец сжимается в комочек, дрожит – температура низка; если он лежит, распластавшись, вытянув ноги и раскрыв крылья, дышит открытым клювом – ему жарко. При низкой температуре птенцы сбиваются в кучу головами внутрь, стараются вклиниться между соседями, а при высокой, напротив, расползаются в стороны. Нужно учесть, что после еды птенцы обычно проявляют признаки замерзания, но, если до еды условия были комфортными и после еды не изменились, примерно через четверть часа все приходит в норму.

Десятидневные птенцы достаточно развиты, чтобы содержать их вне брудера при температуре около 24°C. Можно использовать ту же систему, что и в воздушном брудере, но большего размера: диаметр миски – 30 см, а ограждающего цилиндра – 33 см при высоте 25 см. В одну миску помещают одного-двух птенцов. Если птенцы мерзнут, нужно поднять температуру – цилиндр покрывают сверху полотенцем.

Двухнедельные птенцы вступают в следующий этап жизни. В зависимости от перспектив дальнейшего использования их либо переводят в вольеру к родителям или к другой паре, либо импринтируют на человека. Взрослой паре за сезон можно подсаживать до двух групп птенцов.

**Питание молодняка.** К составу корма особенно требовательны птенцы соколов и ястребов, получающие в природе наиболее калорийную пищу. Для них можно рекомендовать следующий рацион: в возрасте до 10 дней – свежие взрослые перепела (или эквивалентная замена), после 10 дней – шестинедельные цыплята (без крупных перьев) и мясо копытных хорошего качества (по 50%).

Корм для молодых птенцов готовят так: с тушки перепела снимают шкуру, удаляют голову, зоб, пищеварительный тракт, крылья и ноги, а затем тушку пропускают через мясорубку. Полученный фарш упаковывают в полиэтиленовые пакеты и помещают в холодильник. Перед кормлением пакет с фаршем можно положить в горячую воду и довести температуру корма до комнатной, но следует избегать перегрева, о котором можно судить по обесцвечившемуся мясу.

Первый раз вылупившихся птенцов нужно покормить через 8–12 час. фаршем из грудных мышц перепела без костей. Следует им дать 2–3 маленьких кусочка (размером с крупные горошины). Каждую порцию необходимо смачивать физиологическим раствором (9 г поваренной соли на 1 л воды) или раствором Рингера. Смачивание следует проводить и впоследствии. Перед кормлением оператор имитирует кормовой крик самки или подает другой сигнал, на который у птенцов вырабатывается условный рефлекс. В первые три дня главная задача – не допустить перекорма, который в этот период может привести к гибели птенца. Нужно учитывать, что молодые птенцы инстинктивно просят есть, даже если они не голодны, и человек, кормящий птиц, должен быть очень внимателен. С середины второго дня молодняк получает фарш с размельченными костями (крупные острые обломки трубчатых костей необходимо удалить). В первые дни птенцов кормят через каждые 3–5 час., ночью перерыв на 8–10 час. Впоследствии через каждые 5–7 дней число дневных кормлений сокращают на одно.

Если ко времени очередной кормежки птенец не просит есть, значит, нужно подождать – он еще не готов к приему пищи. Важный критерий, на который нужно постоянно обращать внимание, – наполненность зоба. Кормить нужно лишь тогда, когда он совершенно пуст. Так же нужно контролировать и состояние желудка, который находится в правой нижней части живота. Если он кажется на ощупь твердым или имеет темный или зеленоватый цвет – в нем еще пища, и от кормежки лучше воздержаться. В норме желудок мягкий, и эта часть живота светло-розовая. При перекорме птенец иногда отрывает часть пищи, после чего в течение 12 час. может

выглядит вялым и больным. В этом случае кормежку отменяют, пока птенец не войдет в норму и сам не попросит есть. В природе птенцы формируют погадки уж в первые дни жизни. В питомнике можно не давать им в пищу перьев до десятидневного возраста. Это облегчит кормежку, поскольку не нужно будет утром, перед раздачей корма, определять, сбросил ли каждый птенец свою погадку (кормить птенца, не освободившегося от нее, не следует).

Набор инструментов для кормежки прост – это всегда чистая мисочка или чашка Петри и пинцет. Для маленьких птенцов очень удобно приспособление, которое применяют кондитеры для выдавливания крема, – мягкий пластиковый тюбик с наконечником. Фарш из него выдавливают прямо в раскрытые клювы. Маленьких птенцов можно кормить и чисто вымытыми руками – мягкие пальцы не повредят их еще не затвердевшие клювы.

Бывают случаи, когда птенец в первый день, к возрасту 12 час., не проявляет интереса к пище. Это скорее всего свидетельствует, что он вылупился слишком слабым. Поправить дело можно инъекциями раствора Рингера, как это описано в разделе о вылуплении. Интервалы между инъекциями – 3–4 час. Обычно уже после одного-двух уколов состояние птенца улучшается, и скоро он начинает нормально есть. Иногда при кормлении птенцы засоряют фаршем глаза. Пока фарш не засох, его надо удалить ватным тампоном, обильно смоченным чистой кипяченой водой.

Еще один распространенный дефект у птенцов – разъезжание ног. Его легко избежать, если лоток для птенцов делать не плоским, а чашевидным, что не дает ногам расходиться далеко в стороны. Если все же ноги разъезжаются, следует сделать из мягкой материи стягивающие путы так, чтобы между цевками было 2,5–3 см (за сутки-двое дефект будет устранен).

### **Глава 3. Интродукция в природу как метод сохранения и восстановления популяций хищных птиц**

Сейчас только в США ежегодно выпускается в природу более 200 сапсанов, родившихся в питомниках. Гнездование выпущенных в природу птиц началось с 1979 года. К настоящему времени к востоку от Миссисипи, где сапсан не гнезился с 50-х годов XX в., уже существует жизнеспособная популяция. Все эти птицы выведены в вольерах, выращены человеком и выпущены в природу. Приступило к

размножению и второе поколение. Но это был лишь пролог. К 1990 году сапсан был полностью восстановлен в штатах Среднего Запада, а в Калифорнии, где к середине 70-х годов сохранилось всего две гнездящиеся пары, сейчас гнездится более 200 пар. В 2001 году программа восстановления сапсана в США официально была признана выполненной, хотя в небольших масштабах работы продолжают в отдельных регионах. Такое же положение и в Германии, там сапсан стал гнездится практически всюду, где он в принципе мог бы сегодня обитать. Активно восстанавливают популяции сапсана и в других европейских странах.

В бывшем СССР работы в этом направлении начались с балобана в середине 80-х годов. Год за годом питомник Окского заповедника, руководимый А.А. Шалной, выпускал в Рязанской области разведенных в вольерах птенцов. Этот вид к тому времени почти полностью исчез в регионе. Позднее к выпускам балобана присоединился и другой питомник, созданный П.И. Дудиным в заповеднике Галичья гора в Липецкой области. С начала 90-х годов активно включился в работы по восстановлению балобана и питомник из Казахстана «Сункар», расположенный в Алма-Ате и руководимый в то время известным знатоком балобана Р.Г. Пфеффером. После распада Советского Союза процесс несколько затормозился, но и сейчас в России активно действуют три питомника. Продолжается программа выпуска балобана в Галичьей горе, ежегодно интродуцирует своих птенцов на Алтае питомник «Алтай-Фалькон», расположенный в Барнауле и руководимый К.М. Пятковым, идут работы по реинтродукции сапсана питомником «Русский соколиный центр», организованным в 1995 году во Всероссийском научно-исследовательском институте охраны природы и руководимым А.Г. Сорокиным.

### 3.1. Реинтродукция сапсана на территории Москвы

Одним из эффективных путей восстановления популяции сапсана в условиях центра Европейской части России является интродукция птенцов, полученных в питомниках. В Московской городской агломерации имеются хорошие перспективы восстановления некогда существовавшей популяции сапсана, гнездящегося в антропогенных условиях.

На территории России обитает 5 подвидов сапсана. В особо угрожаемом состоянии находятся популяции номинативного подвида европейской части страны. Среди причин, вызывающих деградацию

этих популяций, главное место занимает отравление пестицидами, которое приводит к гибели птиц или отрицательно воздействует на репродуктивный потенциал. В настоящее время широкомасштабное применение особо токсичных пестицидов запрещено как у нас в стране, так и в большинстве стран, где птицы проводят зимовку, что положительно сказалось на состоянии сапсана в ряде регионов. Однако в центральных областях европейской части страны положительных изменений не происходит. Восстановлению численности и пространственной структуры популяций препятствуют их крайне низкие количественные показатели. К концу 60-х годов на больших территориях сапсан исчез полностью либо его численность оказалась ниже критического уровня, обеспечивающего возможность естественного восстановления. В такой ситуации традиционные формы охраны, такие как создание специальных охраняемых территорий, совершенствование природоохранительного законодательства, усиление экологической пропаганды и др. оказываются неэффективными. Необходима разработка и реализация крупномасштабной программы интродукции в природу птиц, выращенных в питомниках.

**Обоснование программы.** Русское и научное название объекта и его систематическое положение. – Сапсан. *Falco peregrinus* Tunstall, 1771. Класс Птицы. Отряд Соколообразные – Falconiformes. Семейство Соколиные – Falconidae.

Категория статуса в Красной книге России. – II категория. Редкий вид, численность которого сокращается.

Генетическая ценность. – политипический вид.

Численность и ее тенденции. В 50-х годах XX в. по всей Палеарктике началось катастрофическое уменьшение популяций сапсана, продолжающееся в некоторых регионах до сих пор. Период резкого спада численности совпал с повсеместным использованием в сельском хозяйстве хлорорганических пестицидов, аккумуляция которых в организме сапсанов и оказалась причиной высокой смертности взрослых птиц и уменьшения репродуктивного успеха. После введения запретов на применение наиболее опасных пестицидов (ДДТ, ДДЕ) в ряде стран дальнейшее снижение численности сапсана приостановилось. Так, в Англии уже в 1967 году появились первые признаки восстановления, а в 1971 году продуктивная популяция увеличилась более, чем на 54%. В 60-х годах в Германии только на юге сохранилось около 40 размножавшихся пар, в связи с чем в 1974 году была начата реализация проекта

реинтродукции сапсана, которая наряду с соблюдением других защитных мер к 1985 году привела к восстановлению стабильной, широко распространенной успешной популяции, уже не нуждающейся в пополнении за счет выращенных в неволе птиц. В странах северо-западной Европы сапсан находился на грани исчезновения до начала 80-х годов. Лишь к середине 80-х годов в Норвегии, Швеции и Финляндии началось некоторое увеличение популяций. В целом численность сапсана в Фенноскандии к 1985 году достигла 120–150 пар.

В настоящий период самая значительная размножающаяся популяция сапсана живет в Испании. Она оценивается в 1300–1500 пар и составляет 65% общей численности вида в Европе.

В России вплоть до настоящего времени почти повсеместно отмечается исчезновение сапсана из многих мест бывшего обитания. Общая численность сапсана здесь составляет, вероятно, несколько тысяч пар. Однако эта оценка может оказаться недостоверной ввиду крайне малого количества региональных данных, их фрагментарности и временного расхождения. Кроме того, большая часть информации сильно устарела и требует подтверждения. Следует отметить, что большинство современных исследований охватывает азиатскую часть России и указывает на существование относительно крупных продуктивных популяций на Ямале, Таймыре, в Якутии, на юге Западной Сибири, в Кузнецком Алатау. В Европейской части России известно крайне мало районов обитания сапсана. Так, небольшая популяция (выявлено 8 гнездовых участков), относящаяся к подвиду *Falco peregrinus brookei*, обитает в Карачаево-Черкессии. Достаточно высокая численность сапсана (подвид *F.p. calidus*) отмечена в разных районах Большеземельской тундры (0,3–0,9 особи на 10 км<sup>2</sup>). Что касается номинативного подвида сапсана (*F.p. peregrinus*), то в прошлом он был широко распространен и обычен во многих регионах Европейской части России, будучи хорошо адаптированным к обитанию как в естественных, так и урбанизированных ландшафтах. Так, например, во второй половине XIX в. века сапсан гнезвился в непосредственной близости от Москвы: в Хоросhevском и Царицынском борах, в Измайлове, Сокольниках, в лесах по берегам реки Сетунь, Лосином острове, изредка и в самом городе на церковных колокольнях и башнях Кремля; до 50-х годов XX в. сапсаны оставались в Москве на зимовку и жили на Воробьевых горах на здании Московского университета и на высотном здании на Смоленской площади. До 1969 года сапсаны регулярно гнездились в

районе Лосиног острова. В Москве сапсаны гнездились только до 1955 года. В середине 60-х годов в Европейской части России, как и в большинстве европейских стран, произошло резкое сокращение численности сапсана. К середине 70-х годов сапсан полностью исчез в прибалтийских республиках, Белоруссии и центральной России. В настоящее время по-видимому, единственная в Европейской части России стабильная продуктивная популяция сапсана номинативного подвида (около 10 гнездовых пар) обитает на Кольском полуострове. Восточнее южная граница лежит за пределами СНГ.

*Современное состояние охраны. Охрана в заповедниках.* В пределах части ареала сапсана, которая включает Европейскую часть России, существует обширная сеть охраняемых территорий (29 заповедников и более 600 заказников разного значения). Однако на большей части этой территории вид практически отсутствует и охраняются по существу потенциальные места обитания сапсана. Заповедники и заказники могут стать действенной мерой охраны вида лишь в случае успешного восстановления его численности в пределах ареала.

*Разведение в неволе (специальные питомники и зоопарки в России и за рубежом).* Первые успехи в вольерном разведении сапсана относятся к 40-м годам XX в. (Германия). Резкая активизация работ по разведению приходится на 70-е годы, когда, вначале в США и Канаде, а затем в странах Западной Европы были начаты проекты по восстановлению деградировавших популяций.

В настоящее время сапсан успешно размножается в десятках зоопарков и питомниках многих стран. Их годовая продуктивность составляет сотни птенцов. В России работы по разведению сапсана в неволе находятся в начальной стадии.

*Международные конвенции.* Сапсан внесен в Приложение 1 к Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), а также в Приложении к Международной конвенции об охране мигрирующих животных (Боннская). Кроме того, он занесен в списки особо охраняемых видов двусторонних конвенций об охране перелетных птиц между Россией и Японией, США, КНДР, Индией.

*Лимитирующие факторы.* Основной фактор, регулирующий плотность населения сапсана – запасы корма в подходящих для гнездования местах. Иногда играет роль разорение гнезд песцами, куницами, филинами. Как уже отмечалось, решающее значение в деградации популяций сапсана в Европе и Америке сыграло широкое применение в сельском хозяйстве хлорорганических пестицидов,

аккумуляция которых в организме соколов привела к высокой смертности взрослых птиц и резкому падению репродуктивного успеха. Влияние хлорорганических пестицидов на репродуктивный успех сапсана, как и многих других видов хищных птиц, заключается в утоньшении скорлупы яиц, приводящем к гибели эмбрионов из-за увеличения влагопотерь или механических повреждений яиц.

Хотя пищевые цепи сапсана в северных регионах могут быть почти «не загрязнены», на сокращение численности северных популяций сказывается действие ядохимикатов, получаемых с пищей на пролете и зимовках.

В комплексе лимитирующих факторов существенное значение имеют освоение и антропогенная трансформация местообитаний сапсана, рост фактора беспокойства, а также прямое преследование (например, голубеводами), изъятие кладок коллекционерами и птенцов – сокольниками-браконьерами, незаконный отстрел для изготовления тучел.

### **3.2. Методические основы программы реинтродукции сапсана в Москве и Московском регионе**

Результативность работ по восстановлению популяции сапсана в центре Европейской части России предусматривает комплексное применение широкого спектра мер. При разработке конкретной программы необходимо выделить приоритетные направления на основе оценки актуальности их применения и эффективности.

Касаясь системы законодательных и нормативных актов, определяющих охрану сапсана в нашей стране, следует констатировать, что она вполне удовлетворительна и находится на уровне международных требований. Задача заключается не столько в ее совершенствовании, сколько в укреплении надзорно контролирующего механизма.

Такое традиционное направление сохранения редких видов животных, как создание и совершенствование сети охраняемых территорий в центре Европейской части России, также не может пока доминировать в иерархии мер охраны сапсана в силу практически полной деградации в регионе популяций вида. Однако в случае появления сапсана система охраняемых территорий станет достаточно эффективным фактором оптимизации условий его существования.

Таким образом, единственной реальной возможностью восстановления популяций сапсана в центре Европейской части России остается его реинтродукция. Учитывая сложившуюся

ситуацию эти работы целесообразно начинать с Москвы и Московского региона. Принципиальную выполнимость такой программы обеспечивает ряд условий:

1) основной фактор, лимитирующий численность популяции сапсана – воздействие пестицидов – в настоящее время снят в связи с запретом применения препаратов группы ДДТ и ДДЕ, как в гнездовом ареале, так и в районах зимовок;

2) экологическая ниша сапсана в регионе пустует. Следовательно, в процессе его репатриации можно не опасаться начального конкурентного воздействия со стороны других видов;

3) вид имеет большие адаптивные возможности: способен гнездиться как в естественных местообитаниях, так и в антропогенном ландшафте, включая высокоурбанизированный;

4) накоплен значительный зарубежный опыт успешной реализации программ интродукции сапсана.

*Выбор территории для создания искусственных популяций.* Поскольку вид способен гнездиться как в естественных местообитаниях, так и в антропогенном ландшафте, включая урбанизированный, в качестве первых мест выпуска сапсанов рекомендуется Московский регион. В урбанизированном ландшафте это – главное здание МГУ, где вид гнезился до 1957 года.

*Методика.* Метод приемных родителей (используется при интродукции птиц; основной принцип: яйца птиц, отложенные в питомнике, подкладывают в гнезда другого, систематически и экологически близкого вида в природе) может быть использован ограниченно. Из условий, необходимых для его применения следует указать наличие потенциальных (контролируемых) участков с высокой численностью потенциальных приемных родителей. Их роль в регионе может выполнять в первую очередь ястреб-тетеревятник. Возможно, окажутся перспективными еще какие-либо виды, например канюк. Для уточнения некоторых параметров методики потребуются дополнительные исследования.

Метод одичания молодых животных (используется при создании новых и поддержании исчезающих популяций; основной принцип: молодые животные, выращенные без контакта с человеком в питомнике, выпускаются на волю), направленный на интродукцию в природу вольерного потомства, учитывая биологические особенности сапсана, экологические условия региона и степень методической разработанности, является наиболее перспективным методом восстановления популяции сапсана в центре Европейской части

России. В месте интродукции птенцы помещаются в специальные выпускные боксы. Детали устройства боксов разрабатываются с учетом конкретных условий места выпуска. Дистанционное наблюдение за поведением молодых птиц осуществляется с помощью оптических приборов (бинокли) и радиотрансмиттеров и телемониторинга, что значительно повышает эффективность наблюдений, но одновременно существенно увеличивает затратоемкость работ.

В течение всего периода работ необходимо наличие автотранспорта для перевозки птенцов и оборудования, подвоза корма, а позже, при увеличении дальности полетов молодых птиц – для слежения за ними.

Для кормления птенцов потребуются молодые японские перепела из расчета два перепела в день на каждого птенца в течение двух месяцев. Для хранения корма необходима морозильная камера.

В период пребывания птенцов в выпускных боксах должен осуществляться постоянный ветеринарный контроль за их состоянием.

*Хронологическая схема выпуска в природу птенцов сапсана.*

I этап. Ручное (брудерное) выкармливание птенцов (2–14-й день).

В соответствии с современными технологическими требованиями полученные в инкубаторе птенцы переводятся в брудер и выкармливаются в течение 10–14 дней. Формирование устойчивого импринтинга на человека в этот период не происходит.

II этап. Изолированное дорашивание (15–35-й день).

Во избежание формирования импринтинга птенцы в возрасте не старше 2 недель должны быть изолированы от контакта с человеком. Это достигается двумя способами:

а) птенцы подсаживаются к родительской или приемной паре соколов (могут использоваться и одиночные взрослые птицы с развитым стереотипом выкармливания). Персонал не имеет контакта с птенцами, их кормление осуществляется через взрослых птиц, на которых формируется прочное запечатление. Это лучший метод дорашивания;

б) в случае невозможности применить дорашивание под взрослыми птицами птенцы помещаются в изолированный блок и выкармливаются персоналом. Кормление производится через отверстие в стенке бокса с использованием рукава-муляжа, имитирующего голову и часть туловища взрослой птицы. При этом хорошие результаты дает трансляция фонограммы кормовой вокализации сапсана.

Этап завершается после того, как птенцы научатся самостоятельно справляться с кормом. Обычно это бывает в возрасте от 4 до 5 недель, после чего их можно переводить в выпускной бокс.

III этап. Содержание в выпускном боксе (35–45-й день).

Выпускной бокс, установленный с учетом необходимых требований, дает птенцам возможность освоиться с ареной предстоящего выпуска еще до времени поднятия на крыло. Возраст первого полета индивидуален и зависит от пола птенца и особенностей развития. Решетка в боксе должна быть снята за 2–4 дня до предполагаемого подъема на крыло (42–45-й день), так как выпуск уже летающих птенцов может привести к их потере во время первого полета. Хорошо, когда в течение первых дней птенцы не летают, но имеют возможность расходиться из гнезда и упражнять крылья.

IV этап. Адаптация выпущенных птенцов (45–85-й день).

На 2–3-й день полетов птенцы начинают активно растаскивать корм и вступать в единоборство за пищу. На 5–8-й день возможно преследование первой живой добычи. Первая успешная охота обычно отмечается для самцов в среднем на 28 день полетов (9-55, n=62), для самок – на 31-й день (12-41, n=33). Птенцы будут способны самостоятельно добывать пищу через 6 недель после выпуска, к этому времени 60–70% птенцов обычно начинает разлетаться. Этот срок достаточен, чтобы нормально выращенные птенцы имели максимальные шансы выживания в природе.

*Кормление птенцов сапсана в процессе интродукции.* Оптимальным кормом являются японские перепела в возрасте не моложе 2 месяцев. Могут также использоваться инкубаторные цыплята (2–3 мес.) и сизые голуби. Вследствие опасности инфицирования соколят голуби могут использоваться только при тщательном ветеринарном контроле.

Норма кормления при содержании птенцов в выпускном боксе и адаптации выпущенных птенцов – 2 перепела или 1 голубь (цыпленок) на одного птенца в день.

Расчет количества корма на 1 птенца:

а) выпускной блок

2 перепела x 10–15 дн. = 20–0 перепелов

б) адаптация выпущенных птенцов

ежедневно – 2 перепела x 35 дн. = 70 перепелов

через день – 2 перепела x 4 дн. = 8 перепелов

---

Итого: за 53–58 дн. 98–108 перепелов

Для снижения опасности инфицирования корм следует предварительно промораживать в морозильной камере.

В течение первых дней после помещения птенцов в выпускной бокс тушки перепелов разрезают вначале на куски, затем пополам. За неделю до выпуска переходят на целые тушки. Внутренности из них желательно не удалять, в противном случае снижается ценность пищи по витаминному и минеральному компонентам. Однако при отсутствии квалифицированного ветеринарного контроля, особенно в случае использования голубей, внутренности следует удалять.

Кормление производится в одно и то же время, как до, так и после выпуска. Пища помещается на специальную белую доску, служащую хорошим ориентиром для свободно летающих птенцов. Ежедневная кормежка продолжается в течение 5 недель после выпуска, затем корм выкладывается через день, что стимулирует самостоятельную охоту. Птенцы не должны видеть человека с кормом.

### **3.3. Выполнение работ по реинтродукции сапсана в Москве в 1996 году**

В июне 1996 г. в «Русский соколиный центр» ВНИИприроды поступило 10 птенцов сапсана *Falco peregrinus peregrinus* из германского питомника Соколиный центр «Хельвесик». Птенцы поступили в установленном порядке с необходимыми сопроводительными документами. Семь из этих птенцов предназначались для выпуска в природу, а три – для формирования племенной группы этого подвида в российском питомнике. После ветеринарного освидетельствования и передержки птенцы в предполетном возрасте были подготовлены к выпуску.

Для обеспечения запланированных работ приобретено следующее оборудование: морозильные камеры для хранения запасов корма; приборы для визуального наблюдения за птенцами – зрительная труба X 30–60, 12-кратный бинокль; видеосистема (телекамера и монитор) для дистанционного наблюдения за птенцами. По договору с Производственной экспериментальной птицефабрикой приобретено необходимое количество (1000 шт.) перепелов. Для изготовления выпускного бокса закуплены пиломатериалы и металлоконструкции.

Выбор участка для выпуска основан на комплексных исследованиях, проведенных специалистами. Западный административный округ Москвы относится к наиболее благополучной в экологическом отношении части города. Высокое

местоположение, благоприятная роза ветров, отсутствие промышленных предприятий, существенно загрязняющих окружающую среду, наличие обширных зеленых массивов и свободных от застройки пространств, долины рек Москвы, Сетуни и Раменки – все это лежит в основе сделанного выбора. Прогнозируемый спектр питания включает голубей (50–60%), воробьиных (20–30%) и врановых (10–20%) птиц. Экологическая емкость района выпуска позволяет ежегодно интродуцировать с Главного здания МГУ более 10 птенцов.

Успешный опыт выпуска сапсанов в урбанизированном ландшафте в зарубежных странах демонстрирует высокие адаптивные возможности вида к новым биотопам. Район МГУ обладает необходимым набором условий. Он давно сформировался в градостроительном отношении и изменений экологической ситуации здесь не предвидится. Главное здание МГУ является идеальным местом выпуска по следующим параметрам: экологическая чистота, минимальное беспокойство для птиц, удобство слежения за ними. Особенности архитектуры здания, представляющего собой антропогенный аналог скального массива, обеспечивают выпущенным птенцам необходимую защиту от погодных воздействий, стимулируют развитие летных и охотничьих качеств, обеспечивают хороший обзор и ориентацию на территории выпуска. Московский университет является крупнейшим вузом страны, в котором обучаются десятки тысяч студентов и аспирантов из многих стран мира, в связи с чем реализация здесь первого в России проекта по выпуску в природу сапсана имеет большое значение в деле экологического воспитания.

**Подготовка к выпуску.** Местом для выпуска птенцов была выбрана площадка на крыше корпуса «К» Главного здания МГУ, обращенного в сторону Ботанического сада и Воробьевых гор. Крыша здания размером 16 x 8 м окружена глухим парапетом высотой 1,5 м. В центре площадки имеется надстройка над люком, ведущим в чердачное помещение. На этой надстройке был установлен выпускной бокс, ориентированный открытой (зарешеченной) стороной на север-северо-восток. Перед боксом была устроена площадка, которую птенцы могли бы использовать в первые дни после выпуска из бокса. Парапеты и центральная надстройка были оборудованы системой деревянных присад. Задняя часть бокса имела отверстие для кормления, через которое персонал мог выкладывать необходимое количество перепелов, находясь вне поля зрения

птенцов. В боксе была установлена телекамера для слежения за птенцами. Изображение по кабелю передавалось на монитор, установленный в вестибюле корпуса «К». Это давало возможность контролировать состояние птенцов, не причиняя им беспокойства и не вызывая привыкания к человеку.

На круговом балконе 24-го этажа Главного здания (Музей земледелия МГУ) был организован наблюдательный пункт, откуда с помощью зрительной трубы и бинокля проводилось постоянное слежение за птенцами.

Перед высадкой в выпускной бокс птенцы прошли карантин и тщательный ветеринарный осмотр в питомнике. Им была сделана дегельминтизация. Помимо стандартных неразъемных металлических колец птенцы перед выпуском были снабжены индивидуальными цветными метками с указанием номера телефона питомника.

За неделю до подъема на крыло семь птенцов были доставлены в МГУ и помещены в выпускной бокс. В течение нескольких дней они имели возможность ознакомиться с окружающей обстановкой через зарешеченную переднюю стенку бокса. Кормление осуществлялось ежесуточно.

**Выпуск птенцов.** 23 июня зарешеченная передняя стенка бокса была поднята и птенцы получили возможность выхода наружу. Они еще трое суток оставались в боксе, после чего стали осваивать примыкающую площадку и присады. К началу июля птенцы стали совершать первые полеты, перемещаясь вначале на уровне крыши корпуса «К», а затем осваивая более высокие ярусы здания. Через две недели после выпуска все сапсаны хорошо летали, поднимаясь на уровень шпиля МГУ. К этому времени относятся первые проявления охотничьей активности. Вначале птенцы атаковали пустельг, несущих добычу (мышевидные грызуны) в свои гнезда, расположенные на здании МГУ, с целью завладения этой добычей. По мере совершенствования летных качеств эти атаки все чаще заканчивались успехом. Такие проявления клептопаразитизма хорошо известны для хищных птиц в природе и свидетельствуют о нормальном развитии летных и охотничьих навыков. Через три-четыре недели после выпуска стали отмечаться атаки соколов на сизых голубей, стрижей и других птиц. К началу августа все птенцы уже охотились достаточно уверенно и регулярно ловили добычу.

Кормление выпущенных птенцов осуществлялось путем выкладывания перепелов на подкормочные площадки у выпускного бокса. Здесь же была установлена широкая кювета с водой, которая

по мере необходимости доливалась или заменялась. По мере повышения охотничьей активности выпущенных птиц отмечалось снижение их потребности в количестве выкладываемой пищи. В начале августа корм выкладывался из расчета 1 перепел в день на 1 птенца, к середине месяца его количество снизилось, и после 20 августа выкладывание корма было прекращено. В это время сапсаны лишь изредка посещали место выпуска. Обычно с наблюдательного пункта удавалось отметить не более одной птицы в день.

Ежедневные наблюдения за выпущенными птенцами с наблюдательного пункта и на автомобильных маршрутах с занесением всех данных в специальный журнал позволили фиксировать все этапы их адаптации к природной среде: совершенствование летных качеств, взаимодействие с другими птицами, приобретение навыков самостоятельной охоты и др. По истечении двух месяцев после выпуска все птенцы демонстрировали хорошую адаптацию к жизни в природе и стереотипы поведения, близкие к нормам реакции диких птиц. Без использования радиотрансмиттеров невозможно точно установить охотничью территорию выпущенных сапсанов, однако визуальными наблюдениями установлено их пребывание во многих местах Западного административного округа и сопредельных территориях (Ленинский проспект, проспект Вернадского, метро «Юго-Западная», Олимпийская деревня, Парк Победы, Воробьевы горы и т.д.).

В последнюю неделю августа сапсаны практически исчезли из района выпуска. К этому времени было приурочено начало миграции хищных птиц в Московском регионе. Одновременно с сапсанами исчезли и выводки пустельг, гнездившихся на зданиях МГУ. Это может свидетельствовать о нормальном вовлечении выпущенных птиц в процесс миграции.

Учитывая полученные результаты, первый в Российской Федерации выпуск в природу сапсанов, разведенных в вольерных условиях, следует расценивать как успешный. В будущем целесообразно увеличить количество выпускаемых птиц и расширить арену выпуска за счет новых точек, в частности, в Юго-Западном административном округе, Национальном парке

## ГЛОССАРИЙ

[Обратно в содержание](#)

**Автотрофы.** Организмы, синтезирующие органическое вещество, используя CO<sub>2</sub> как основной источник углерода; к автотрофам относятся зеленые растения, способные к фотосинтезу, и некоторые бактерии, способные к хемо- или фотосинтезу.

**Агонистическое поведение.** Формы поведения, связанные с конфликтами между живыми организмами. Включает агрессию, изоляцию (избегание), подчинение.

**Агрессия.** Приближение к противнику и нанесение какого-либо вреда, или, по крайней мере, генерация стимулов, побуждающих противника подчиниться (Н. Тинберген). Адресованное другой особи поведение, которое может привести к нанесению повреждений и часто связано с установлением превосходства, получением доступа к определенным объектам или права на какую-то территорию (Р. Хайнд).

**Адаптация.** Механизмы приспособления биологических систем к изменениям среды, обеспечивающие сохранность и целостность системы.

**Альтруизм взаимный** (реципрокный). Самопожертвование ради родственного или неродственного индивида, если только последний готов к аналогичной жертве.

**Альтруизм родственный.** Самопожертвование особи ради близкого родича. Тем самым индивид способствует сохранению в популяции генов, общих для него и для этого родича, повышая совокупную приспособленность.

**Альфа-разнообразие** (alpha diversity). Богатство видами конкретных сообществ. Показатели альфа-разнообразия: видовое богатство – общее число видов в сообществе; и видовая насыщенность – среднее число видов на единицу площади [Whittaker 1960, 1972, 1977].

**Анализ пропусков (дыр)** (gap analysis). Анализ распределения элементов биологического разнообразия для обеспечения долговременного управления через выявление и сохранение чувствительных и репрезентативных его составляющих.

**Аффилиация.** Взаимное притяжение особей одного вида, группы, семьи друг к другу.

**Бета-разнообразие** (beta diversity). Индекс разнообразия между местообитаниями [Whittaker 1960, 1977], изменчивость альфа-разнообразия при переходе от одного типа сообщества к другому.

Бета-разнообразие оценивается индексами сходства и гетерогенности [Мэгарран, 1992].

**Биномиальная система номенклатуры.** Система, согласно которой каждый индивидуум имеет двойное название, состоящее из названия рода и названия вида, к которому он принадлежит.

**Биогенные элементы.** Химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. В живых клетках обычно обнаруживаются следы почти всех химических элементов, присутствующих в окружающей среде, однако для жизни необходимы около 20 [Ивлев, 1986]. Важнейшие биогенные элементы – кислород (составляет около 70% массы организмов), углерод (18%), водород (10%), азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий. Эти так называемые универсальные биогенные элементы присутствуют в клетках всех видов организмов. Некоторые биогенные элементы имеют важное значение только для определенных групп живых существ (например, бор необходим для растений, ванадий для асцидий и т.п.). В.И. Вернадский считал, что все химические элементы, постоянно присутствующие в клетках и тканях организмов, вероятно, играют определенную физиологическую роль. Такие биогенные элементы, как H, C, N, O, P, S, входят в состав органических соединений клетки. Другие биогенные элементы играют роль катализаторов в различных реакциях организма, регулируют осмотические процессы, являются составными частями буферных систем и регуляторами проницаемости биологических мембран. Содержание тех или иных элементов в организме зависит не только от его особенностей, но и от состава среды, пищи (в частности, для растений – от концентрации и растворимости солей в почвенной воде), экологических особенностей организма и других факторов.

**Биогеохимические провинции.** Различия в ходе геологической истории и почвообразовательных процессов в отдельных областях Земли привели к формированию биогеохимических провинций – областей на поверхности Земли, различающихся по содержанию химических элементов. Резкая недостаточность или избыточность содержания каких-либо химических элементов в среде, которая может быть обусловлена деятельностью человека, вызывает в пределах данной биогеохимической провинции биогеохимические эпидемии – заболевания растений, животных и человека.

**Биогеохимические циклы.** Круговороты биогенов в биосфере на основе обменных процессов между живым и косным веществом, обусловленные жизнедеятельностью организмов.

**Биогеоценоз** (от био, греч. geo – земля и koinos – сообщество). Однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (биоценозов) и косных (приземной слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, объединенных обменом вещества и энергии в единый природный комплекс. Термин предложен В.Н. Сукачевым. Совокупность биогеоценозов образует биогеоценотический покров земли, т.е. всю биосферу, а отдельный биогеоценоз представляет собой ее элементарную единицу.

**Биокультура.** Термин употреблен в смысле: весь важный для современного человека и общества багаж связанных с биологией знаний и ценностей (А. Влavianос-Арванитис).

**Биологическая эволюция.** Процесс накопления изменений в организмах и увеличение их разнообразия во времени.

**Биологические системы.** Целостные объекты разных уровней сложности (клетки, организмы, биоценозы, экосистемы, биосфера), имеющие закономерную структурно-функциональную организацию, обладающие свойствами самовоспроизведения, адаптации и саморегуляции.

**Биологическое разнообразие.** Варибельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются. Это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем. (Конвенция о биологическом разнообразии от 05.06.92. Статья 2. Использование терминов). В широком смысле этот термин охватывает множество различных параметров и является синонимом понятия «жизнь на Земле».

**Биообразование.** Система мер по преодолению биологической неграмотности. Преподавание основ биологии и ее важных для социума приложений, в перспективе необходимое для всего населения в масштабах планеты.

**Биополитика.** Вся совокупность социально-политических наук о живом, в плане как политической теории, так и практической политики. В более узком понимании – применение подходов, теорий и методов биологических наук в политологии.

**Биоразнообразие.** Сокращение сочетания слов «биологическое разнообразие».

**Биосенсоры** (лат. sensus – чувство). Отдельные виды организмов, комплексы организмов, а также приготовленные на основе организмов, их мутантов или выделенных из них ферментных систем или специальных биологических веществ реагенты, чувствительные к конкретным токсикантам или к комплексу токсикантов.

**Биосоциальная система.** Биосоциальные системы – объединения особей, характеризующиеся афiliationей и кооперацией. Гамма взаимодействий между особями в такой системе может быть описана с позиций «биосоциального архетипа» (Ю.М. Плюснин), включающего отношения по поводу индивидуального существования, воспроизводства, упорядочивания биосоциальной системы и ее консолидации.

**Биотехнология.** Промышленное использование биологических процессов и агентов на основе получения форм микроорганизмов, культур клеток и тканей растений и животных с заданными свойствами, т.е. применение микробных, животных или растительных клеток или ферментов для производства, расщепления или преобразования материалов.

**Биотоп.** Участок суши или водоема с однотипными условиями, занятый определенным биоценозом.

**Биохорологическое разнообразие.** Разнообразие сочетаний организмов тех или иных территориальных выделов, частей биосферы.

**Биоценоз.** Сообщество разнообразных видов микроорганизмов, растений и животных, заселяющее определенную территорию и устойчиво поддерживающее биогенный круговорот вещества.

**Биоцентризм.** Установка на абсолютную ценность живого во всех его формах, на этическое восприятие живого, на понимание человека и человечества как части планетарного биоса (жизни).

**Биоэтика.** Философски прикладная область знания, охватывающая отношение человека к животным, а также проблемы, возникшие недавно в связи с бурным развитием биотехнологии и биомедицинских исследований (А.С. Лукьянов). В глобальном понимании включает принципы отношения ко всему живому и его среде обитания (экологическая этика).

**Богатство** (richness). Число классов элементарных территориальных единиц.

**Бюрократия.** Организация (или система организаций), построенная на базе принципов единоначалия и жесткой иерархии, узкой

специализации и формализации отношений между членами организации.

**Ветровально-почвенный комплекс.** Группа пространственно совмещенных микроместообитаний (валежина, западина, бугор), возникающих при падении крупного дерева, сопровождающегося педотурбацией.

**Вид.** 1) в общем смысле – таксономическое обозначение различных организмов, которые экологически объединены, а морфологически различаются (в том числе и бесполом); 2) в специфическом смысле – для обозначения репродуктивных изолятов, каждый из которых состоит из популяций фактически или потенциально скрещивающихся организмов.

**Видовое богатство.** Число видов, отнесенное к определенной площади или объему.

**Возрастная парцелла.** Участок лесного сообщества, где господствуют особи деревьев одного или близких онтогенетических (возрастных) состояний.

**Выдел, пятно (patch).** Территориальная единица, выделяемая по классу покрытия (состояния) земной поверхности (класс состояния).

**Выравненность (evenness).** Мера распределения классов в выборке; равномерность распределения видов по их обилию в сообществе.

**Гамма-разнообразие (gamma diversity).** Разнообразие видов ландшафтов, образованных больше чем одним типом естественных сообществ с охватом площади обычно от 1 000 до 1 000 000 га и оценивается по общему числу видов на исследуемой территории [Whittaker, 1977].

**Генетический груз.** Постоянное давление мутаций и миграции генов, а также выщепление биологически менее приспособленных генотипов по сбалансированным полиморфным локусам. Понятие генетического груза ввел Г. Мёллер в 1950 г. в работе «Наш груз мутаций». Средняя величина генетического груза у человека равна 3–5 летальным эквивалентам.

**Генетическое разнообразие.** Поддержание генотипических гетерозиготности, полиморфизма и другой генотипической изменчивости, которая вызвана адаптационной необходимостью в природных популяциях, представлено наследуемым разнообразием внутри и между популяциями организмов.

**Геном.** Совокупность генов, характерных для гаплоидного набора хромосом любого организма. Этот термин впервые был предложен Г. Винклером в 1920 г. Это функциональная единица, своего рода

программа, необходимая для нормального развития и воспроизводства организмов в ряду поколений.

**Геносистематика.** Отрасль систематики, предметом анализа которой являются геномы организмов. Два основных ее раздела используют для изучения геномов разные методы: цитологические (кариосистематика) и молекулярно-биологические, биохимические и разнообразные физико-химические методы (генохемосистематика).

**Генотаксономия.** Составная часть геносистематики, теория и практика классификации организмов, основанной на результатах изучения их генного материала.

**Георазнообразие (geodiversity).** Диапазон или разнообразие геологических пород и строения, геоморфологии, почв, геосистем и процессов

**Гетерогенность (heterogeneity).** Сочетание разнообразных различимых классов. Индикатор: наблюдаемый уровень признака, обладающего большой информацией о состоянии большой совокупности других признаков.

**Гетеротрофы.** Организмы, использующие экзогенное органическое вещество (животные, грибы, многие бактерии).

**Гидробионты.** Водные организмы.

**График ранг/обилие.** Один из способов представления данных по обилию видов. Ось абсцисс – ранг вида (порядковый номер ранжированного по обилию вида). Виды располагаются в упорядоченном ряду данных в порядке возрастания обилий. Ось ординат – обилие вида (число особей). Этот график используют при анализе геометрических рядов.

**Гуманистика.** Понимается как подход к исследованию восприятия, мышления, поведения живых существ, основанный на допущении о близком сходстве, родстве, сопоставимости этих существ и человека, что позволяет исследователю вопрошать «как вел бы себя я, будь я этим бонобо (котом, муравьем и др.)?».

**Гэп-мозаика (gap mosaic) – мозаика «окон» возобновления.** Мозаика лесного сообщества, сформированная в результате процесса постоянного выпадения из древесного полога одного или небольшого числа крупных деревьев вследствие смерти по естественным причинам.

**Дельта-разнообразие (delta diversity).** Изменение разнообразия видов между ландшафтами, главным образом по большим климатическим и физико-географическим градиентам [Whittaker, 1977].

**Диаспорический субклимакс.** Состояние растительного сообщества, в котором оно способно к длительному спонтанному существованию вследствие устойчивого потока поколений в популяциях всех образующих его видов. Это состояние сходно с состоянием климаксового сообщества, но отличается от него отсутствием части потенциальных ценозообразователей.

**Диверситас.** Международная исследовательская программа для изучения биологического разнообразия, утвержденная на 24-й Генеральной ассамблее Международного союза биологических наук (Амстердам, сентябрь 1991 г.).

**Диоксин.** Название 2,3,7,8-тетрахлорбензопарадиоксина (сокр. 2,3,7,8-ТХДД). Это наиболее токсичное и хорошо изученное соединение, относящееся к классу полихлорированных дибензодиоксинов – ПХДД (весь класс иногда называют диоксины). Вместе с близкими к ним полихлорированными дибензофуранами – ПХДФ они содержат более 200 соединений, свойства большинства которых изучены недостаточно. Вместе с диоксином еще 11 ПХДД и ПХДФ относятся к сверхтоксичным и наиболее опасным органическим веществам. Время распада диоксинов в почве 10–20 лет, а в человеческом организме не менее нескольких месяцев. Диоксины хорошо растворяются в жирах и накапливаются в пищевых цепях. Диоксины и другие ПХДД и ПХДФ образуются при производстве, обработке и сжигании любых хлорированных углеводородов, а также при сжигании бытовых и некоторых промышленных отходов, при лесных пожарах в лесах, обработанных хлорсодержащими пестицидами и т.д. Диоксины оказывают на человека канцерогенное воздействие и вызывают врожденные аномалии.

**Дифференцирующее разнообразие.** Оценка разнообразия между экосистемами.

**Доминирование.** Количественное преобладание какого-либо вида в сообществе. Преимущественный доступ к ресурсам в биосоциальной системе. Право действовать, не считаясь с поведением других (подчиненных) индивидов.

**Единица картографирования** (mapping unit). Наименьший объект, измеримый на карте. Его размер определяет требования пользователя и картографическими возможностями точности отображения объекта.

**Жизненная форма.** Морфологически сходные группы разного систематического положения, приспособленные к одинаковым условиям среды.

**Зоогенная мозаичность.** Мозаичность растительного сообщества, вызванная трофической и топической деятельностью животных.

**Инвентаризационное разнообразие.** Оценка разнообразия экосистем разного масштаба как единого целого.

**Интегративная биология.** Совокупность всех приложений биологии к социальным и гуманитарным наукам. Включает биополитику, биоэтику, биообразование и ряд других областей. Термин отчасти синонимичен слову «биокультура».

**Использование земли** (land use). Социально-экономическое описание (функциональное измерение) кластеров (групп) территорий: земли, используемые для жилых, промышленных или коммерческих целей, для сельского хозяйства или лесоводства, для целей сохранения и т.д.

**Классификация** (classify). Отнесение объектов или территорий на изображении к спектральным классам на основе подобия их сочетаний.

**Классификация растительности доминантная.** Основана на выделении видов или групп видов – доминантов основных ярусов. Подразделяется на собственно доминантную, когда сообщества характеризуется по доминантам ярусов и доминантно-эколого-ценотическую, когда сообщество характеризуется как по доминирующим видам (обычно по доминирующей древесной породе в лесном сообществе), так и по доминирующей эколого-ценотической группе видов (обычно в травяном покрове).

**Классификация растительности флористическая.** Основана на выявлении видов-детерминантов путем сравнения постоянства (встречаемости) видов на площадках [Миркин, Наумова, 1999]. Наименования типов сообществ (синтаксонов) устанавливаются согласно принятому кодексу [Veber et al., 2000]. Перечень номенклатурных типов (опубликованных по правилам кодекса) носит название продромуса (например, [Korotkov et al., 1991]).

**Кластеры (Группы)** (CLUSTERS). Классификация для статистической оценки состояния и использования территории.

**Климакс.** Динамически равновесное состояние сообщества, постоянство видового состава и устойчивое структурное разнообразие элементов которого поддерживается устойчивыми потоками поколений в популяциях всех потенциальных обитателей данной территории.

**Коммуникация.** Обмен информацией между индивидами (клетками, многоклеточными организмами) и (или) группами.

Существенный компонент социального поведения. В человеческом обществе различают вербальную (словесную) и невербальную (жесты, позы, интонации, запахи и др.) коммуникацию.

**Компоненты биоразнообразия.** Число видов, относительное обилие видов, разнообразие биотопов и др.

**Конвергенция.** Появление сходных признаков у неродственных животных.

**Консументы.** Организмы, потребляющие готовое органическое вещества и использующие для своей жизнедеятельности пищу как источник энергии.

**Кооперация.** Объединение и взаимодействие двух или более особей ради выполнения той или иной задачи.

**Координация.** Взаимное согласование поведения особей в биосоциальной системе.

**Коэволюция.** Согласованное, «взаимно пригнанное» развитие частей одного целого, например разных компонентов экосистемы, разных уровней человека, человечества и его биологического окружения и др.

**Ксенобиотики** (греч. *xenon* – чуждый и *bios* – жизнь). Чужеродные для данного организма или экосистемы вещества, вызывающие нарушения биологических процессов, включая заболевание и деградацию или гибель отдельных организмов, групп организмов или экосистем.

**Ландсат** (LANDSAT). Спутниковая система слежения за состоянием поверхности земли США.

**Ландшафт** (landscape). Сложное понятие, допускающее различные определения. В общем случае это пространственно обусловленное сочетание различных классов территорий (типов мозаик).

**Ландшафтные метрики** (landscape metrics). Различные индексы, характеризующие разнообразие состава, распределение, пространственную конфигурацию, фрагментированность и другие свойства ландшафта.

**Ландшафтное планирование управления** (Land and Resource Management Plan – LRMP). Стратегический мультидисциплинарный, интегрирующий план использования ресурсов, опирающийся на принцип публичности, учета ценности всех ресурсов, соответствия принимаемого решения требованиям устойчивого развития.

**Ландшафтный покров** (land cover). Связывается с системным описанием земной поверхности. Подразумевает пространственные

вариации свойств, отражаемых, в частности, в кластерах (классах состояний). Например, леса, поля, болота и т.п.

**Ландшафтный уровень** (landscape level). Бассейны, или ряд взаимодействующих бассейнов или других естественных экологических единиц, в пределах больших территорий управления ресурсами.

**Лояльное поведение.** Неагонистические, «дружественные», сплачивающие биосоциальные системы взаимодействия между индивидами (группами). Важные формы лояльного поведения – афiliation и кооперация.

**Макроэволюция.** Эволюция на уровнях выше видового, когда нет скрещивания особей и обмена генетическим материалом между особями, но четко проявляются тенденции адаптации животных и растений к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды.

**Местообитание** (habitat). Физическая структура, растительность и физиономические свойства территории которой определяют ее пригодность для существования специфических животных и растений. Термин часто употребляется как синоним понятия биотоп.

**Микогенная мозаичность.** Мозаичность растительного сообщества, вызванная трофической деятельностью древоразрушающих грибов.

**Микроорганизмы.** Бактерии, простейшие, микроскопические грибы.

**Микроэволюция.** Эволюция в популяциях под влиянием ненаправленной мутационной изменчивости на подвидовом уровне, когда особи способны скрещиваться и давать плодовитое потомство. Термин «микроэволюция» ввел в науку генетик Ю.А. Филипченко в 1927 г., чтобы разграничить два принципиально важных эволюционных явления: микро- и макроэволюцию.

**Мониторинг биологического разнообразия.** Система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию о состоянии биоразнообразия во всех его проявлениях с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров биоразнообразия, поддерживающих естественный гомеостаз экосистем, а также имеющих значение для жизнедеятельности человека. Основной функцией является контроль за состоянием биоразнообразия на различных уровнях организации биологических систем: на субклеточном (генетические, биохимические и биофизические аспекты), клеточном и тканевом

(иммунологические, эмбриологические, гистологические и органные аспекты), организменном (физиологические аспекты), видовом, популяционном и экосистемном (многообразие организмов, популяций, сообществ, ландшафтов) уровнях. Важным компонентом является мониторинг качества атмосферного воздуха, воды, почвы и других компонентов ландшафта; определение основных источников загрязнения; прогнозирование состояния основных компонентов ландшафта, а также региональных и глобальных тенденций развития хозяйственной деятельности.

**Нумерическое видовое богатство.** Число видов на строго оговоренное число особей или на определенную биомассу.

**Омега-разнообразие.** Разнообразие биомов на территории эпсилон-пространства. Для его анализа используются географические карты разного масштаба и методология их изучения с помощью геоинформационных систем.

**Онтогенез.** Процесс индивидуального развития особи от рождения до смерти.

**Онтогенетический (возрастной) спектр.** Распределение особей в популяциях по онтогенетическим состояниям.

**Онтогенетическое (возрастное) состояние.** Этап развития особи в онтогенезе, структурно и функционально отличающийся от предшествующих и последующих этапов.

**Пантеизм.** Философское течение, отождествляющее Природу и Бога, наделяющее Природу божественными (сакральными) свойствами (Спиноза, натурфилософия).

**Параллелизм.** Появление сходных признаков у родственных групп животных.

**Пассионарность** (лат. *passio* – страсть). Энергетический и инновационный потенциал общества, характерный для наиболее деятельной его части (Л.Н. Гумилев).

**Пестициды** (лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю). Общее наименование всех химических соединений или их сочетаний, которые используют для защиты культурных растений от вредителей, сорняков и болезней.

**Пиксел** (pixel). Элемент (далее неделимый) изображения

**Пищевая цепь** (синоним – трофическая цепь, цепь питания). Последовательность групп организмов (трофических уровней) каждая из которых служит пищей для организмов последующей группы (более высокого трофического уровня). При переходе с одного уровня

на другой в экосистеме происходит трансформация и разложение органических веществ и рассеяние (диссипация) энергии.

**Поллютанты** (англ. *pollution* – загрязнение). Синоним русского слова загрязнители – химические, физические или биологические агенты привнесенные или образовавшиеся в среде, воздействие которых нарушает естественное развитие экосистемных процессов или оказывает вредное воздействие на человека.

**Полоса (спектральная)** (band, spectral). Часть электромагнитного спектра, определенного диапазоном длин волны (например, синий, зеленый, красный, ближний инфракрасный, дальний инфракрасный)

**Популяционная стратегия или популяционное поведение.** Совокупность биологических свойств, проявляющихся на организменном и популяционном уровне, определяющая способность вида господствовать или занимать подчиненное положение в сообществах в целом или в его структурно-функциональных подразделениях: синузиях, ярусах, микрогруппировках. Представления о популяционных стратегиях основываются на представлениях Л.Г. Раменского (1935) о фитоценоטיפах и о r- и K-отборе [Пианка, 1981]. Популяционная стратегия отражает фитоценотически значимое поведение вида или его фитоценотические потенции. Она может быть охарактеризована большим набором частных признаков, различающихся у растений разных жизненных форм, и наиболее общими интегральными признаками: конкурентоспособностью, фитоценотической толерантностью и реактивностью.

**Популяция** (лат. *populus* – народ, население). Совокупность особей одного вида, населяющая определенную территорию и в большей или меньшей степени изолированная от других таких совокупностей. Как элементарная единица эволюционного процесса, популяция способна длительно существовать во времени и пространстве, самовоспроизводиться и трансформироваться вследствие преимущественного размножения тех или иных групп, различающихся в генетическом отношении. В случае, когда реальные границы популяции распознать трудно или невозможно, популяцией называют совокупность особей исследуемого вида в рамках пространства, ясно ограниченного границами некоторого природного объекта. Так, совокупность особей вида в границах фитоценоза, принято называть «ценопопуляцией», а в границах одного экотопа – экотопической популяцией.

**Потенциальная флора территории.** Список видов региональной флоры, которые по своим экологическим свойствам могут произрастать на рассматриваемой территории.

**Потенциальная флора экотопа.** Список видов, которые по своим экологическим свойствам соответствуют тем экологическим режимам, которые способен поддерживать соответствующий экотоп.

**Потенциальные естественные сообщества** (potential natural community). Сообщество растений, которое возникло бы после снятия хозяйственного воздействия.

**Продуценты** – организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганических компонентов, используя внешние источники энергии (энергию Солнца или – реже – химических реакций окисления неорганических веществ).

**Пространственная структура** (spatial structure). Систематическое, достаточно постоянное сочетание типов территориальных единиц в географическом пространстве и в определенном отношении друг к другу.

**Радионуклиды.** Нестабильные, изотопы химических элементов, у которых атомные ядра самопроизвольно распадаются с постоянной скоростью, характерной для каждого изотопа. Например, изотоп цезия –  $^{137}\text{Cs}$  имеет период полураспада 30,2 года, изотоп стронция  $^{90}\text{Sr}$  – 28,5 лет а у изотопа радона  $^{222}\text{Rn}$  период полураспада равен всего 3,8 суток.

**Разнообразие** (diversity). Размах изменчивости или различий между некоторыми множествами или группами объектов. Число и доля участия различимых объектов.

**Растер** (raster). Один из двух главных типов внутренней организации данных, используемой в геоинформационных системах (ГИС). Растровые системы образуют регулярную сетку по области интереса и связывают их через пиксели, с одним или большим количеством данных.

**Расы или подвиды.** Внутривидовые группы, возникающие вследствие сходства и различия между популяциями. Деление на расы – сугубо субъективная процедура, основанная на существовании двух или большего числа групп популяций, различия между которыми достигли такой величины, которая оправдывает формальное признание этого факта.

**Редуценты** (деструкторы). Организмы, разлагающие мертвое органическое вещество до неорганических составляющих.

**Рудеральные растения.** Растения, произрастающие на свалках, пустырях, около строений, вдоль дорог.

**Саморегуляция.** Свойство биологических систем «автоматически» поддерживать на постоянном уровне основные показатели, обеспечивающие их устойчивость; осуществляется на основе обратных связей.

**Сетевая структура.** Организация, построенная на принципах децентрализованной иерархии и частичного лидерства, широкой специализации членов этой организации и стимулирования личных, неформальных отношений между ними.

**Синантропные виды.** Растения и животные, образ жизни которых связан с человеком, его жильем или видоизмененным им ландшафтом.

**Система.** Это комплекс элементов, находящихся во взаимодействии, при этом степень их взаимодействия такова, что делает неправомочным аналитический подход как метод изучения системы. В то же время целое, не может быть описано теми же зависимостями, какими могут быть описаны процессы в элементах системы.

**Систематика** (таксономия). Наука, занимающаяся изучением множества организмов, их отличительных признаков, их классификацией, основанной на изучении всех и каждой связи между разными организмами.

**Совокупная приспособленность.** Суммарные шансы индивида передать свои гены потомству, зависящие как от его собственной приспособленности, так и от таковой ближайших родственников, имеющих общие гены с этим индивидом.

**Сообщество** (community). Группа взаимосвязанных растений и животных.

**Сопряженное развитие.** Концепция, позволяющая соотнести процессы эволюции биосферы и возможности общества по управлению собственной адаптацией к этим изменениям, развитие по совпадающим множествам фазового состояния, общим точкам развития [Брудный, Лавтарадзе, 1981].

**Социальное поведение.** Вся совокупность поведенческих взаимодействий индивидов в биосоциальной системе.

**Социальные технологии.** Разработки по улучшению взаимоотношений между индивидами и группами в социуме, а также по усовершенствованию различных социальных структур.

**Социобиология.** Систематическое изучение социального поведения у животных и человека на базе данных этологии, экологии, генетики и др. В классическом варианте основана на модернизированной дарвиновской теории эволюции.

**СПОТ (SPOT).** Спутниковая система слежения за состоянием земной поверхности (Франция).

**Средообразователи** (эдификаторы, ключевые виды). Виды, имеющие наиболее крупные и длительно существующие внутрипопуляционные мозаики, включающие в цикл оборота поколений наибольшую порцию энергии и вещества и производящие наибольшие преобразования в экотопе в результате своей жизнедеятельности.

**Стохастические процессы.** Случайные процессы с неоднозначным исходом.

**Структурное разнообразие.** Следствие зональности, стратифицированности, периодичности, пятнистости, наличия пищевых сетей и других способов ранжирования компонентов местообитаний.

**Сукцессия.** Однонаправленный процесс развития сообществ, вызываемый как внешними, так и внутренними причинами. С популяционных позиций сукцессия – это процесс формирования (первичные и вторичные, демутиационные сукцессии) или разрушения (дигрессионные сукцессии) устойчивых потоков поколений в популяциях ценообразователей.

**Типологическое разнообразие.** Группировки по тем или иным категориям признаков, не сводимых к родству, например структурным, функциональным, структурно-функциональным, географическим, экологическим, синэкологическим и т.д.

**Токсиканты.** Вещества, ядовитые для организмов.

**Трансект (transect).** Воображаемая или реально нанесенная на исследуемую территорию линия, на которой проводят биологические и физические наблюдения.

**Трофические цепи.** (См. пищевая цепь).

**Умвельт.** Непосредственное окружение биологического объекта; уникальный мир, который воспринимает и осваивает данное живое существо.

**Уровни биоразнообразия.** Молекулярный, генетический, клеточный, таксономический, экологический и др.

**Устойчивость.** Способность биологических систем противостоять воздействиям (внутренним и внешним), сохраняя свою целостность и основные свойства.

**Фитогенная мозаичность.** Мозаичность растительного сообщества, возникающая в результате жизни и смерти растений-средообразователей.

**Фрагментация (ландшафта) (fragmentation (of landscape)).** Степень мозаичности территории, число различных классов, расчленение единой территории линейными структурами, например дорогами.

**Ценообразователь.** Вид, экологические свойства и особенности географического распространения которого определяют его возможность существовать в рассматриваемом сообществе. В климаксовом сообществе существуют все потенциальные ценообразователи, в сукцессивных сообществах часть из них отсутствует и/или заменена видами несвойственными для климаксового сообщества.

**Эвритопные (эврибионтные) виды.** Растения и животные, способные существовать в разнообразных условиях среды.

**Эдафобионты (педобионты).** Обитатели почвы.

**Экологическая ниша.** Совокупность всех факторов, в пределах которых возможно существование вида в природе.

**Экологическое пространство сообщества.** Набор балльных экологических оценок выбранных факторов, рассчитанный на основе геоботанических описаний.

**Эколого-ценотическая группа видов.** Группа экологически близких видов, в своем генезисе (происхождении) связанная с тем или иным типом сообществ.

**Эколого-ценотическая структура сообществ.** Набор и количественное соотношение видов, относящихся к разным эколого-ценотическим группам.

**Экорегион (ecoregion).** Большой регион обычно с площадью более миллиона гектаров, характеризующейся подобной биотой, климатом, топографией, гидрологией и т.п.

**Экосистема** (от греч. oikos – жилище, местопребывание и systema – сочетание, **объединение**). Совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов. Термин экосистема предложен А.Тенсли (1935). Понятие экосистема приложимо к объектам разной сложности и размеров.

Можно выделить экосистемы пруда или озера в целом и в то же время различать экосистемы прибрежных зарослей водных растений или донной области. Массив леса – экосистема, в пределах которой находятся экосистемы почв разного типа, экосистема гниющего пня и т.д. Чаще под экосистемой понимают совокупность организмов и неживых компонентов среды их обитания, при взаимодействии которых происходит более или менее полный биотический круговорот (с участием продуцентов, консументов и редуцентов). Термин «экосистема» приложим и к искусственной экосистеме (сельскохозяйственные угодья, сады, парки, сооружения биологической очистки сточных вод и пр.). Экосистемы могут быть высоко устойчивыми, сохраняющими свои характерные особенности на протяжении длительного времени, или кратковременными (например, экосистема эфемерных водоемов) независимо от степени сложности, экосистема характеризуется видовым составом, численностью входящих в нее организмов, биомассой, соотношением отдельных трофических групп, интенсивностью процессов продуцирования и деструкции органического вещества. В настоящее время термин «экосистема» часто употребляется как синоним термина «биогеоценоз».

**Элементарная территориальная единица** (reference (landscape) unit). Территориальная единица, в которой отражаются различные состояния свойств поверхности. Выделение территории основывается на гомогенности ее состояния с биофизической, хозяйственной или географической точки зрения. Выделение зависит также от масштаба или единицы картографирования.

**Эмпатия.** Способность вчувствоваться в другого индивида, иное живое существо, видеть мир его глазами, изнутри понимая его поведение. Предпосылка гуманистики как научного подхода.

**Эпсилон-разнообразие.** Разнообразие биомов, географического региона, включающего различные ландшафты.

**Этология.** Область биологии, ведающая поведением живых организмов. В классическом варианте упор делается на врожденное (инстинктивное) поведение в естественных условиях.

Учебно-методическое издание

Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия»  
Научный руководитель серии *Николай Сергеевич Касимов*

## СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Авторы книги:

*Владимир Евгеньевич Флинт, Ольга Всеволодовна Смирнова,  
Людмила Борисовна Заугольнова, Лариса Геннадиевна Ханина,  
Максим Викторович Бобровский, Наталья Александровна Торопова,  
Ольга Петровна Мелехова, Александр Григорьевич Сорокин*

Редактор *Л.И. Лебедева*

Корректор *Н.Н. Сидоркина*

Дизайн обложки *И.Н. Касимова*

Верстка и дизайн *М.Г. Славгородский*

Подписано в печать 17.05.02. Формат бумаги 60x90 1/16

Бумага офсетная № 1

Усл. печ. л. 14,3. Уч.-изд. л. 17,9

Тираж 1000 экз.

Издательство Научного и учебно-методического центра  
117218, Москва, Б. Черемушкинская ул., 34  
Лицензия ИД № 03683

Отпечатано с готового оригинал-макета в  
типографии «ТИССО-ПОЛИГРАФ»  
109088, Москва, Шарикоподшипниковская ул., 4  
Заказ типографии № 345

«Лосиный остров» и др.

До начала следующей интродукции следует установить на специально выбранных местах, расположенных на удалении 3–7 км от места выпуска, «гнездовые боксы» в количестве 4–6 штук. Это будет способствовать закреплению на территории птиц, возвращающихся к месту выпуска после зимовки.

Место хранения книги: <http://nature.ok.ru/>



## *Редкие и исчезающие животные России*

English

О проекте

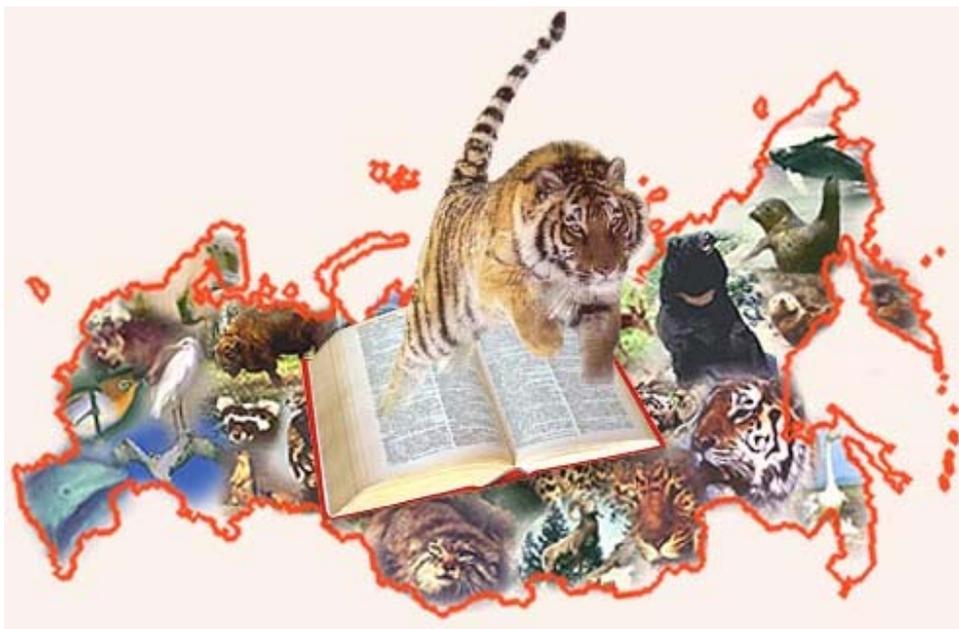
Новости

Классификация  
животных

Голоса  
животных

Библиотека

Видео сюжеты



Поиск

Ссылки

Подпишись  
на новости!

Вебмастеру!

Форум

Гостевая  
книга

*Проект Экологического центра МГУ им М.В. Ломоносова  
к 250-летию Московского Университета*

**В соответствии с российским и международным авторским правом запрещается перемещение на данном сайте материалов, а также их использование без цитирования источника. Запрещается использование данных материалов в издательской или коммерческой деятельности без согласования с Экоцентром МГУ (095)-932-89-82.**