

**Министерство природных ресурсов и экологии  
Калужской области**

**Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования  
биологического разнообразия в Калужской области»  
Вып. 8**

**В.В. Алексанов, С.К. Алексеев, О.А. Новикова,  
М.Н. Сионова, В.В. Телеганова, А.А. Шмыгов**

**Методы инвентаризации и мониторинга  
биоразнообразия  
на особо охраняемых природных  
территориях регионального значения**

Калуга  
2021

УДК 502.7  
ББК 28.088.9я4  
М 54

**Издание осуществлено при финансовой поддержке  
министерства природных ресурсов и экологии Калужской области**

Редакционная коллегия:  
В.В. Алексанов, С.К. Алексеев, О.А. Новикова  
Ответственный редактор:  
В.В. Алексанов

**Алексанов В.В., Алексеев С.К., Новикова О.А., Сионова М.Н.,  
Телеганова В.В., Шмыгов А.А.**

М 54 Методы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях регионального значения / Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области». Вып. 8. – Тамбов: ООО «ТПС», 2021. – 148 с. + 8 с. цв. вкл.

В работе обсуждаются научно-методические основы организации инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях в целях ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий, проведения комплексного экологического обследования и оценки воздействия на окружающую среду. Наряду с общеметодологическими подходами, на основе опыта авторов в ней охарактеризованы наиболее эффективные методы и приемы сбора материала по разным группам живых организмов. Предпринята попытка оценки временных затрат на различные виды исследований биоразнообразия для нормирования в будущем соответствующих работ.

Книга адресована руководителям и специалистам органов государственной власти и местного самоуправления, природоохранных организаций, а также предприятий, оказывающих существенное воздействие на окружающую среду. Она может оказаться полезной для экологов, ботаников, зоологов, осваивающих новые методы или работающих над повышением эффективности своей деятельности. Издание отражает многолетний опыт работы авторов на территории Калужской области, однако может применяться и в других регионах России.

**Рецензенты:**

доктор биологических наук, доцент А.Б. Ручин (ФГБУ «Заповедная Мордовия»);  
доктор биологических наук, заслуженный эколог Российской Федерации  
А.Б. Стрельцов (Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского)

**Aleksanov V.V., Alekseev S.K., Novikova O.A.,  
Sionova M.N., Teleganova V.V., Shmytov A.A.**

**Biodiversity inventory and monitoring methods for regionally-subordinated  
protected areas**

We discuss some principles and approaches of biodiversity inventory and monitoring relative to Russian regionally-subordinated protected areas. We describe some methods, techniques and devices to make biodiversity investigations more easy and effective. We assess timing and labour cost for some investigations of plants and animals. This paper is addressed to chiefs and officers of organisations of nature protections and researchers.

ISBN 978-5-907349-48-3

© Коллектив авторов, 2021  
© Министерство природных ресурсов и экологии  
Калужской области, 2021  
© ООО «ТПС», 2021

## Введение

Сохранение биологического разнообразия основано на систематизированном знании о нем. В понятие биологического разнообразия традиционно включается не только видовое разнообразие, но также разнообразие внутри видов и разнообразие экосистем, однако именно уровень видового разнообразия является центральным и базовым для других исследований, поэтому данная работа посвящена преимущественно ему. Систематизированный свод сведений о биологических видах, обитающих на конкретной территории, в отечественной литературе с конца XX века принято называть *кадастром*. Распространены кадастры позвоночных животных для различных регионов и крупных особо охраняемых природных территорий России, гораздо реже публикуются кадастры беспозвоночных животных. Свод систематизированных сведений о видах растений обычно дается во «флорах» и конспектах флор. Процесс выявления биологических видов на конкретной территории принято называть *инвентаризацией*. В англоязычной литературе термин «кадастр» в этом значении не употребляется – как процесс исследования, так и его результат обычно обозначают термином *inventory*. Именно в таком широком значении слово «инвентаризация» будет использоваться в настоящей работе: под ней подразумевается получение не «голого» списка видов, а свода систематизированных сведений в применении к конкретной территории.

Другим условием сохранения биоразнообразия является его *мониторинг* как система наблюдения, оценки и прогноза изменений его состояния. Смыслоопределяющим свойством мониторинга является периодичность наблюдений. Хотя частичную инвентаризацию иногда рассматривают как элемент мониторинга [Conrad, 2007], в целом эти виды деятельности имеют разные задачи, и при планировании исследований их следует различать.

При характеристике методов изучения биоразнообразия употребляются также термины «наблюдение» (*observation*), «учет» (*survey*), «измерение» (*measurment*), «оценка» (*assessment*), содержание которых частично перекрывается с предметом настоящей работы, однако в детальное обсуждение содержательных различий между ними мы не входим.

Методам изучения биоразнообразия посвящен огромный массив литературы. Наибольший практический интерес представляют справочные издания и руководства, систематизирующие методы изучения крупных групп организмов. Широко известны сводки по методам изучения сосудистых растений [Саксонов, 2017], насекомых и других наземных беспозвоночных [Фасулати, 1961; Цуриков, Цуриков, 2001; Дедюхин, 2011; Голуб и др., 2012], различных групп позвоночных животных [Новиков, 1949; Правдин, 1966; Нумеров и др., 2010 и т.д.]. Существуют и весьма удачные сводки методов изучения разных систематических групп [Методы полевых экологических исследований, 2014].

Предлагаемая работа не ставит своей целью наилучшим образом систематизировать все методы изучения различных систематических групп. Ее задачи – обсудить применение наиболее актуальных методов и подходов к изучению особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения, а также обобщить опыт авторов в исследованиях биоразнообразия, преимущественно в условиях Калужской области. Для каждого метода, который мы считаем эффективным в региональной системе инвентаризации и мониторинга биоразнообразия, кратко обсуждаются:

1) целевое назначение (исследуемые группы организмов, место среди других методов учета группы);

2) принцип действия и основные способы его реализации (техника работы). Для методов, подробно изложенных в доступной литературе, в данной работе дан самый краткий обзор, недостаточно известные или дискуссионные методы и подходы излагаются более подробно. Более подробно описывается также вариант метода, который применялся авторами. Ссылки на конкретные литературные источники приведены только для наиболее актуальных или дискуссионных вариантов метода;

3) трудозатраты, необходимые материалы и оборудование (в соответствии с испытанным или рекомендованным авторами вариантом метода). Оценка трудоемкости основана на опыте авторов, применима в условиях равнинных территорий лесных зон России.

Большая часть методов, необходимых для инвентаризации и мониторинга биоразнообразия, в книге подробно не описывается, отсылки к их характеристике даны в списке рекомендуемой литературы для книги в целом и отдельных глав и параграфов.

Массив литературы о методах изучения биоразнообразия огромен, поэтому во избежание перегрузки текста мы не приводим ссылки на литературные источники при характеристике общеизвестных фактов или общераспространенной в отечественной науке практики, отсылая читателя к обзорным работам в списке рекомендуемой литературы. Ссылки даются при упоминании дискуссионных позиций или новаторских разработок.

Обсуждение вопросов инвентаризации и мониторинга биоразнообразия именно применительно к ООПТ регионального значения представляется особенно актуальным. С одной стороны, в отличие от заповедников и национальных парков, имеющих давние научные традиции, система ООПТ регионального значения, особенно ее научная составляющая, находится еще на этапе становления. С другой стороны, сеть ООПТ регионального значения по сравнению с ООПТ федерального значения более равномерно распределена по территории региона, включает более типичные природные комплексы и потому в известном отношении является более репрезентативной для природы региона. По сравнению с территориями, не имеющими особого охранного статуса, природные комплексы ООПТ более стабильны и потому лучше подходят в качестве мониторинговых площадей. Таким образом, сеть ООПТ регионального значения можно рассматривать в качестве основы системы регионального мониторинга биоразнообразия.

Авторы надеются, что предлагаемая работа будет полезна начинающим исследователям биоразнообразия существующих и предполагаемых ООПТ регионального значения, любителям природы, а также практикующим специалистам. В первую очередь книга адресована руководителям и специалистам органов государственной власти, местного самоуправления, предприятий, оказывающих существенное воздействие на окружающую среду или проводящих оценку воздействия на окружающую среду, природоохранных организаций. Если работа поможет кому-либо спланировать инвентаризацию или мониторинг биоразнообразия на конкретной территории, цель настоящего издания будет достигнута.

Сборник подготовлен авторами как целостное произведение, но необязательно читать его подряд. В первой главе обсуждается планирование инвентаризационных и мониторинговых исследований: зачем, что, где, когда и как изучать. Эта глава адресована как руководителям, так и специалистам, планирующим свою деятельность. Остальные главы книги посвящены более частным вопросам изучения разных групп организмов.

## Благодарности

Выполнение настоящей работы стало возможным благодаря организационной поддержке руководства министерства природных ресурсов и экологии Калужской области и ГБУ КО «Дирекция парков». За плодотворное обсуждение различных методов и подходов, а также их совместное применение на практике авторы признательны коллегам по отделу сохранения биоразнообразия ГБУ КО «Дирекция парков» – М.И. Гаркунову, В.В. Перову и Д.В. Хвалецкому. Отработка многих обсуждаемых методов и подходов происходила в рамках образовательной деятельности в ГБУ ДО КО «Областной эколого-биологический центр», поэтому авторы благодарны всем учащимся областного эколого-биологического центра 1994–2019 годов, участвовавшим в таких исследованиях. Особенно признательны авторы специалистам-биологам, многолетнее общение с которыми позволило повысить профессиональный уровень: Л.В. Большакову, К.В. Макарову, А.В. Маталину, Н.М. Решетниковой, А.Б. Ручину, Б.И. Шефтелю и другим исследователям, оказывавшим консультации по разным аспектам нашей работы.

## Глава 1. Общеметодологические подходы к организации региональных исследований биоразнообразия

### 1.1. О правовых основах необходимости кадастровых и мониторинговых исследований биоразнообразия

Успешное управление любым объектом основывается на **мониторинге** как системе наблюдений, оценки и прогноза изменений его состояния и **кадастре** как систематизированном своде сведений об объекте, обновляемом периодически или путем постоянных наблюдений [Естествознание, 2004; Кузнецов, 2004]. Это справедливо и в отношении **биологического разнообразия** (биоразнообразия), под которым традиционно понимается разнообразие живых организмов во всех его проявлениях [Лебедева и др., 2004].

Законодательство России прямо не содержит понятия кадастра и мониторинга биоразнообразия, однако их необходимость проистекает из действующих правовых норм, в частности законодательства о животном мире и об ООПТ. Прямо предусмотрен федеральным законодательством государственный учет, кадастр и мониторинг в отношении объектов животного мира (ст. 14, 15 Федерального закона «О животном мире»), при этом мониторинг объектов животного мира является неотъемлемой составляющей системы государственного экологического мониторинга (ст. 63.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»).

По федеральному законодательству **государственный кадастр объектов животного мира** реализуется в форме государственного охотхозяйственного реестра, а также в форме Красной книги Российской Федерации и Красных книг субъектов Российской Федерации (Порядок ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира, утвержденный приказом Минприроды России от 22.12.2011 № 963). **Государственный мониторинг объектов животного мира** предусмотрен в отношении охотничьих ресурсов, объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, Красные книги субъектов Российской Федерации, а также объектов животного мира на территориях государственных природных заповедников и национальных парков (п. 5, 6 указанного Порядка). При этом если государственный мониторинг охотничьих ресурсов регламентирован достаточно подробно, то мониторинг прочих объектов животного мира «состоит из регулярно обновляемых сведений о параметрах состояния объектов животного мира, среды их обитания и их динамики» (п. 11 указанного Порядка).

Необходимость кадастровых исследований биоразнообразия на **ООПТ** следует из нормы, предусмотренной ст. 4 Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях», которая детализируется в Порядке ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий, утвержденном приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.03.2012 № 69. Согласно данному документу, государственный кадастр ООПТ включает в том числе характеристику флоры и растительности, краткие сведения о животном мире. В Калужской области кадастр ООПТ регионального значения ведется министерством природных ресурсов и экологии Калужской области на основании результатов комплексного экологического обследования ООПТ, а также их регулярной инвентаризации и натурного обследования. С 2020 года работа «Сбор, обработка и хранение информации об объектах животного и растительного мира (среды их обитания) на ООПТ регионального значения, включая редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты», необходимая для пополнения кадастра ООПТ, также включена в государственное задание ГБУ КО «Дирекция парков».

Кадастровые и мониторинговые исследования биоразнообразия необходимы и для реализации других норм природоохранного законодательства на практике. Без планомерных и всеобъемлющих исследований местной флоры и фауны невозможно оценить степень редкости тех или иных видов для внесения их в региональные Красные книги, сложно принимать те или иные управленческие природоохранные решения в рамках устойчивого развития региона.

**Исследования биоразнообразия необходимы для принятия решения о создании ООПТ.** Одним из наиболее важных свойств ООПТ является значение соответствующей территории для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких, находящихся под угрозой исчезновения и ценных в хозяйственном и научном отношении объектов растительного и животного мира и среды их обитания (ч. 1 ст. 2 Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях» и преамбула к указанному законодательному акту), что невозможно выявить без проведения соответствующих исследований.

В практике изучения и охраны природы достаточно часто употребляется выражение «**паспортизация ООПТ**». Сам по себе паспорт ООПТ как документ не должен содержать подробных сведений о ее биоразнообразии, а только «краткую характеристику ООПТ». В то же время режим охраны ООПТ должен устанавливаться с учетом особенностей ее природы, включая биоразнообразие. По действующему областному законодательству (например, Закону Калужской области «О регулировании отдельных правоотношений, связанных с охраной окружающей среды, на территории Калужской области») проект паспорта разрабатывается до принятия решения о создании ООПТ. Однако на практике приходится разрабатывать паспорта на ООПТ, которые были созданы раньше. Поэтому в некоторых местах настоящей работы инвентаризация биоразнообразия рассматривается как одна из основ паспортизации ООПТ.

Знания биоразнообразия конкретной территории необходимы для проведения **оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду (ОВОС)** (Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации, утвержденное приказом Госкомэкологии Российской Федерации от 16.05.2000 № 372, и приказ Минприроды России от 01.12.2020 № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду»). Ни в том, ни в другом нормативном документе не говорится, в каком объеме должна быть дана характеристика растительного и животного мира, однако требование полноты характеристики, необходимой для оценки воздействия намечаемой деятельности, в любом случае сохраняет свою актуальность. В настоящее время практика проведения ОВОС на ООПТ регионального значения существенно сокращается в связи с изменениями в законодательстве об экологической экспертизе. Однако даже для тех объектов, реализация которых не требует процедуры ОВОС, необходима разработка планов мероприятий по охране окружающей среды, включая охрану животного и растительного мира, для чего также требуется предварительная характеристика состояния окружающей среды. При этом по сравнению с другими компонентами и свойствами окружающей среды объем исследований животного и растительного мира описан в нормативно-технических документах наименее детально. Так, свод правил «Инженерно-экологические изыскания для строительства» (СП 11-102-97) основной акцент делает на охотничьих животных и рыбах, однако не ограничивает ими объем исследований. В частности, согласно п. 4.83 данного документа, «материалы по изучению животного мира должны включать: перечень видов животных по типам ландшафтов в зоне воздействия объекта, в том числе подлежащих особой охране... оценку состояния популяций функционально значимых

видов, типичных для данных мест». Обязанность изучения животного и растительного мира возлагается на хозяйствующий субъект, заинтересованный в реализации соответствующего проекта. Однако нереалистично полагать, что для каждого проекта проектировщиком будет даваться полная и адекватная характеристика растительного и животного мира (и материалы получают адекватную экспертную оценку), если отсутствует «бэкграунд» в виде «фоновой» научной информации о биоразнообразии той или иной территории. Поэтому обеспечение получения такой информации следует рассматривать как одну из задач органов государственной власти, уполномоченных в области охраны окружающей среды.

Всесторонняя инвентаризация и мониторинг биоразнообразия требуются для реализации норм относительно ведения **Красной книги Российской Федерации и Красных книг субъектов Российской Федерации**. Очевидно, что для оценки редкости тех или иных биологических видов, а также значимости тенденций изменения численности видов, занесенных в Красную книгу, необходимо их сопоставление с другими видами, сходными по тем или иным признакам. В Калужской области организация и проведение мониторинга состояния редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира и другие вопросы, связанные с Красной книгой Калужской области, регламентированы Законом Калужской области «О регулировании отдельных правоотношений, связанных с охраной окружающей среды, на территории Калужской области». Издание Красной книги Калужской области осуществляется не реже одного раза в 10 лет, а постановлением Правительства Калужской области от 29.10.1998 № 115 «О Красной книге Калужской области» определено предусматривать ежегодно при формировании областного бюджета расходы, связанные с ведением Красной книги Калужской области. Регулярно обновляется перечень (список) редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Калужской области. Начиная с 2018 года, ежегодно издаются сборники из серии «Кадастровые и мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области», содержащие научную информацию о различных биологических видах в регионе.

## **1.2. Разработка программы мониторинга биоразнообразия в системе экологического мониторинга**

Под **государственным экологическим мониторингом** (государственным мониторингом окружающей среды) отечественное законодательство понимает комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценку и прогноз изменений состояния окружающей среды (ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»). На законодательном уровне (в цитируемом законе) классификация экологического мониторинга осуществляется по подсистемам, сложившимся исторически вокруг управляющих ведомств и отраслей в соответствии с управляемыми объектами. Большой практический интерес для исследователей и организаторов мониторинга представляют классификации, бытующие в научной литературе [Израэль, 1984; Бурдин, 1985; Реймерс, 1990; Стрельцов, 2003; Шитиков и др., 2003; Горшков, 2010].

Наиболее распространенные и, по-видимому, продуктивные основания классификации экологического мониторинга – по уровням и по природным средам. По **уровням** обычно выделяют: 1) *импактный* мониторинг (изучение антропогенных воздействий в локальном масштабе, направленное, например, на оценку сбросов или выбросов кон-



кретного предприятия); 2) *региональный* (слежение за процессами и явлениями в пределах конкретного региона, имеющего свою природную и хозяйственную специфику); 3) *фоновый* (базовый, слежение за общебиосферными явлениями, возник в рамках международной программы «Человек и биосфера» на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность). Иногда делают различия между фоновым и глобальным мониторингом, а также между импактным и локальным мониторингом, но на цели настоящей работы это разделение не влияет.

По **природным средам**, за состоянием которых ведутся наблюдения, различают геофизический мониторинг (мониторинг атмосферы, океана, поверхности суши с внутренними водными объектами и подземными водами) и биологический мониторинг, объектом которого является биота – совокупность живых организмов. Понятие «биологический мониторинг» трактуется достаточно широко: от наблюдений за самими биологическими объектами до контроля состояния каких-либо факторов среды при помощи живых организмов (биоиндикаторов).

На практике господствует узкая, прикладная трактовка биомониторинга как метода оценки качества (или здоровья) среды при помощи организмов (биоиндикаторов). В таком случае биомониторинг основан на систематическом применении методов биоиндикации или биотестирования. Биоиндикация может осуществляться по наличию видов, внутривидовому (фенетическому) разнообразию, но чаще всего по стабильности развития особей видов-индикаторов, которая измеряется как флуктуирующая асимметрия. Биомониторинг по видовому разнообразию [Стрельцов, 2003] или оценка компонентов биоразнообразия [Горшков, 2010] нередко рассматривается в контексте оценки качества среды. Очевидно, что при такой трактовке мониторинг биоразнообразия будет занимать подчиненное положение по отношению к менее трудоемким и более однозначным (доказательным) методам экологического мониторинга. Не умаляя значимости подобных исследований, необходимо подчеркнуть неполноту сложившегося де-факто инструментального подхода к биоразнообразию. Исходя из самооценки биоразнообразия, его мониторинг необходимо признать важным вне зависимости от того, позволяет ли он оценивать какие-либо показатели качества среды или экосистемные услуги и функции.

Мониторинг биоразнообразия можно рассматривать либо в составе биомониторинга при его широкой трактовке как системы наблюдений за состоянием, оценки и прогноза изменений состояний биологических систем (что по смыслу соответствует закрепленному в законодательстве более общему понятию государственного экологического мониторинга), либо как самостоятельную деятельность. Последний подход господствует в современной зарубежной литературе об «оценке и мониторинге биоразнообразия» (biodiversity assessment and monitoring) [Lindenmayer, 2012; Schipper & Roveg, 2017]. Существует множество национальных и ведомственных руководств и указаний (manuals, guidelines, frameworks) в этой сфере. Некоторые из них использованы при написании настоящей работы.

Региональная система биологического мониторинга на примере Калужской области была разработана А.Б. Стрельцовым в 1994–2000 годах применительно к оценке качества среды [Стрельцов, 2003]. Она включает три территориальных уровня. Региональный мониторинг (первый уровень) в масштабах региона следует рассматривать как фоновый, наблюдательные пункты размещаются равномерно по территории региона в наименее подверженным антропогенному влиянию местообитаниях (использовано 40 многолетних пунктов наблюдения). Второй уровень рассматривается как сплошное обследование (путем создания очень густой сети наблюдательных пунктов) наиболее «проблемных» (наиболее подверженных антропогенному воздействию) тер-

риторий (для данного региона выбран город Калуга). Третий уровень – мониторинг конкретных объектов антропогенного воздействия. Очевидно, что сеть для мониторинга биоразнообразия должна строиться несколько по-иному, поскольку должна учитывать как антропогенное воздействие, так и природный уровень биоразнообразия. Модификация уровней региональной системы мониторинга применительно к мониторингу биоразнообразия обсуждается в следующих параграфах.

Исходя из смысла понятия «мониторинг», при разработке его программы необходимо планировать следующие элементы:

- объекты;
- признаки;
- способы измерения;
- периодичность измерений.

Природа биоразнообразия заставляет уточнить и конкретизировать данные элементы. С одной стороны, объекты мониторинга биоразнообразия включают: 1) целевые таксоны, 2) природные комплексы. С другой стороны, признаки невозможно анализировать отдельно от объектов. Кроме того, при планировании мониторинговых исследований особенно важно учитывать временные затраты, которые определяются как периодичностью измерений, так и временными затратами на одно измерение, и оба источника временных затрат целесообразно обсуждать совместно. Таким образом, при планировании мониторинговых исследований биоразнообразия мы предлагаем обсуждать следующие аспекты:

1) таксономический аспект: целевые виды и более крупные систематические и биологические группы;

2) аспект типа данных (присутствие/отсутствие вида или некоторые количественные показатели);

3) пространственный: а) приоритетные ООПТ (крупные природные комплексы); б) приоритетные местообитания; в) размещение пробных площадей в пределах природных комплексов и местообитаний;

4) временной: а) продолжительность обследования; б) периодичность инвентаризации.

Инвентаризация, в отличие от мониторинга, не предполагает периодических измерений. Однако временной аспект при планировании инвентаризационных исследований также присутствует, поскольку необходимо решить вопрос о тождественности подвергнутого инвентаризации объекта в разные моменты времени (отсюда понятие повторной инвентаризации). Поэтому выделенные выше аспекты будут удобны и при планировании инвентаризационных исследований.

### **1.3. Целевые таксоны в инвентаризации и мониторинге биологического разнообразия**

Осознавая экосистемную значимость и потенциальное значение для человека каждого биологического вида, необходимо признать фактическую невозможность выявления всего биоразнообразия (и видового разнообразия в частности) даже относительно небольшой территории. С одной стороны, видовой состав всегда находится в динамике за счет изменения ареалов видов (особенно часто в связи с деятельностью человека и климатическими изменениями) и видообразования. С другой стороны, выявление всех видов организмов требует участия значительного числа специалистов и огромных временных затрат. Например, для определения видов всех систематических групп в одном известном национальном парке было привлечено свыше 200 исследователей

[Nichols & Langdon, 2007]. Поэтому проекты полного выявления биоразнообразия (All Taxa Biodiversity Inventory) в мире остаются единичными. Даже если исключить из рассмотрения одноклеточные организмы и ограничиться только многоклеточными животными (к которым и сводится по современной систематике данное царство), выявление всех видов на ООПТ регионального значения проблематично. Многие систематические группы требуют участия «узкого» специалиста не только на этапе определения, но и на этапе сбора (экстрагирования) материала (нематоды, ногохвостки, различные группы клещей и т.д.). Специалистов по таким группам в России единицы. При этом, согласно информационно-аналитической системе «ООПТ России» (2020), в качестве действующих фигурируют 11069 ООПТ регионального значения. Поэтому не только мониторинг, но и инвентаризация всех групп объектов растительного и животного мира на всех ООПТ регионального значения представляется маловероятной, скорее такие исследования сосредоточатся на заповедниках и национальных парках, в границах которых охраняются наиболее уникальные и ценные экосистемы.

Поэтому первоочередной задачей организации инвентаризации и мониторинга является выбор **целевых (target) групп** (это могут быть как филогенетические, так и экологические группы, но в дальнейшем тексте для краткости они обозначаются как таксоны). Часто в экологической литературе употребляется понятие «модельные таксоны», однако редко удается доказать, что выбранная группа является модельной по отношению к более широкому кругу организмов, поэтому мы используем более нейтральное понятие «целевые таксоны».

Обсуждая целевые таксоны, следует различать два пласта:

1) крупные таксоны, подлежащие инвентаризации при небольшой детализации видовой состав на ООПТ) – «инвентаризационный список»;

2) отдельные виды и другие небольшие таксоны, подлежащие более детальному изучению: мониторингу, отслеживанию распространения на больших территориях, в том числе вне действующих ООПТ, более детальному распределению по местообитаниям ООПТ и т.д. – «мониторинговый список».

Первый пласт, в свою очередь, целесообразно разделять на спектры таксонов, подлежащих инвентаризации на существующих ООПТ, и на территориях, которым планируется придание правового статуса ООПТ.

**Спектр таксонов, подлежащих инвентаризации в рамках государственного кадастра ООПТ**, определен Порядком ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий, утвержденным приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.03.2012 № 69. Согласно абзацу «к» пп. 20 п. 25 указанного документа, суммарные сведения о биологическом разнообразии включают общее число выявленных видов основных таксономических групп организмов:

- млекопитающих;
- птиц;
- рептилий, амфибий;
- рыб и круглоротых;
- моллюсков наземных, моллюсков пресноводных, моллюсков морских;
- ракообразных;
- пауков;
- насекомых;
- сосудистых растений;
- мхов, водорослей, грибов, лишайников.

Также, согласно этому документу, для каждой ООПТ указывается число видов,

включенных в Красный список Международного союза охраны природы (МСОП), в Красную книгу Российской Федерации и в Красную книгу субъекта Российской Федерации. Необходимость выявления видов, включенных в соответствующие Красные книги, в некоторых случаях заставляет расширять спектр таксонов, подвергаемых инвентаризации (например, иногда в региональные Красные книги включаются также кольчатые черви). Границы таксонов в этом случае целесообразно определять, исходя из экологической общности и единства методов изучения (на практике это обычно таксон ранга семейства). В то же время очевидно, что не все названные в списке таксоны могут быть подвергнуты инвентаризации с исчерпывающей полнотой. В частности, на практике среди грибов изучают обычно макромицеты; вряд ли многие ООПТ могут похвалиться изучением всех групп насекомых и пауков, для которого необходимы узкие специалисты.

Спектр таксонов, которые нужно изучить для принятия **решения о создании новой ООПТ**, в законодательстве определен гораздо менее жестко. Например, согласно ст. 41.1 Закона Калужской области «О регулировании отдельных правоотношений, связанных с охраной окружающей среды, на территории Калужской области», материалы комплексного экологического обследования территории должны содержать характеристику животного и растительного мира (в составе природно-экологической характеристики территории) и характеризовать наличие редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Калужской области. Аналогичная структура просматривается и в других регионах. На практике таксоны, изучаемые при комплексном экологическом обследовании разных территорий, очень разнятся в зависимости от специализации исполнителей. Комплексное экологическое обследование проводится в очень сжатые сроки (как правило, не более нескольких месяцев), за которые невозможно сколько-нибудь полно выявить видовой состав большинства групп организмов. При этом характеристика растительности позволяет с неплохим приближением охарактеризовать пригодность территории в качестве местообитания различных групп животных и грибов. В связи с этим при проведении комплексного экологического обследования территорий для придания статуса ООПТ целесообразно ограничиться инвентаризацией сосудистых растений, вероятно, с добавлением отдельных легко идентифицируемых индикаторных и экосистемно значимых (например, средообразователей) видов животных и грибов, перечень которых для каждого региона должен быть свой.

Переходя к обсуждению отдельных **видов**, которым нужно уделять особое внимание при инвентаризации и мониторинге биоразнообразия, необходимо отметить отсутствие общепринятой терминологии в отечественной литературе.

В мировой практике конца XX – начала XXI века для выбора таких видов используются несколько терминов и соответствующих концепций [Caro, 2010].

«**Виды-представители**» (**surrogate species**): виды, которые используются в качестве представителей других видов в природоохранных целях [Caro & O'Doherty, 1999; Andelman, Fagan, 2000].

**Индикаторные (indicator) виды**: индикаторы условий окружающей среды (environmental indicator) и индикаторы биоразнообразия (biodiversity indicator).

**Виды-«зонтики» (umbrella)**: виды, требовательные к определенным местообитаниям, сохраняя которые, мы сохраняем множество других видов. Первоначально «зонтики» – это относительно крупные животные, нуждающиеся в местообитаниях большой площади, через охрану которых мы сохраняем местообитания множества более мелких видов. В более поздних работах это также виды, зависящие не толь-

ко от площади, но и от иных свойств местообитания. В настоящее время в качестве «зонтиков» рассматриваются и насекомые: связанные с деревьями жуки-плоскотелки [Mazzei et al., 2011], щелкуны [Gouix et al., 2015], усачи [Foit et al., 2016], прямокрылые в открытых сухих местообитаниях [Wünsch et al., 2012]. Высказывались также предложения о зонтичных видах среди пауков, жужелиц, долгоносиков и божьих коровок [Sattler et al., 2014].

**Флаговые (flagship) виды:** наиболее заметные, яркие виды, привлекающие общественное мнение к сохранению биоразнообразия. Как правило, флаговыми видами являются птицы и крупные млекопитающие, хотя их можно выделять и среди беспозвоночных, например, дневных чешуекрылых, стрекоз и крупных жуков [Oberhauser & Guiney, 2009; Barua et al., 2012].

**Фокальные виды (focal species).** Первоначально введены как более широкое понятие, чем «зонтики», включали 4 категории видов, ограниченных: 1) площадью, 2) способностью к расселению, 3) ресурсами, 4) процессами [Lambeck, 1997]. Иногда сближаются с индикаторными видами как виды, связанные с определенными особенностями местообитаний [Silvano et al., 2017]. Зачастую употребляется как синоним “surrogate species” [Ducarme et al., 2013; US Fish and Wildlife Service, 2015]. В русскоязычной литературе термин используется редко [Латыпов, 2004; Баранов, 2005].

Подходы, основанные на использовании «видов-представителей», подвергались критике [Simberloff, 1998; Andelman, Fagan, 2000]. В то же время очевидно, что в практике инвентаризации, мониторинга и сохранения биоразнообразия применение элементов этих подходов неизбежно.

**«Приоритетные» виды (priority species).** Чаще всего употребляется в отношении видов, индикаторно или функционально значимых для сохранения биоразнообразия и экосистемных свойств [Regan et al., Barrett et al., 2014], но также в это понятие вписывают значимость для экономического или духовного благополучия людей [WWF, 2020]. Таким образом, в эту группу могут включаться ключевые (key species) и социально значимые виды. «Приоритетными» также называют не только положительно, но и отрицательно значимые виды, например, среди чужеродных организмов [Дгебуадзе, 2014].

Для обозначения видов, более подробно изучаемых в ходе инвентаризационных и мониторинговых исследований, мы предлагаем применять термин **«приоритетные виды»** как содержательно наиболее универсальный. Учитывая некоторую претенциозность слова «приоритетный», удобно было бы использовать термин «фокальные» или «фокусные» виды (находящиеся в фокусе), однако его ограничивает более узкое значение, закрепившееся в научной литературе. *Surrogate species* также ограничено более узким значением, кроме того, перевод «суррогатный» имеет негативные коннотации в современном русском языке, а «виды-представители» неудобен. Термин «флаговый вид» предполагает природоохранную практику, включая привлечение финансовых средств, а в нашем случае задача ограничивается изучением. Доказать индикаторное и «зонтичное» значение того или иного вида непросто, такой статус требует предварительных исследований. Можно было бы оставить обозначение, которое мы употребили как рабочее в начале этой главы, – **«мониторинговые виды»**. Однако наши задачи включают не только мониторинг, но и разовые обследования. В отечественной литературе термин «мониторинговые виды» иногда используется в узком смысле – для обозначения видов, не внесенных в Красную книгу, но нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде, включаемых в приложения к Красной книге [Лукианов, Лобачев, 2016].

#### **Критерии выбора приоритетных видов**

Для планирования региональных инвентаризационных и мониторинговых иссле-

дований целесообразно выделить следующие критерии выбора приоритетных видов.

1) **Экосистемная значимость.** В первую очередь изучению подлежат **ключевые виды** – организмы, играющие важную роль в функционировании экосистем при не самой большой своей биомассе и численности (в частности, средообразователи). Определение наличия ключевых видов из числа позвоночных животных (например, зубра, кабана и других копытных, речного бобра) относительно легкодоступно (хотя характеристика численности и популяционной структуры требует специальных исследований). Гораздо реже учитываются опылители (прежде всего, пчелиные), утилизаторы трупов и экскрементов животных (жуки-мертвоеды, включая могильщиков, и навозники), дождевые черви, но для выявления этих групп также подходят краткосрочные учеты по стандартным методикам. Для функционирования экосистем чрезвычайно важны и такие группы ключевых видов, как почвенные беспозвоночные-гумификаторы, листогрызущие насекомые, дроворазрушающие грибы [Смирнова, 2004], однако уровень детализации их изучения еще недостаточно обсуждаем.

2) **Природоохранный статус.** Как уже обсуждалось выше, мониторинг обязателен в отношении видов, занесенных в Красные книги. В то же время специалисты неоднократно обращали внимание на избыточность списков видов, вносимых в региональные Красные книги [Мазин, Куваев, 2020], и можно ожидать, что списки будут сокращаться, будут включать только реально угрожаемые виды, для которых возможна оценка динамики численности и меры охраны. Пока оптимизации списков не произошло, технически для целей учета в составе таких списков придется дифференцировать группу видов наивысшей приоритетности (с учетом всех критериев настоящего раздела). Эту группу необходимо использовать в качестве индикаторов или зонтиков для остальных видов, а исследования на предмет наличия других, малозаметных видов Красной книги проводить только в местах выявления соответствующих индикаторов. Вероятно, целесообразным будет внесение таких видов в перечень видов, нуждающихся в особом контроле за их состоянием («мониторинговый список»), прилагаемый к Красной книге субъекта Российской Федерации.

3) **Отрицательная природоохранная значимость:** приоритетному мониторингу подлежат инвазионные виды, оказывающие влияние на местные экосистемы. В последние годы такие виды заносятся в региональные «черные книги» (например, [Решетникова и др., 2019]).

4) **Индикаторная значимость.** Хотя представление о жесткой однозначной связи определенных видов-индикаторов с условиями среды осталось в прошлом, корреляция присутствия некоторых видов с некоторыми свойствами экосистем и местообитаний не подлежит сомнению. Индикаторная ценность тем выше, чем уже экологическая валентность и ниже миграционный потенциал организма. Наиболее известны индикаторы среди растений и грибов, однако и комплексы животных могут обладать очень точной «экологической памятью» [Мордкович, 1973]; известны случаи, когда индикаторные беспозвоночные появляются в биогеоценозе раньше, чем соответствующие данному типу растения [Методические подходы к экологической оценке..., 2010]. В целом беспозвоночные являются лучшими индикаторами как более специализированные виды, чувствительные к наличию микроместообитаний, определяющему качество макроместообитаний [Хански, 2015]. Пригодность «индикатора» зависит от пространственных масштабов планируемых управленческих решений. Например, для определения ценности небольшого участка леса перспективны наземные моллюски как малоподвижные животные, ценность лесного массива хорошо охарактеризуют бегущие по поверхности почвы членистоногие, а для выявления наиболее интересных ландшафтов в пределах региона интерес представляют и летающие насекомые [Mazzei et al., 2011]. Учет инди-

каторной значимости видов предполагает предварительный выбор приоритетных экосистем / местообитаний / условий среды, наличием которых в значительной степени и руководствуются, принимая решение о создании ООПТ. В качестве приоритетных местообитаний рассматриваются обычно участки, значимые для сохранения значительно числа видов, либо выполняющие важные средообразующие, информационно-познавательные и иные функции, либо редкие для данного региона.

5) **Широкое распространение в пределах региона.** Может рассматриваться в составе предыдущего критерия, однако его целесообразно выделить, поскольку индикаторная значимость может определяться по литературным данным для других регионов или проявляться на небольшой территории. Разумеется, этот критерий устанавливает требования к рекогносцировочным исследованиям, что не исключает необходимости мониторинга видов с единственными местообитаниями.

6) **Социальная значимость.** Значимость объектов животного и растительного мира для материального потребления местным населением в большинстве регионов нашей страны в настоящее время невелика, однако **культурная и эколого-просветительская значимость** дикой природы будет только возрастать. Поэтому в число приоритетных видов важно включать «харизматичные» виды из различных систематических групп. К учету таких видов можно привлекать и любителей, что повысит и доступность изучения (подробнее см. ниже).

7) **Возможность применения мер охраны (доступность управления).** Специальные меры охраны доступны чаще для растений и позвоночных животных, хотя и среди беспозвоночных животных можно выделить виды, лимитированные строго определенным ресурсом, повышая доступность которого, мы можем сохранить виды.

8) **Доступность изучения (эффективность выявления).** Включает несколько аспектов: 1) наличие (доступность) специалистов; 2) временные затраты (изготовление или приобретение специализированного оборудования также может быть отнесено к этому аспекту), а также жесткость временных рамок для проведения учетов (короткий строго определенный сезон года или достаточно растянутый период); 3) минимизацию вреда природным системам при проведении исследования.

а) Инвентаризация биоразнообразия предполагает взаимодействие двух категорий исследователей: «узких специалистов», как правило, систематиков (taxonomists, alpha-taxonomists), которые «гарантированно» определяют виды ограниченной систематической группы, и «паратаксономистов» (parataxonomists), которые проводят полевые учеты и первичный разбор материала по систематическим группам (они же обычно являются коллекторами, сборщиками). Соотношение трудозатрат систематиков и «паратаксономистов» при инвентаризации разных групп неодинаково, число специалистов по разным группам организмов также сильно варьирует, что неизбежно ограничивает возможности инвентаризации. С другой стороны, при инвентаризации и мониторинге некоторых групп можно использовать данные не только специалистов-биологов, но и любителей, накапливаемые в рамках «гражданской науки» (Citizen Science). Показано, что такие любительские данные пригодны для серьезных исследований [Van Strien et al., 2013]. В настоящее время огромный массив наблюдений накапливается на платформе iNaturalist [Chandler et al., 2013]. В этом отношении наиболее доступны крупные малоподвижные организмы, прежде всего сосудистые растения, в меньшей степени позвоночные, но также и некоторые легко идентифицируемые представители насекомых и моллюсков.

б) Временные затраты обсуждаются ниже при рассмотрении различных методов исследования, но в целом чем мельче организм, тем больше затрат на изучение [Lawton et al., 1998]. В связи с ограничениями доступности среди членистоногих, например,

обычно заносятся в Красные книги и подвергаются мониторингу открыточелюстные насекомые, хотя затрагивался вопрос занесения в них и микроартропод [Козлов, 2010].

с) С природоохранных и этических позиций приоритет должен отдаваться исследованиям, которые могут проводиться прижизненно, без изъятия организмов из природной среды, с применением природосберегающих методов [Цуриков, Цуриков, 2001]. Среди беспозвоночных обнаруживаются без ловушек и хорошо узнаются в поле, например, некоторые жуки, прямокрылые, наземные моллюски [Сачков, 2003].

Количество выбранных приоритетных видов зависит от видового разнообразия и других особенностей региона, а также исследовательских ресурсов. Как правило, желательно выбирать не менее одного приоритетного вида для каждого типа местообитаний, а для структурно сложных и разнообразных местообитаний – также для разных подразделений по ярусной принадлежности и степени подвижности (например, синузий). Среди приоритетных видов целесообразно выделять разные группы в зависимости от задачи исследования.

Определение приоритетных видов целесообразно проводить в три этапа.

1. Составление перечня ключевых местообитаний региона и элементов их структуры (см. также п. 1.4). Эту работу следует выполнять экологу, хорошо знакомому с растительностью и ландшафтно-геоморфологическими особенностями территории.

2. Составление списков видов для местообитаний. Эту работу желательно выполнять нескольким экспертам по соответствующим систематическим или экологическим группам.

3. Оценка приоритетности видов по критериям. Вышеназванные критерии целесообразно поместить в таблицы (матрицы, опросные листы) и предложить их заполнить экспертам. Для большинства названных критериев достаточно применять дихотомическую шкалу «да»/«нет», но можно применять и 3-балльную шкалу (более дробные градации неудобны для опроса). Итоговый балл приоритетности для каждого вида можно рассчитать как сумму баллов по критериям или с приданием веса разным критериям. Для оценки харизматичности вида можно использовать опрос широкого круга пользователей, а также анализ наблюдений на платформах гражданской науки. Пример материалов для определения приоритетных видов приведен в приложении 1.

#### **1.4. Пространственный аспект инвентаризации и мониторинга биоразнообразия**

Очевидно, что сплошное обследование биоразнообразия на всей территории даже небольшого памятника природы невозможно как по причине принципиальной ограниченности материальных и кадровых ресурсов в сочетании с непрерывностью живого покрова Земли, так и по причине недопустимости слишком обширных обследований, нарушающих условия существования живых организмов. Поэтому продуманная пространственная организация исследований – важнейшее условие эффективного изучения и сохранения биоразнообразия. С практической позиции целесообразно выделить несколько пространственных уровней организации инвентаризации и мониторинга биоразнообразия, на каждом из которых необходимо определять модельные объекты (пробные площади).

1. **Локалитет** – минимальная географическая единица, соответствующая определенному ландшафту и включающая местообитания различных типов (которые соответствуют разным единицам дифференциации этого ландшафта). Традиционно во флористических и фаунистических исследованиях такая



единица привязывается к окрестностям населенного пункта. Неодинаковый видовой состав организмов на разных пробных площадях в пределах такой территории, как правило, объясняется не столько затруднением миграций (заноса диаспор), сколько различиями условий местообитаний, сукцессионной стадией развития сообществ, индивидуальными историческими условиями формирования и конкурентными отношениями в сообществах. Необходимо отметить, что общепринятой терминологии для обозначения этого предмета в природоохранной литературе нет, используются также термины «географический пункт» и «точка», а термин *locality* применяется и в более узком значении – как территория местообитания локального сообщества [Leibold et al., 2004]. Флора и фауна такой территории обычно обозначаются как **локальная флора (фауна)**. Локальная флора рассматривается как участок, флора которого может быть изучена с исчерпывающей полнотой [Юрцев, 1975], или как флора окрестностей географического пункта [Юрцев, 1997]. Локальная фауна выявляется в результате многолетних исследований, когда установлен видовой состав всех (или как минимум основных для данной местности) типов сообществ [Козырев и др., 2000]. На практике для изучения локальной фауны используют территорию радиусом около 10 км [Дедюхин, 2011]. Для обозначения совокупности видов на территории, обладающей физико-географическим единством, предлагается использовать термин **«конкретная фауна»**. Конкретная фауна характеризуется возможностью исчерпывающего изучения видового состава и возможностью определения границ, в пределах которого обитает данный набор видов, локальная фауна может охватывать часть конкретной фауны или несколько конкретных фаун [Макаров и др., 2013].

Во многих случаях обитателей ООПТ регионального значения можно рассматривать в качестве исторически сложившейся совокупности видов, поскольку ООПТ как объект охраны обычно формируется на базе относительно целостного природного комплекса с исторически сложившимся режимом природопользования, благодаря которому он сохранился. Этим оправдано применение терминов «флора» и «фауна» к крупным ООПТ регионального значения.

2. **Участок местообитания (habitat patch)** – наименьшая однородная единица в пределах локалитета, рассматриваемая как место обитания сообщества организмов, популяций отдельных видов. Участок местообитания – основная единица управления ООПТ; от качества участков, размера и формы каждого из них, их связности зависит сохранение видов [Хански, 2015]. В отечественных экологических исследованиях широко применяются термины *«биотоп»* как местообитание биоценоза (сообщества всех организмов) и *«станция»* как местообитание отдельного вида или участок местообитания, используемый для осуществления какой-либо функции. В настоящей работе мы применяем термин «местообитание» как наиболее широкий, не входя в подробное обсуждение соотношения этих терминов.

3. **Тип местообитания (habitat type)** – объединение несмежных сходных участков в пределах локалитета или региона (при изучении типов местообитаний используют понятие *«парциальная флора»*). Анализ типов местообитаний важен для определения исследовательской и природоохранной ценности локалитета.

4. **Пробная (учетная) площадка (sample area, sample plot, sample site)** – участок, непосредственно взятый для изучения и обследуемый относительно полно в рамках выбранного метода. Часто совпадает с участком местообитания, но мо-

жет представлять собой и его часть (иногда термин «пробная площадь» применяется и к обширным территориям, включающим разные местообитания, когда, например, изучают восстановление растительности). Размер пробной площади определяется биологическими особенностями изучаемой группы и выбранными методами исследования. Например, в геоботанических исследованиях лесов обычно используют не менее 4 пробных площадок  $10 \times 10$  м [Методические подходы к экологической оценке..., 2010]. Количество пробных площадей зависит от цели исследования. Если, например, предполагается сравнение типов местообитаний с применением статистических методов, следует брать минимум 3–4 пробные площади в разных участках местообитаний (при взятии трех пробных площадей на одном участке это будут «мнимые повторности», однако такую схему исследования можно применять, если мы сравниваем не типы местообитаний, а их конкретные участки).

5. **Выборка** (sample) – наименьшая единица учета, результат учета на одной пробной площади за один временной период. Количество выборок для одной пробной площади определяется природой метода учета.

Дополнительно представляется полезным выделить категорию «**массив**» – территория, внутри которой не проходит «жестких» границ, которые бы существенно затрудняли миграцию организмов (такие границы имеют, как правило, антропогенное происхождение, например автодороги). Как правило, массив совпадает с участком ООПТ. Для подвижных и относительно крупных животных массив, вероятно, было бы правильно рассматривать как одно местообитание, однако зачастую в его границах выделяются разные местоположения с разными растительными сообществами, представляющие собой разные местообитания для менее подвижных и мелких организмов. Поэтому, говоря об изучении и сохранении биоразнообразия в целом, полезно рассматривать участок местообитания и массив как разные уровни.

Внутри участка местообитания выделяются более мелкие подразделения, связанные с мелкими неоднородностями рельефа, жизнедеятельностью крупных особей растений, зоогенными и антропогенными нарушениями. Чаще всего такое горизонтальное подразделение участка местообитания обозначается как *микросайт* (microsite). Близким понятием, рассматриваемым в рамках горизонтальной структуры биогеоценоза, является *парцелла*. Используется и понятие *микроместообитание* (microhabitat), обозначающее также иные подразделения местообитания со специфическими условиями, например, западины, вывалы, стволы гниющего валежника, сухостойные деревья, пни, дупла. В отечественных работах по распределению наземных животных встречается также термин «*микростация*». Чтобы выявить население участка, необходимо обследовать все типы микросайтов.

Для практических задач целесообразно было бы использовать понятие «элемент структуры местообитания» (element of habitat structure, см. Beck, 2000), которым можно обозначать микросайты, ярусы, физические отдельные разного порядка (валежник, сухостойные деревья, пни).

Наибольшие теоретико-методологические трудности в пространственной организации исследования связаны с **классификацией местообитаний** и определением границ их участков. Во-первых, размер местообитаний индивидуален для каждого вида, зависит от требований к тем или иным ресурсам, миграционных способностей, поведенческих и иных особенностей вида. Например, размер местообитания копытного животного несопоставим с местообитанием

мелких членистоногих. Вместе с тем для видов одной размерно-экологической группы, однородной по степени подвижности и необходимой площади (для обеспечения одной особи и популяции), можно выделить сопоставимый объем местообитаний. Однако на практике удобно исследовать видовой состав разных таксономических групп в единых территориальных границах (и особенно представлять результаты исследований). Из этих позиций удобно ориентироваться на местообитания организмов средних размерных групп: травянистых растений, насекомых, моллюсков, мелких наземных позвоночных. Во-вторых, местообитания для разных групп организмов принято описывать разным набором признаков. Так, в определение местообитаний животных и грибов обычно включают характеристику растительности, а местообитания растений чаще характеризуют через абиотические компоненты и свойства. В-третьих, системы местообитаний неодинаковы для разных регионов. Общепринятая система местообитаний EUNIS разработана для Европейского Союза [Davies et al., 2004], однако для региональных исследований биоразнообразия в России она недостаточно детальна. Среди региональных систем можно отметить классификацию местообитаний Карелии [Крышень и др., 2009]. Результативная организация инвентаризационных и мониторинговых исследований требует индивидуальную систему местообитаний для каждого региона. Целесообразно предусмотреть иерархическую классификацию местообитаний.

Классификационные единицы (типы местообитаний) наименьшего уровня используются для выбора ценных участков, нуждающихся в особой охране, для оценки и прогноза численности и распространения отдельных видов и для решения других содержательных задач. Выделять наивысшие классификационные единицы местообитаний необходимо для планирования инвентаризационных исследований. Например, набор методов и трудоемкость обследования конкретной ООПТ определяются наличием в ее границах крупных категорий местообитаний классификации EUNIS [перевод по: Изумрудная сеть..., 2015]:

- 1) материковых поверхностных вод;
- 2) болот;
- 3) злаковников и земель с преобладанием разнотравья, мхов или лишайников;
- 4) лесов и других залесенных земель.

В практике экологических исследований можно выделить две группы критериев классификации местообитаний: 1) местоположение в рельефе (с учетом свойств горных пород) – геотопы и соответствующие им экотопы; 2) особенности растительности. Первый подход имеет место в рамках ландшафтных исследований [Дмитриев и др., 2004; Колбовский, 2006]. Он аксиоматичен, логически изящен, постулирует детерминированность свойств биогеоценоза его местоположением. Однако на практике в пределах одного местоположения часто формируются различные растительные сообщества, определяемые как антропогенным воздействием, так и вероятностными процессами проникновения видов и взаимодействия видов в сообществе [Восточноевропейские леса..., 2004]. Даже если считать, что потенциальная растительность определена экотопом, а наблюдаемые различия обусловлены разным «возрастом» участков, то участки, находящиеся на разных этапах сукцессионного развития, представляют собой разные местообитания. Поэтому на практике классификация местообитаний не обходится без отсылки к растительности, которая отражает актуальное взаимодействие условий среды, включая антропогенный фактор [Решетникова, Вино-

градова, 2016]. При классификации растительности наиболее адекватным считается эколого-флористический подход, основанный на полном выявлении видового состава и обработке описаний. Однако классификация местообитаний по своему назначению предваряет инвентаризацию видового состава, поэтому чаще основывается на менее трудоемком доминантном подходе.

В то же время для целей инвентаризационных и мониторинговых исследований на ООПТ нет необходимости в построении полной системы местообитаний региона, достаточно выделить наиболее ценные и перспективные типы местообитаний, наличие которых характеризует ценность территории для придания статуса ООПТ.

Типы местообитаний, нуждающихся в специальных природоохранных мерах, перечислены в приложении к Резолюции № 4 Конвенции о сохранении европейской дикой природы и естественной среды обитания (Бернская конвенция), также используем классификацию EUNIS. Среди них в средней полосе европейской части России распространены, например [Изумрудная сеть..., 2015]:

- северные среднерусские дубово-липовые леса;
- заболоченные хвойные леса в неморальной зоне;
- комплексы верховых болот;
- минеротрофные болота;
- многие местообитания, связанные с поверхностными водами: растительность, произрастающая в родниковых ручьях, быстро бегущих ручьях, медленно текущих реках, галечные речные отмели с редкой растительностью и без растительности.

В то же время показано, что ценные в природоохранном отношении широколиственные леса европейской части России не ограничиваются категориями, приведенными в данном документе [Браславская, 2014].

Для результативной организации охраны биоразнообразия в каждом регионе должна разрабатываться своя система местообитаний с выделением ценных типов местообитаний. De facto представление о ценных типах местообитаний и является основой для придания статуса ООПТ, однако оно не всегда отчетливо анализируется.

Один из основных критериев ценности местообитаний, используемый в научной и природоохранной практике, – это их близость к коренным, ненарушенным местообитаниям, которые бы существовали в условиях данного региона без доминирующего воздействия человека. Современное представление о климаксовых экосистемах предполагает наличие мозаики местообитаний, обеспечиваемой взаимодействием нескольких групп ключевых видов, и применительно к ныне существующим экосистемам говорить не приходится, можно различать в лучшем случае наиболее устойчивые квазиклимаксовые и субквазиклимаксовые экосистемы [Восточноевропейские леса..., 2004; Смирнова, 2004]. Так, в зоне хвойно-широколиственных лесов в качестве зонального квазиклимакса рассматривается полидоминантный темнохвойно-широколиственный лес, а в зоне широколиственных лесов – полидоминантный теневой широколиственный лес. Для оценки квазиклимаксового состояния экосистем разработаны диагностические признаки [Смирнова, 2004; Методические подходы к экологической оценке..., 2010]. Использование всех этих признаков базируется на комплексных исследованиях, однако на этапе выбора ценных местообитаний можно ограничиться несколькими признаками растительного покрова.

В то же время значительная доля биоразнообразия связана с местообитаниями, соответствующими экосистемам более ранних стадий сукцессии. Для ин-

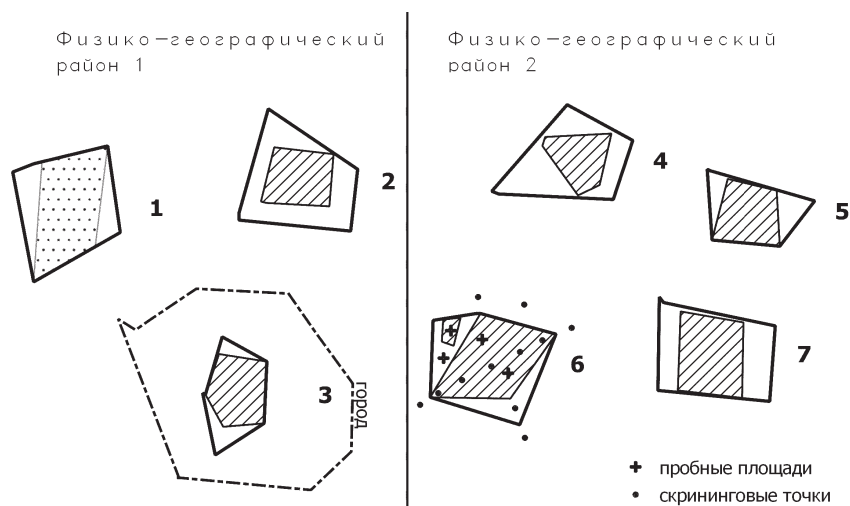
вентаризации биоразнообразия особенно перспективны наиболее контрастные по отношению к малонарушенным лесам местообитания со специфическими особенностями экотопа. Так, помимо указанных выше примеров, по итогам ботанических исследований [Решетникова, 2016; Телеганова, 2020] в Калужской области выделяются также такие флористически ценные местообитания, как:

- обнажения известковых и кремнекислых пород;
- ксерофитные местообитания на песках – сосняки и луга.

Еще более дискуссионным является вопрос о природоохранной ценности искусственных насаждений, особенно нехарактерных для данной природной зоны (например, елей или лиственниц в зоне широколиственных лесов или дубов в таежной зоне). Многие из таких насаждений в составе усадебных парков охраняются как памятники природы. Учитывая динамичность природных зон, вероятно, проявлять излишний ригоризм в этом вопросе не стоит. Нужно учитывать возраст насаждения, возможность возобновления, оптимальность местоположения для произрастания древесной породы (например, условия увлажнения и накопления элементов питания). В некоторых случаях такие культуры могут оказаться значимыми для сохранения биоразнообразия местообитаниями.

При инвентаризации биоразнообразия обычно выделяют **метод пробных** (модельных, учетных) **площадей** и **метод маршрутного учета**. Однако следует понимать, что как пробная площадь, так и маршрут являются выборочными (пробными) единицами для изучения некоторой большей совокупности (в данном случае территории), сплошное обследование которой даже в случае небольших ООПТ нереально (за исключением учетов копытных и в некоторых случаях деревьев). Различаются стационарные пробные площади и маршруты лишь детальностью (интенсивностью) изучения. Для инвентаризации биоразнообразия важно использование таких проб различного уровня детальности. В разных биологических дисциплинах разработаны различные схемы размещения стационарных пробных площадей и маршрутов. Например, региональные флористические (фаунистические) исследования рекомендуется вести методом сеточного картографирования – регулярной сети квадратов, позволяющей при достаточной густоте сделать статистически обоснованные выводы [Методы полевых экологических исследований, 2014]. На ООПТ регионального значения в силу их относительно небольшой площади строгое соблюдение геометрии в организации учетов в большинстве случаев нецелесообразно (будет недостаточным либо число квадратов, либо их площадь); более важно обследование всех типов местообитаний. Хотя наибольшее число видов можно наблюдать в экотонах, предпочтение при выборе «стационарных» пробных площадей следует отдавать однородным участкам, позволяющим выявить связи видов с условиями среды. Сочетание методов пробных площадей и маршрутного учета применяется на разных пространственных уровнях. Так, в границах конкретной ООПТ (локалитета) на маршруте устанавливается принадлежность участков к типам местообитаний, а пробные площади закладываются на некоторых модельных участках. Участок местообитания обычно не полностью охвачен учетными площадками, для полной инвентаризации видового состава необходимо маршрутное обследование с осмотром специфических микросайтов.

Подводя итог, можно рекомендовать следующую схему организации инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на **разных пространственных уровнях** (рис. 1).



*Рис. 1. Схема пространственной организации инвентаризации и мониторинга биоразнообразия в системе ООПТ регионального значения. ООПТ обозначены сплошным контуром. Внутри ООПТ штриховкой и точками показаны два ценных типа местообитаний (например, старовозрастные широколиственные леса и старовозрастные сырые ельники). Инвентаризации подлежат все ООПТ (№ 1–7), для мониторинга в качестве модельных выбираются ООПТ № 1 (уникальный набор местообитаний), № 2, № 3 (под влиянием городской среды) и одна из ООПТ № 4–7, принадлежащих другому физико-географическому району. Пробные площади и скрининговые точки показаны только на ООПТ № 6. Схема приведена без соблюдения масштаба*

1. На уровне ООПТ (или локалитета, если существует много малых ООПТ) инвентаризации подлежат все ООПТ, а для закладки мониторинговых площадей выбирают модельные ООПТ. Выделить модельные ООПТ можно «сверху» – модельные ООПТ принадлежат к разным физико-географическим районам (типам ландшафтов) – и «снизу» – модельные ООПТ имеют разные спектры типов местообитаний. Третьим критерием может быть степень агрессивности окружающих территорий: можно ожидать разные картины протекания процессов в ООПТ внутри города и ООПТ в местности с меньшим уровнем антропогенного воздействия.

2. В пределах каждой ООПТ в ходе анализа картографических материалов и маршрутных обследований выявляются участки *местообитаний* разных типов. На модельных участках закладываются *пробные площади* для детальной инвентаризации видового состава.

3. Между стационарными пробными площадями как в границах ООПТ, так и на прилегающей территории обследуются *скрининговые точки*. В них определяются легко измеримые параметры местообитания (например, наличие валежника, дуплистых деревьев, проективное покрытие травостоя), проверяется наличие заметных охраняемых и инвазионных видов. Аналогичные скрининговые точки выбираются и вдали от существующих ООПТ с целью поиска новых ценных в природоохранном отношении природных комплексов.

### **1.5. Временной аспект организации инвентаризационных и мониторинговых исследований**

Временной аспект включает: 1) продолжительность инвентаризации (обследования); 2) периодичность мониторинговых исследований.

#### **Продолжительность инвентаризации**

Полнота выявления биоразнообразия для того или иного объекта зачастую определяется при помощи кривой накопления видов (*species accumulation curve*): по оси абсцисс откладывается некоторый показатель «исследовательского усилия» (*sampling effort*) – время, площадь, число ловушек или учетных площадей и т.д., – а по оси ординат – число выявленных видов (рис. П). Когда кривая выходит на плато или существенно меняет свою форму таким образом, что можно говорить о выявлении абсолютного большинства видов (90 % или 75 %), считается, что увеличение выборки можно прекратить. «Выявить» биоразнообразие абсолютно полно, так, чтобы можно было исключить вероятность появления новых видов при проведении дальнейших учетов, невозможно хотя бы в силу уже обсуждавшейся динамичности флор и фаун. Более того, для относительно подвижных организмов «растягивание» продолжительности инвентаризации на много лет приводит к тому, что локальный видовой список стремится к региональному за счет единичных находок мигрирующих видов, не связанных с обитанием на обследуемой территории. Поэтому для инвентаризации локальных фаун насекомых рекомендуется интенсивное изучение территории с применением широкого спектра методов в течение одного сезона [Макаров, Маталин, 2009]. Конечно, продолжительность инвентаризации необходимо планировать с учетом жизненных циклов изучаемых организмов, так, для инвентаризации микобиоты показан минимальный срок в 5 лет [Сафонов и др., 2013]. Инвентаризация региональной фауны требует более продолжительного времени, например, для разных групп насекомых – 5–10–15–20 лет [Дедухин, 2011; Цуриков, 2012].

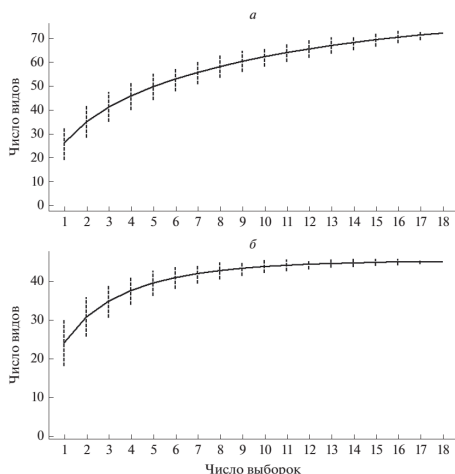


Рис. II. Накопление видов жуков-жужелиц в широколиственном лесу с ростом числа экспериментальных единиц (одна выборка – пять почвенных ловушек): а – все виды, б – виды с обилием более 2 экз. [Алексеев, Алексанов, 2017]

### Периодичность мониторинга

Периодичность обновления сведений об ООПТ – один раз в четыре года (Порядок ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий, утвержденный приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.03.2012 № 69). Учитывая огромное число ООПТ регионального значения (см. выше), следует признать, что мониторинг всех групп организмов с такой периодичностью в их границах невозможен.

Периодичность мониторинга определяется в зависимости от таксона, природных особенностей территории, особенностей антропогенного воздействия на основе имеющихся сведений о закономерностях многолетней динамики соответствующих организмов [Lee et al., 2005]. Как правило, чем меньше выдел и чем более он трансформирован, тем более частыми должны быть мониторинговые наблюдения [Саксонов, 2017]. В этом отношении ежегодный мониторинг модельных нарушенных территорий [Кулешова, 2002] представляется обоснованным, а ежегодный мониторинг видового богатства ООПТ в целом [Яшина, 2011] – недостаточно реалистичным. Помимо нереалистичной трудоемкости, слишком частый мониторинг, особенно связанный с изъятием организмов из природной среды, может оказать негативное воздействие на изучаемую экосистему, что повлияет и на результаты исследования (например, вылавливание мелких млекопитающих). Ежегодные наблюдения целесообразны в отношении показателей, закономерности динамики которых неизвестны. Для объектов и признаков, относительно изученных (пусть и на материале других регионов), можно выбрать больший интервал. В то же время следует иметь в виду, что жизненные циклы многих организмов в конкретном регионе недостаточно изучены, поэтому на коротких временных отрезках зачастую сложно определить, чем вызваны изменения обилия – трансформацией местообитаний или особенностями реализации жизненных циклов в зависимости от условий года.



Практический интерес представляют концепции «*фонового*» и «*импактного*» мониторинга. Хотя в строгом смысле «*фоновый*» относительно биосферы в целом мониторинг реализуется (или должен реализовываться) на базе заповедников, в системе ООПТ регионального значения также могут быть выделены малонарушаемые участки, которые могут рассматриваться в качестве «фона» для региона. Как фоновые для региона ежегодно можно определять очень небольшое число показателей (если ежегодные наблюдения вообще нужны в рамках региона, а не более крупной общности), а более масштабные исследования целесообразно осуществлять реже. Так, мониторинг фациальной флоры (флоры одного типа элементарных природно-территориальных комплексов) предлагается проводить один раз в 5–10 лет [Саксонов, 2017]. Если же в окрестностях ООПТ происходит заметная направленная трансформация среды (строительством крупных предприятий, линейных объектов), следует говорить об импактном мониторинге с более обширной программой исследования.

Важным условием корректного и реалистичного функционирования системы мониторинга является ее многоуровневый характер, когда разные мониторинговые площадки и признаки работают со своей периодичностью, но их объединение позволяет получить достаточно полную картину происходящих изменений. Так, в системе мониторинга лесов США каждая мониторинговая точка обследуется раз в три года, а ключевые точки подразделяются на три группы, каждая из которых обследуется ежегодно на протяжении трех лет [Manley et al., 2005].

Применяя данные соображения к практике, можно дать следующие рекомендации по организации регионального мониторинга биоразнообразия:

- ежегодный мониторинг местообитаний средствами дистанционного зондирования Земли [Ершов и др., 2019]. Часть показателей (вегетационные индексы, индексы увлажнения) легко определяется с помощью общедоступных космоснимков, другие (например, запас мертвой древесины) требуют применения специальных продуктов;
- ежегодный визуальный мониторинг ценных местообитаний и ключевых местообитаний охраняемых видов маршрутным методом;
- ежегодный мониторинг инвазионных видов, представляющих угрозу охраняемым территориям, на модельных участках в нескольких локалитетах;
- учет приоритетных видов на модельных участках один раз в 3–5 лет.

До некоторой степени промежуточное положение между инвентаризацией и мониторингом занимают повторные исследования крупной группы организмов на обширной территории. Иногда такие исследования относят к мониторингу, включая «ретроспективный мониторинг» [Саксонов, 2017], однако учитывая, что обычно периоды исследований очень немногие (в большинстве случаев два-три), говорить о закономерностях динамики обычно нет оснований, поэтому более корректно рассматривать такие работы как *повторные инвентаризации* [Поспелов, Поспелова, 2001]. Встречаются повторные инвентаризации локальных/конкретных флор – через 25, 30, 70 лет [Поспелов, Поспелова, 2001], обоснованы рекомендации по выбору промежутка в 44–65 лет в зависимости от условий [Саксонов, 2017]. Так, удачный пример представляет инвентаризация спустя столетие флоры Калужской области в целом и отдельных ее частей [Решетникова, 2016; Решетникова, Бобровский, 2016]. Повторная инвентаризация фаун в нашей стране встречается гораздо реже, в Калужской области есть опыт сравнения видового состава жуков-жужелиц в окрестностях города Калуги почти за вековой период [Александров, Алексеев, 2019]. Как правило, промежуток времени между повторными инвентаризациями фаун и флор превосходит продолжительность существования ныне функционирующих ООПТ регионального значения, поэтому наущным является вопрос первичной инвентаризации.

## 1.6. Типы данных о видах в инвентаризационных и мониторинговых исследованиях

Мониторинг направлен в первую очередь на выявление наличия/отсутствия изменений, поэтому во избежание ложных выводов как о наличии изменений при их реальном отсутствии (ошибки первого рода по Lee et al., 2005), так и об отсутствии изменений, когда на самом деле они есть (ошибки второго рода), первостепенное значение имеет «калибровка» метода и добываемых им данных. Если пригодность методов индивидуальна в отношении разных групп организмов, то тип добываемых данных характеризуется универсальностью для разных таксонов и заслуживает общего обсуждения.

Обычно выделяют три типа (уровня) данных о видах по возрастанию объема информации и трудоемкости их добычи [Resources Inventory Committee, 1998]: наличие (presence), относительное обилие (relative abundance), абсолютное обилие (absolute abundance). Относительное обилие обычно оценивается в числе особей, учтенных за единицу исследовательского усилия (ловушек, взмахов сачка, длины маршрута, затраченного времени). Абсолютное обилие – это численность или плотность организмов. В целом очевидно, что чем обширнее территория, тем менее детальными могут быть данные. Так, для выявления географических фактов и закономерностей достаточно бывает нанести на карту точки, в которых вид обнаружен, а для определения природоохранной ценности небольшого участка зачастую нужно бывает оценить плотность хотя бы некоторых видов.

*Наличие вида* – это самый простой показатель, однако отсутствие вида на изучаемой территории в строгом смысле не доказывается. При этом доказательство отсутствия охраняемого вида на конкретной территории является актуальной практической задачей (например, при определении допустимости реализации хозяйственной деятельности на том или ином участке). Для ее решения применительно к каждой группе экспертами должны быть разработаны критерии, позволяющие с известной долей условности принять допущение об отсутствии вида.

В практике инвентаризационных исследований широкое распространение получили *категории обилия*, выражаемые обычно вербально, но фактически представляющие собой значения порядковой шкалы (баллы). Категории обилия являются разновидностью данных об относительном обилии (нередко рекомендуется переводить число учтенных особей в показатель категории обилия), однако в силу широкого применения они заслуживают отдельного обсуждения.

Наиболее известна 5-балльная шкала Браун-Бланке, применяемая для оценки обилия растений на пробной площади через проективное покрытие (см. гл. 2, а также, например, [Голуб, 2020]). При оценке обилия разных групп организмов на больших площадях также чаще всего используются 5-балльные шкалы, однако словесные обозначения градаций у разных авторов различаются (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Словесные обозначения градаций 5-балльной шкалы обилия видов по разным авторам

Порядок (баллы)	Авторы			
	Песенко, 1982	Черняховский, 1988	Дедюхин, 2011	Grytnes et al., 1999
1	Единично	Единичный	Очень редкий	Very rare
2	Мало	Редкий	Редкий	Rare
3	Средне	Обычный	Нередкий	Moderately rare
4	Много	Частый	Обычный (частый)	Moderately common
5	Очень много	Массовый	Фоновый	Common

Важно отметить, что на практике нередко смешиваются показатели обилия и встречаемости (спорадический, локальный и т.д.). В этом отношении категория «частый» нежелательна. Слова, образованные путем противопоставления или относительного противопоставления другой категории, неудобны для восприятия. Наиболее строгими представляются обозначения категорий Ю.А. Песенко, однако не все из них вошли в практику (например, «вид средней численности» и «очень многочисленный»).

Существуют и 10-балльные шкалы обилия [Горбач, Киммо, 2012]:

- 1) уникальный (unique);
- 2) очень редкий (extremely rare);
- 3) очень редкий (very rare);
- 4) редкий (rare);
- 5) редкий (moderately rare);
- 6) обычный (rather common);
- 7) обычный (common);
- 8) многочисленный (moderately numerous);
- 9) многочисленный (numerous);
- 10) массовый (very abundant).

Из этой шкалы, на наш взгляд, удобно использовать словесные обозначения «обычный», «многочисленный», «массовый», которые в сочетании с категориями «редкий» и «очень редкий» образовали бы понятную систему обозначения категорий.

Однако до выбора словесных обозначений категорий обилия необходимо решить ряд вопросов: 1) об эталоне обилия; 2) о числе градаций; 3) о способе построения шкалы обилия (группировки данных для отнесения к той или иной градации). Более подробное обсуждение этих вопросов можно посмотреть в специальной литературе [Песенко, 1982], однако для наших целей необходимо отметить следующее.

В качестве «эталона» обилия на практике используется общее число особей в выборке (коллекции) или среднее число особей на один вид, т.е. фактически оценивается обилие каждого вида относительно других видов таксоцена (учтенных выбранным методом). Этот подход оправдан для оценки редкости вида. Однако актуальна и другая задача – оценка обилия вида в изучаемом местообитании по сравнению с его обилием на других участках.

Для определения числа градаций и построения шкалы разработаны математические методы, требующие предварительного подсчета числа особей каждого вида в выборке (в частности, рекомендуется определять категории обилия как показатели степени, в которую возводится общее число учтенных особей). Однако на практике категории обилия применяются исследователями в тех случаях, когда точное число особей не подсчитывается в связи с необходимостью сократить усилия на учет. В этом случае применение многобалльных шкал не оправдано, поскольку градации обилия будут определяться весьма субъективно. На наш взгляд, в таких случаях более подходящей будет трехбалльная шкала обилия: 1 – обилие ниже среднего (ожидаемого) для представителей таксоцена (либо того же вида на разных участках); 2 – обилие на среднем уровне; 3 – обилие выше среднего (ожидаемого).

Подводя итог краткому обсуждению использования категорий обилия, можно рекомендовать следующее. 1. По возможности в качестве первичных данных фиксировать количественный показатель относительного обилия вида (число особей на единицу маршрута или исследовательского усилия). 2. При невозможности «точно» измерения количественного показателя использовать шкалы обилия с небольшим числом градаций. 3. В рамках одного исследования применять единую шкалу обилия.

Для характеристики *частоты встречаемости* вида также применяются различные вербальные обозначения категорий, например, «очень редко», «редко», «довольно редко», «изредка», «довольно часто», «часто», «очень часто» [Методы полевых экологических исследований, 2014], однако показатель встречаемости удобнее выразить в процентах (обследованных пробных площадей или других единиц учета).

Природоохранная ценность исследований биоразнообразия существенно повышается, если не только делается «срез» наличного обилия вида, но и оценивается теснота связи выявленного вида с изучаемой территорией на разных стадиях жизненного цикла и миграционный статус вида. Основным методом решения этой задачи является анализ полноты демографических спектров. Так, в последнее десятилетие широкое распространение получает анализ возрастных и репродуктивных состояний имаго жуков-жужелиц, позволяющий выделять жилые и проходные местообитания [Matalin, Makarov, 2011]. Разрабатывается демографический подход к изучению дождевых червей [Шашков, 2016]. Для других групп беспозвоночных также возможно определить присутствие особей разных возрастных групп на изучаемой территории (хотя бы при посещении территории два раза за сезон – в периоды активности взрослых и молодых особей). В случае растений анализ демографических спектров широко используется для прогноза развития популяций [Восточно-европейские леса..., 2004].

## **1.7. Практические аспекты планирования исследований биоразнообразия на ООПТ регионального значения**

### **Виды исследований биоразнообразия на ООПТ регионального значения**

Как уже было частично раскрыто в предыдущих параграфах, в соответствии с существующим законодательством и практикой изучения и охраны природы можно выделить следующие виды исследований биоразнообразия на ООПТ регионального значения:

1. Работы в рамках комплексного экологического обследования, предназначенные для принятия решения о создании (реорганизации) ООПТ.
2. Инвентаризация и мониторинг биоразнообразия в целях ведения государственного кадастра ООПТ.

3. Исследования в рамках оценки воздействия на окружающую среду. Как таковая ОВОС применяется при реализации объектов государственной экологической экспертизы, но в этой же группе целесообразно рассматривать решения относительно всякой практики природопользования и охраны природы на ООПТ.

Содержание исследований частично регламентируется законодательством, однако с учетом возможности его изменений целесообразно ввести рекомендации к содержанию вышеуказанных видов исследований, основываясь на логике изучения и охраны биоразнообразия.

**Работы в рамках комплексного экологического обследования.** Инвентаризация разнообразия всех групп организмов недостижима в связи с краткосрочностью и обширностью территорий. Выявить ценные местообитания, заслуживающие статуса ООПТ, позволит натурное исследование растительности: характеристика состава, возраста, бонитета древостоя, соотношения эколого-ценотических групп в напочвенном покрове. Характеристика местообитаний во многом основывается на камеральном анализе материалов.

Для рекогносцировочной характеристики местообитаний полезны следующие материалы:

- лесохозяйственные регламенты лесничеств. Это публичные документы, размещаемые на официальном сайте органа государственной власти (приказ Минприроды России от 27.02.2017 № 72 «Об утверждении состава лесохозяйственных регламентов, порядка их разработки, сроков их действия и порядка внесения в них изменений»). Регламенты включают графическую, в том числе картографическую информацию, но нет обязанности представлять ее в ГИС-совместимом формате, поэтому оцифровка таких материалов затруднена. Однако в Калужской области создана и успешно используется интерактивная карта «Земли лесного фонда» (<https://map.geoportal40.ru/forestmap/#36.042378,54.328032/10/4408>). Полезны также материалы лесоустройства разных лет, подготовленные в соответствии с ранее действовавшим законодательством;

- документы территориального планирования – схемы территориального планирования муниципальных районов и генеральные планы поселений (с материалами по обоснованию в текстовой форме и в виде карт согласно ст. 19 Градостроительного кодекса Российской Федерации). Зачастую они содержат ландшафтно-геоморфологическое картирование, геологическую характеристику и другие ценные характеристики природных условий и антропогенного воздействия;

- материалы территориального и внутрихозяйственного охотустройства (приказ Минприроды России от 31.08.2010 № 335 «Об утверждении порядка составления схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории субъекта Российской Федерации, а также требований к ее составу и структуре»).

Дополнительно собираются сведения о находках охраняемых видов. Если есть информация о находке охраняемого вида в окрестностях проектируемой ООПТ, то проводятся натурные обследования с целью его выявления.

**Инвентаризация и мониторинг биоразнообразия в целях ведения государственного кадастра ООПТ.** Осуществляется в объеме, обсуждаемом в предыдущих параграфах настоящей главы.

**Исследования для оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).** С позиции сохранения биоразнообразия в широком смысле в этой группе целесообразно рассматривать не только исследования в рамках ОВОС, предусмотренные законодательством об экологической экспертизе, но и прогноз воздействия любых мероприятий, связанных с использованием и охраной территории. Для таких исследований

нет необходимости в инвентаризации всех обсуждаемых в настоящей работе групп организмов, объем работы нужно планировать индивидуально, исходя из специфики объекта и вида воздействия. Наиболее распространенные угрозы:

- уничтожение ценных участков местообитаний;
- нарушение путей миграций животных;
- уничтожение мест гнездовых, нереста, зимовок и станций переживания неблагоприятных условий редких видов;
- уничтожение кормовой базы редких и малоподвижных видов.

Соответственно, как правило, необходимо обследование растительности с выделением старовозрастных деревьев и моделирование воздействия с учетом структуры ландшафта, с обязательным использованием картографических средств. Объем дополнительных исследований определяется на основе сведений и информации, полученной в ходе ведения государственного кадастра ООПТ.

### **Этапы частных исследований биоразнообразия**

В каждом частном исследовании биоразнообразия выделяются несколько этапов:

1. *Подготовительный*: планирование пробных площадей и маршрутов на основе анализа литературы и картографических материалов, запросов в специализированные организации. Помимо предварительного ознакомления с территорией, на этом этапе формируется первичное представление о потенциальном видовом составе территории. Его источники: 1) сводки по более крупным регионам (например, издания серии «Флора/Фауна СССР»); 2) публикации по соседним регионам; 3) старые публикации по данной территории; 4) коллекционный материал музеев. В настоящее время процесс облегчается благодаря активной оцифровке как публикаций, так и музейных коллекций, однако значительная часть источников остается труднодоступной. В то же время для первичного обследования доскональный анализ источников не представляется обязательным, к нему можно вернуться по окончании собственно инвентаризации.

На этом же этапе формируется материальное обеспечение предстоящих исследований и составляется календарный план необходимых мероприятий в соответствии с принятыми методами исследований соответствующих таксономических групп организмов.

2. *Полевые исследования*. Этап обычно лимитирован сезонными требованиями, наличием специалистов и материальной базой проводимых исследований.

3. *Камеральная (лабораторная) обработка*: разбор проб, определение, зачастую – изготовление препаратов. Этап в большей степени лимитирован кадровыми ресурсами, однако продолжительность хранения проб также зачастую ограничена.

4. *Обработка и интерпретация данных* (на компьютере): ввод (оцифровка), математическая обработка и визуализация, сопоставление с литературными данными, соотнесение с целевыми показателями (категория редкости, наличие/отсутствие изменений и т.д.).

Наиболее специфичны в зависимости от целевого таксона и метода средние этапы. Для беспозвоночных, например, объем камеральных работ в несколько раз превосходит объем полевых. Более детально соотношение трудозатрат на эти этапы рассматривается при обсуждении каждого метода.

### **Планирование комплексных полевых исследований биоразнообразия**

Как будет показано при обсуждении частных методов, инвентаризация биоразнообразия представляет собой мультисезонную работу. Объем и последова-

тельность применения частных методов определяются исходя из того, какие компоненты и элементы природного комплекса определяют его ценность, что обычно связано с профилем ООПТ (гидрологический, ландшафтный, ботанический и т.п.). Для большинства ООПТ вначале необходимо обследовать растительность, поэтому руководящая роль в работе принадлежит фитоценологу, который выделяет участки местообитаний как основу для других исследований. В связи с этим на инвентаризацию биоразнообразия одной ООПТ желательно выделять не менее двух лет: в первый год проводится инвентаризация растительности, во второй – тематические работы по таксонам.

По общепринятым правилам техники безопасности проведение полевых работ в одиночку не допускается, а применение некоторых методов учета требует участия двух или более человек. Полевые выезды целесообразно осуществлять группой не менее 4 человек: по двое на два маршрута или по четыре на один маршрут, если проводятся разноплановые или трудоемкие исследования (например, учет беспозвоночных с применением комплекса методов, почвенные раскопки).

Очень узкую специализацию исследователя (учетчика) биоразнообразия в региональных условиях обеспечить не удастся. В коллективе необходимо предусмотреть сочетание специализации и взаимозаменяемости: каждый сотрудник специализируется на определенной группе организмов, но переключается на учеты других групп, когда они становятся более приоритетными по сезонным условиям. При этом в каждом учете должен участвовать как минимум один специалист (остальные могут привлекаться в качестве помощников). Адекватная инвентаризация биоразнообразия будет осуществляться при наличии в коллективе: ботаников – не менее 2 человек, миколога, орнитолога, ихтиолога, специалиста по наземным позвоночным, специалистов по беспозвоночным – не менее 4 человек. Дополнительно к определению материала привлекаются узкие специалисты, работающие на несколько регионов.

Вне зависимости от специализации, все учетчики должны уметь распознавать:

- основные типы растительных сообществ (в соответствии с принятой системой), фоновые и/или диагностические виды сосудистых растений;
- занесенные в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу ее субъекта виды разных таксономических групп (для трудноопределяемых видов фиксировать признаки).

### **Общие рекомендации по фиксации данных о биоразнообразии ООПТ регионального значения**

Данные о биоразнообразии используются органами государственной власти и природоохранными организациями для принятия управленческих решений, исследователями – для решения различных задач; применяются также для создания карт. В последнее время данные активно публикуются в Глобальной информационной системе о биоразнообразии GBIF.org. Поэтому во избежание непродуктивных трудозатрат в каждом коллективе необходимо сразу определить систему фиксации данных.

На наш взгляд, в настоящее время наиболее удобно для большинства учетчиков фиксировать данные в электронных таблицах, каждый столбец которых представляет собой признак, а строка – наблюдение (информацию о наличии или обилии определенного вида в определенном месте и в определенное время). Наиболее часто приходится использовать такие столбцы (в скобках указаны английские эквиваленты для публикации в GBIF):

- название ООПТ;
- местообитание (habitat);
- широта в десятичных градусах (decimalLatitude);
- долгота в десятичных градусах (decimalLongitude);
- метод учета (samplingProtocol);
- название вида (scientificName);
- наличие или обилие вида (в зависимости от принятой процедуры, в случае использования количественных показателей дополнительно следует ввести столбцы с единицами измерения и с величиной исследовательского усилия).

Такую таблицу можно использовать для поиска нужной информации об ООПТ или конкретном виде, ее легко преобразовать в формат текста с разделителями (например, csv), использовать для построения карт, подготовить для публикации в GBIF. Порядок столбцов может быть любым. Учитывая потребность в сортировке и извлечении отдельных строк, значения каждой ячейки необходимо заполнять полностью (в том числе полное видовое название). Электронные таблицы могут размещаться на облачных ресурсах и заполняться разными сотрудниками независимо друг от друга.

При этом не следует пренебрегать традиционными записями обо всех полученных результатах на бумажных носителях. Как показывает опыт, «рукописи горят» реже, чем сложная современная оргтехника.



## Глава 2. Использование геоинформационных средств для инвентаризации биоразнообразия

Значение геоинформационных технологий для изучения биоразнообразия и представления его результатов трудно переоценить. В этой сфере функционирует множество компьютерных программ и информационных ресурсов. В настоящей главе рассмотрены некоторые приемы рекогносцировочного обследования местообитаний на основе свободно распространяемых данных с использованием наиболее удобных, по нашему опыту, бесплатных приложений для персонального компьютера QGIS (ранее именовавшаяся Quantum GIS) и SAS.Planet, а также мобильного приложения Locus GIS. Подробное изложение техники работы в данных программах не входит в задачи настоящей главы, для ее освоения следует обратиться к рекомендованным источникам, имеющимся в свободном доступе, на основе которых в основном и составлен наш текст.

QGIS – мощная и достаточно ресурсоемкая программа, поэтому для работы с ней рекомендуется выделять отдельный рабочий день или половину дня. Если требуется быстрый просмотр картографических материалов и нанесение меток, целесообразно воспользоваться программой SAS.Planet. Работа с геоданными предполагает использование нескольких файлов разных типов (файла проекта и нескольких файлов слоев), поэтому при работе на разных компьютерах необходимо предусмотреть копирование всей системы файлов.

Наиболее распространенные задачи при инвентаризации биоразнообразия, решаемые с помощью геоинформационных технологий:

- оцифровка границ изучаемых объектов, определение местоположения планируемых пробных площадей и маршрутов;
- получение предварительной информации о местообитаниях;
- построение картографических материалов по результатам полевых исследований (картосхем местообитаний, точек находок охраняемых и чужеродных видов и т.д.).

### 2.1. Создание цифровой карты (слоя) границ изучаемого объекта

Первой задачей, с которой сталкивается исследователь ООПТ, является определение местоположения изучаемой территории.

Определяя свое местоположение по GPS и соотнося его с границами территории, исследователь может провести инвентаризацию местообитаний в границах ООПТ в полевых условиях. В камеральных условиях слой границ можно наложить на другие слои пространственных данных и получить предварительную информацию об особенностях интересующей территории. Наконец, границы объекта необходимо приводить в отчетной документации.

Границы объекта можно прорисовать вручную, опираясь на картосхему, но более точный (а в случае сложных границ – и менее трудоемкий) способ создания границ – это оцифровка координат характерных точек.

Координаты *характерных точек границ* являются необходимым элементом паспорта ООПТ или другого документа на географический объект. Обычно они предоставляются в виде таблицы или списка в документе формата MS Word (или файле pdf, тогда может дополнительно возникнуть задача распознавания текста). Для загрузки координат в геоинформационную систему (ГИС) их нужно представить в файле текста с разделителями (формат csv), который можно создавать и редактировать при помощи редактора электронных таблиц (MS Excel, OpenOffice/

LibreOffice Calc, Google Таблицы). В зависимости от версии и настроек программы открыть файл csv напрямую из окна проводника не всегда получается корректно. Если содержимое файла отображается не так, как нужно, можно открыть пустой файл MS Excel, а затем воспользоваться опцией «Импорт данных» («Получение внешних данных»).

Координаты точек X и Y могут быть представлены географическими координатами (в градусах широты и долготы) или в местной системе координат (системе координат кадастрового округа); если в таблице указаны большие числа – тысячи или миллионы, то это явно местная система координат. *Географические координаты* могут быть записаны в различных форматах (градусы – минуты – секунды, градусы – минуты), но для корректной работы в большинстве приложений следует использовать формат десятичных градусов (например, 54.6419 37.1597, буквенные обозначения широты и долготы не пишутся, а для южного и западного полушарий употребляется знак «минус»). *Перевод из формата «градусы – минуты – секунды» в формат «десятичные градусы»* представляет собой арифметическую операцию, легко выполнимую при помощи различных онлайн-калькуляторов (например, <https://planetcalc.ru/1129/>). Пересчет координат для большого числа точек целесообразнее осуществлять в электронной таблице с помощью небольшого числа формул и функций. Для этого, например, можно скачать готовый шаблон формул на странице <https://gis-lab.info/qa/dms2dd.html> (обратите внимание на число знаков: если в нашем случае градусы представлены двузначным числом, а в секундах число знаков после запятой меньше, потребуются изменить соответствующие аргументы функций). Помимо координат, в файле целесообразно проставить порядковые номера точек. Если ООПТ состоит из нескольких участков, можно ввести дополнительный столбец с номером участка.

Когда файл формата csv подготовлен, его можно загрузить в QGIS: *Добавить слой – Слой из текста с разделителями*. В открывшемся окне указываем путь к файлу, выбираем тип разделителя столбцов (чаще используется запятая, но могут быть точка с запятой, пробел и другое) и названия столбцов, содержащих координаты широты и долготы. Программа автоматически распознает столбцы, если их заголовки при сохранении файла в MS Excel обозначить как Latitude и Longitude или сокращенно Lat. и Lon. Следует усвоить, что первой по порядку координатой (X) является долгота (как на любом графике математической функции). Внизу окна дается предварительный просмотр таблицы, так что можно легко добиться правильного импорта файла. Также при импорте файла нужно выбрать систему координат. Принципы построения и выбора *картографической проекции и системы координат* изложены в рекомендуемых источниках. Хотя в ГИС активно развивается возможность «перепроецирования на лету», многих проблем удастся избежать, если все слои объектов, которые мы хотим обрабатывать и отображать на карте, будут находиться в одной системе координат.

Если наши точки даны в *системе координат кадастрового квартала*, необходимо создать, а затем выбрать пользовательскую систему координат. Параметры систем координат для разных регионов России (с возможностью копирования) и пример создания пользовательской системы координат можно найти по адресу <https://terraingis.ru/category/kadastry-i-gis/msk>, а также в руководстве Д.А. Денисова [2016].

При правильном импорте на панели «Слои» добавится точечный слой с названием импортированного файла, а на карте мы сможем увидеть точки. Однако изучаемая территория – это не точечный, а площадной объект, поэтому по точкам

границ следует «прорисовать» полигоны, для которых мы впоследствии сможем проводить вычисления. Это можно сделать в два действия при помощи панели «Инструменты анализа»: 1) команда «Точки в путь» (Points to Line); 2) «Преобразовать линии в полигоны» (Convert line to polygon). Панель инструментов анализа большая, и для выбора соответствующих команд можно использовать поиск по первым словам. Чтобы точки соединились в правильном порядке, в поле «Порядок» следует указать столбец с номерами точек, а если территория состоит из нескольких участков, то в поле «Группы» дополнительно указываем столбец с номерами участков.

Полученный таким образом слой полигонов следует сохранить в формате шейп-файла (Shapefile), в том числе и в других проекциях. Шейп-файл можно экспортировать в мобильные приложения (например, Locus GIS) и использовать при навигации на местности.

## **2.2. Предварительное ознакомление с территорией на основе готовых картографических материалов**

### **Базовые карты и космоснимки для изучения территории**

Для того чтобы сориентироваться в положении изучаемой территории относительно населенных пунктов, дорог, лесных массивов, очень удобна подложка OSM (Open Street Map), которая добавляется при помощи модуля Quick Map Services во вкладке «Интернет» (если этого модуля нет, его нужно установить во вкладке «Модули» – «Установка и управление модулями»). Эта подложка представляет собой информативную карту (при условии доступа к Интернету). Но подложка позволяет только просматривать местоположение объектов и не позволяет осуществлять с ними какие-либо действия, а на практике удобно бывает, например, «вырезать» участок в соответствующих административных границах. Поэтому наряду с подложкой рекомендуется иметь набор готовых векторных карт. Такие карты можно, например, заказать на сайте <https://data.nextgis.com/ru/?lvl=regions&country=RU> – слой для одного региона России или для произвольной области.

Ценная информация об изучаемой территории может быть получена на основе космоснимков. Даже пользователь, не имеющий опыта дешифровки космоснимков, легко может выделить участки хвойных и лиственных лесов (среди них – более старые и молодые насаждения), земли, зарастающие мелколесьем, луга, пашни, водные объекты и т.д. Такие крупные категории, конечно, недостаточно информативны для характеристики условий обитания объектов животного и растительного мира, однако они позволяют спланировать спектр методов полевых учетов и оценить трудоемкость обследования территории. На основе таких выделов и с учетом дорог, троп, просек планируются маршруты полевых исследований, намечаются пробные площадки.

Просматривать космоснимки и ставить метки можно через Интернет-браузер и различные мобильные приложения. Большие возможности предоставляет программа SAS.Планета. Но для более капитальной работы целесообразно импортировать снимок в QGIS.

Для получения снимка удобно воспользоваться программой SAS.Планета. По нахождению подходящего снимка нужной территории на экране выделяем нужную область – Склеить (Stitch). Выбираем нужный источник (Google, Bing и т.д., в зависимости от актуальности и качества снимка), масштаб и проекцию (например, WSG 84 / ERS:G:4326). В качестве результирующего формата файла указываем GeoTiff.

Добавляем космоснимок в QGIS (Слой – Добавить слой – Добавить растровый слой).

Просматривая космоснимок, мы можем выделить разные «пятна» местообитаний и наметить маршруты и места взятия проб. Для этого мы создаем новые слои (Слой – Создать слой – Создать слой ShapeФайл). Если нужны точки и линии, то создаем два разных файла, поочередно переводим эти слои в режим редактирования и рисуем объекты.

Созданный шейп-файл с планируемыми маршрутами или точками отбора можно открыть в мобильном приложении в полевых условиях.

### **Детализация сведений на основе исторических материалов**

По одному актуальному космоснимку зачастую трудно увидеть, какие процессы определили специфику местообитаний. В этом отношении важным ресурсом являются исторические космоснимки, предоставляемые сервисами Google, а также карты разных лет.

Работу со снимками Google обеспечивает программа Google Earth. Установив и запустив программу и найдя, например, по названию ближайшего населенного пункта интересующую нас территорию, мы можем узнать дату актуального снимка данного участка, которая указывается внизу. При помощи ползунка кнопки «Показать исторические фотографии» мы можем найти интересующий период, например весну или осень, когда более четко видны различия между хвойными и лиственными насаждениями. Двигая ползунков, можно найти периоды вырубки, распашки земель и т.д. Для большинства территорий доступны снимки примерно за 20-летний период. Уменьшая масштаб, можно получить более детальную периодизацию снимков.

При работе в населенных пунктах и вблизи них полезны бывают также старые карты и планы различных периодов XVIII–XX веков. Они аккумулируются, например, на сайтах:

- «Старые карты городов России и зарубежья» – <http://www.retromap.ru> (только онлайн-просмотр);
- «ЭтоМесто.ру» – старые карты России и мира онлайн: <http://www.etomesto.ru/> (с возможностью скачивания карт, часть карт уже имеют геопривязку, однако некоторые материалы менее полные, чем на предыдущем сайте).

Ценным ресурсом являются также исторические фотографии. Существуют различные сайты, на которых пользователи размещают привязанные исторические фотографии. Наиболее известный ресурс – Retro View of Mankind's Habitat (<https://pastvu.com/>). Следует иметь в виду, что некоторые фото могут быть привязаны не точно и со временем привязка может корректироваться другими пользователями сайта.

Полезны также различные тематические карты, большой спектр которых представлен в SAS.Планета (например, в одной из версий программы функционировала карта с границами лесных кварталов).

### **Детализация сведений на основе мультиспектральных снимков**

Сервисы Google, предоставляющие космоснимки, во-первых, не предусматривают возможность их скачивания и обработки, во-вторых, как и другие космоснимки, которые можно просмотреть через SAS.Планета, предоставляют изображение в единственной комбинации цветов. В действительности спутниковая съемка Земли ведется в разных каналах, определяющих излучения различной длины волны и потому дающих значительную информацию о предметах, находящихся на поверхности Земли. Поэтому для получения более полного представления о местообитаниях возникает необходимость анализа мультиспектральных космоснимков.

В свободном доступе находятся *мультиспектральные снимки* аппаратов Landsat и Sentinel. Скачать их можно с сайта <https://earthexplorer.usgs.gov/> (предварительно необходимо зарегистрироваться и дождаться одобрения Вашего аккаунта). Для интересующей территории мы выбираем источник данных (например, Sentinel-2), можно задать также период времени и другие параметры (например, ограничить облачность). По результатам поиска отображается ряд снимков, для которых доступны предварительный просмотр и наложение на карту. Когда подходящий снимок выбран, скачиваем его (или добавляем в корзину, если нужно скачать несколько снимков).

Скачанный и разархивированный набор снимков в разных каналах удобно обрабатывать при помощи модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), который также нужно загрузить. Модуль позволяет осуществлять атмосферную и радиометрическую коррекцию снимков.

Из снимков разных каналов можно создать *многоспектральный растровый файл* и отображать его на карте. В свойствах слоя (вкладка «Стиль») можно выбирать, из каких каналов создавать комбинацию. По умолчанию отображается комбинация «Естественные цвета» (как в SAS.Planet и Google Earth). Комбинация Agriculture (каналы B11, B8, B2, в нашем наборе данных эти каналы получили номера 9, 7 и 1) позволяет более четко увидеть участки растительности разной густоты, а также пашни и пятна обнаженной почвы (рис. 1). Для изучения грунтов полезна комбинация Geology (B12, B11, B2). Более подробно с методикой создания и использования мультиспектральных снимков можно ознакомиться в рекомендуемой литературе.

Популярным подходом к изучению местообитаний является вычисление *вегетационных индексов* (vegetation indexes), оценивающих густоту фотосинтетически активной поверхности растений на площадь и основанных на соотношении красного и ближнего инфракрасного излучения. Чаще всего применяется нормализованный относительный индекс растительности (Normalized Difference Vegetation Index) – NDVI. Вегетационным индексам посвящен солидный объем литературы, поэтому, не вдаваясь в подробности, отметим, что это очень полезный инструмент мониторинга местообитаний. Стандартный набор вегетационных индексов рассчитывается через панель инструментов в группе команд SAGA (также можно вызвать, вводя начальные буквы команды Vegetation index (slope based)). Индекс NDVI широко используется, например, для автоматизированной выборки участков, лишенных растительности. В то же время для выделения местообитаний на участках с высокой лесистостью методом визуального дешифрирования NDVI далеко не всегда эффективен. Для выявления различий между лесными участками перспективен относительный индекс влажности NDMI – Moisture Index (рис. 2).

Размещенные в свободном доступе мультиспектральные снимки обладают менее детальным пространственным разрешением, чем спутниковый снимок (композит) Google, поэтому для изучения территории имеет смысл использовать оба вида снимков.

### **Получение информации о рельефе**

Цифровую карту рельефа местности можно получить с помощью ресурса SRTM – Shuttle Radar Topography Mission (Радиолокационная топографическая миссия шаттла). Файл для соответствующего региона можно скачать по адресу <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>. Загрузив файл в качестве растра в QGIS и сохранив проект в географической проекции, можно быстро создать карту с изолиниями

(рис. 3), рассчитать крутизну склонов, экспозицию и другие параметры рельефа при помощи предустановленного модуля «Морфометрический анализ растров». Подробнее с техникой анализа рельефа можно ознакомиться в видеоуроках «KartenX: Фабрика картографии и геоинформатики».

Карты с горизонталями в последнее время также доступны в рамках проекта Open Street Map: OpenToroMap, загружаются также через SAS.Планета. Среди дополнительных операций данной программы – также получение информации о высоте над уровнем моря на основе SRTM.

В доступных через Интернет ресурсах о рельефе пространственное разрешение снимка не очень велико, поэтому при наличии топосъемки предпочтение следует отдавать ее результатам.

### **2.3. Использование ГИС на этапе полевых исследований: мобильные приложения**

Полевые работы предполагают навигацию на заранее выбранные объекты, а также снятие координат изучаемых объектов (местонахождений видов, мест отбора проб и т.д.). Наиболее удобным мобильным приложением на сегодняшний день можно считать Locus GIS для Android.

Данное приложение совместимо с QGIS и имеет сходную структуру: данные обрабатываются в виде слоев (шейп-файлы и связанные с ними файлы) и объединяются в проекты. Данные, созданные в Locus GIS, можно обрабатывать в QGIS, и наоборот. При импорте слоя из QGIS необходимо указать проекцию и набор символов (кодировку), в условиях которых был создан файл. Копируя файлы на мобильное устройство или сетевое хранилище, следует убедиться, что помимо файла с расширением shp имеется еще как минимум файл dbf.

Слои в Locus GIS могут быть представлены точками, линиями и полигонами. Помимо координат объекта, при его создании (или последующем редактировании) в таблицу атрибутов можно внести различные другие признаки и привязать фотографию. В бесплатной версии программы существует жесткое ограничение по числу слоев и проектов, но для решения многих задач этого достаточно.

По умолчанию спутниковые снимки в Locus GIS не отображаются, но эту проблему можно решить, скачав и установив соответствующий пакет, созданный Е. Куршевым (<https://melda.ru/locus/maps/>).

При работе с приложением следует проверить и оптимизировать настройки GPS. Записывать точку следует только после обнаружения достаточного числа спутников.

Созданные в Locus GIS объекты, помимо экспорта в качестве шейп-файлов и обработки в QGIS, можно сохранить как файл csv, а затем открыть в редакторе электронных таблиц (вставив, например, координаты в отчет).

Если интеграция с QGIS не столь критична, а на первом месте находится навигация с просмотром спутниковых снимков, удобно использовать приложение OsmAnd. Широко применяется также приложение OghuMaps.

Одним из основных продуктов полевого этапа исследования являются географические координаты точек сбора материала. Формат записи координат во многих компьютерных программах и мобильных приложениях можно настраивать. Как уже отмечалось выше, оптимальный формат – десятичные градусы, при этом необходимая и достаточная точность составляет 4 знака после запятой (например, N 54.6419 E 37.1597).

## 2.4. Использование геоинформационных средств для инвентаризации биоразнообразия после полевых исследований

После полевых исследований биоразнообразия обычно возникают следующие задачи, связанные с использованием геоинформационных средств:

- уточнение границ местообитаний;
- создание карт мест проведения исследований;
- создание карт местонахождений значимых в природоохранном отношении видов;
- установление взаимосвязей мест находок видов с условиями среды.

### Уточнение границ местообитаний

Полигоны предположительных местообитаний, выделенные на этапе предварительного ознакомления с территорией, наполняются содержательными наименованиями, полученными в результате инвентаризации растительности, а их границы уточняются на карте на основе маршрутов и координат точек, отмеченных GPS. Для получения наглядного представления о пространственном распределении типов местообитаний иногда удобно использовать *фотографии*. Большинство современных устройств оборудовано GPS и при создании фотографий осуществляет геопривязку – снабжает их координатами, которые помещаются в информацию EXIF (GPS EXIF info). Просмотреть координаты можно в некоторых программах просмотра изображений (например, XnView). Для экспорта координат большого числа точек в электронную таблицу можно установить специальную программу (например, BR's EXIFextracter).

Для просмотра фотографий на карте можно воспользоваться SAS.Planet, в которую можно импортировать файлы jpeg с геопривязкой как метки через меню «Управление метками». В QGIS 3 добавить фотографии можно с помощью расширения Import Photos, которое устанавливается как отдельный модуль. Когда фотографии импортированы, их можно просматривать на карте с помощью команды Click photos.

Используя фотографии для уточнения местоположения обследуемого объекта, следует иметь в виду, что GPS-приемник не мгновенно определяет географическое положение с нужной точностью, поэтому предпочтение следует отдавать специализированным программам, в которых мы можем контролировать точность определения координат (наряду с программами, обсуждаемыми в этой главе, полезным приложением в этом отношении может быть iNaturalist).

### Работа с точками находок

В полевых условиях, отмечая точки сбора материала или находок тех или иных видов с помощью мобильных приложений, обычно удается вписать в таблицу минимум данных. Поэтому таблицы с точками находок удобнее сначала подготовить в одном из редакторов электронных таблиц (см. п. 1 настоящей главы), а затем экспортировать в QGIS. Можно вести одну большую таблицу для разных методов учета и изучаемых видов и при необходимости извлекать из нее данные по отдельным видам и сохранять их отдельными слоями. Слои целесообразно группировать (например, находки видов, занесенных в Красную книгу субъекта Российской Федерации, или находки инвазивных видов).

Для понимания закономерностей распределения видов полезно собрать доступные сведения из других слоев. Простой способ – создать вокруг точек на-

ходок буферы – небольшие полигоны с заданным радиусом (меню «Вектор» – «Геообработка»). При этом следует учитывать, что единицы измерения (метры или градусы) зависят от выбранной системы координат. Затем можно узнать, какие значения принимают интересующие показатели, представленные в других слоях, в границах полученных буферов, при помощи инструмента анализа «Зональная статистика».

Геоинформационные системы позволяют осуществлять также различные мощные и сложные виды пространственного анализа, с которыми можно ознакомиться в специализированной литературе (список не приводим, так как тема выходит за пределы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на ООПТ регионального значения).



## Глава 3. Исследования объектов растительного мира

### 3.1. Исследования растительности

Характеристика растительного покрова какой-либо территории (в том числе ООПТ регионального значения) включает две составляющие: *исследование флоры и исследование растительности*.

**Флора** – совокупность видов растений, встречающихся в данной местности, слагающих все свойственные ей растительные сообщества, заселяющих все типы местообитаний [Толмачев, 1974, цит. по: Неронов, 2002; Методы полевых экологических исследований, 2014]. Под **растительностью** понимается совокупность растительных сообществ, или фитоценозов; изучение растительности предполагает характеристику состава и структуры растительных сообществ (какие виды растений произрастают совместно, какие из них преобладают и т.д.), а также их разнообразия и распределения на местности. Эти составляющие тесно взаимосвязаны: исследования растительности основаны на знании флоры, а инвентаризация флоры ведется с учетом единиц классификации растительности. Настоящую главу начнем с характеристики подходов к изучению растительности, поскольку именно эта работа служит основой выделения местообитаний для разных групп организмов.

**Фитоценоз** как основной объект геоботанических исследований – это совокупность высших и низших растений, обитающих на данном однородном участке земной поверхности, с только им свойственными взаимоотношениями, и поэтому создающими свою особую флоросреду [Сукачев, 1975, цит. по: Неронов, 2002]. В общем смысле фитоценоз следует понимать как участок растительного покрова, качественно своеобразный и отличный от соседних.

Подобно другим видам исследований биоразнообразия, геоботаническое исследование включает подготовительный этап, полевые исследования и камеральную обработку.

*Подготовительный (теоретический)* этап геоботанического исследования заключается в изучении имеющихся материалов по обследуемой территории (природных условий, планов землепользования и лесонасаждений, флористических описаний, топографических карт, космоснимков) с целью выделения *эколого-фитоценотического профиля*, т.е. маршрута, максимально разнообразного с точки зрения топографических, экологических и фитоценологических условий, на котором будут производиться описания растительности.

Затем, на этапе *полевых исследований*, на выделенном профиле в различных по характеру растительного покрова участках закладываются пробные геоботанические площади, на которых выполняются описания растительности на заранее заготовленных бланках (приложение 2).

*Пробная площадь* – специально выделенный участок исследуемого фитоценоза, она закладывается в наиболее характерном, типичном для данного сообщества месте, подальше от дорог, просек и других нарушений растительного покрова, а также от границ с другими сообществами. Размер пробных площадей для лесных сообществ, как правило, составляет 20×20 м, для травяных – 10×10 м. При заполнении бланка описания (приложение 2) в начале указываются общие сведения (дата описания, географическое положение, рельеф, водный режим, параметры мертвой подстилки, наличие валежа, сухостойных экземпляров и пней, антропогенное воздействие, прочие замечания по характеристике среды). Далее переходят к описанию собственно растительности по ярусам.

При описании лесных фитоценозов начинают с характеристики древостоя, который в соответствии с принятыми в лесном хозяйстве правилами выражается *формулой состава древостоя*, где общее число деревьев принимается за 10, а участие каждой породы отражается в долях от 10; незначительное участие (примесь) других пород указывается через плюс; древесные породы обозначаются общепринятыми сокращениями (например, 5ЕЗБ2Ос + С).

*Сомкнутость крон* (проективное покрытие) определяется глазомерно, выражается в процентах (%) или долях от единицы.

*Высоту* деревьев (и кустарников) определяют инструментально с помощью специальных приборов или глазомерно.

*Диаметр стволов* замеряется на уровне груди исследователя (около 1,3 м от земли) сантиметровой лентой (результат делится на 3,14) или мерной вилкой.

*Возраст* древостоя также может быть определен инструментально с помощью специального бура или косвенно – путем отнесения к *классам возраста* (молодняки, жердняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные леса) по специальным таблицам.

При описании возобновления пород (всходов – дерева высотой до 10 см и подроста) наряду с вышеперечисленными используют такие характеристики, как *происхождение* – оно может быть порослевым или семенным, – и *состояние* – степень благонадежности, отражающая возможность достижения в данных условиях взрослого состояния.

Также при описании различных ярусов в фитоценозах, прежде всего травяного, используются следующие показатели.

*Обилие* – степень участия особей вида в фитоценозе: абсолютное – по числу особей, определяется прямым подсчетом экземпляров на пробной площади, – или относительное – по различным балльным шкалам в зависимости от выбранного подхода к классификации растительности (табл. 3.1, 3.2). При использовании доминантного подхода обычно используют шкалу О. Друде, эколого-флористический метод классификации предполагает использование шкалы обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке.

Существуют и другие методы классификации растительности и соответствующие им шкалы оценки обилия видов в сообществе.

*Проективное покрытие* (общее или проективное покрытие отдельных видов) – площадь горизонтальных проекций надземных частей растений на поверхность почвы, выражается в процентах (%), определяется глазомерно или с помощью сетки Л.Г. Раменского [Неронов, 2002].

Таблица 3.1. Оценка обилия растений: модифицированная шкала О. Друде [Методика..., 2011]

Степень (символ)	Проективное покрытие, %	Характеристика обилия растений
Un (unicum)	-	представлены одной особью
Rr (rari)	до 0,15	встречаются единично
Sol (solitariae)	до 5	встречаются редко
Sp (sparsae)	5–20	встречаются в небольшом количестве, рассеянно
Cop <sub>1</sub> (copiosae)	21–35	довольно обильны
Cop <sub>2</sub> (copiosae)	36–50	обильны
Cop <sub>3</sub> (copiosae)	51–75	очень обильны
Soc (socialis)	76–100	образуют фон, в надземной части смыкаются

Таблица 3.2. Комбинированная шкала обилия – покрытия видов Ж. Браун-Бланке [Булохов, 2007]

Степень обилия	Проективное покрытие, %	Характеристика обилия растений
г	1–4 особи	очень редко
+	до 1 %	особи разрежены
1	до 5	особи многочисленны или разрежены
2	5–25	-
3	25–50	-
4	50–75	-
5	более 75	-

*Характер размещения* – особенности распределения особей вида в сообществе, может оцениваться по следующей шкале: 1 – растут одиночно; 2 – группами; 3 – крупными группами; 4 – небольшими зарослями; 5 – большими зарослями [Булохов, 2007].

*Жизненность* – приспособленность растения к условиям местообитания, выражается в степени жизненности. В литературе встречаются различные шкалы жизненности, оптимально использовать 4-балльную шкалу: 1 – жизненность высокая (отсутствие повреждений и признаков угнетения); 2 – хорошая (единичные повреждения); 3 – средняя (значительная часть растений повреждена); 4 – низкая (большая часть растений угнетена).

*Фенологическое состояние (фенофаза)* – фаза развития растения. Наиболее распространены системы обозначений фенофаз по В.В. Алехину [Неронов, 2002] и по А.П. Шенникову [Шенников, 1950, цит. по: Методика..., 2011].

Фенологические фазы по В.В. Алехину:

— растение только вегетирует до цветения (вегетация);

↑ растение выбросило стебель или стрелку и имеет бутоны (бутонизация);

Э растение в фазе зацветания, появляются первые цветки (зацветание);

О растение в полном цвету (цветение);

С растение в фазе отцветания (отцветание);

+ растение отцвело, идет созревание семян (плодоношение);

# семена (плоды) созрели и высыпаются (осыпание семян);

~ растение вегетирует после цветения и высыпания семян.

Перечисленные признаки определяются при стандартных геоботанических описаниях. Однако объем геоботанического описания (и форма соответствующего бланка) зависит от задачи исследования. Инвентаризация растительности на ООПТ регионального значения обычно предполагает не подробное описание фитоценоза, а обследование значительного количества фитоценозов, поэтому для большинства пробных площадей можно ограничиться *сокращенным описанием*, в которое можно включать формулу древостоя, возраст и диаметр стволов, характеристику обилия видов по ярусам. Полное геоботаническое описание целесообразно проводить для наиболее ценных, старовозрастных или богатых во флористическом отношении участков.

После описания необходимого количества пробных площадей определяют положение исследованных фитоценозов в **классификации** растительных сообществ. Основной единицей классификации растительных сообществ обычно является *ассоциация*. Выделение классификационных единиц и присвоение им названий осуществляется в зависимости от выбранного методологического подхода. В нашей стране распространены доминантный и эколого-флористический подходы.

При использовании *доминантного подхода* ассоциация выделяется по комбинациям доминантов – видов растений, господствующих в различных ярусах. Название ассоциации дается по названиям доминантов соответствующих ярусов, виды одного яруса перечисляются через дефис в порядке возрастания. Например, *дубо-ельник волосистоосоковый* – ассоциация с преобладанием ели в первом ярусе с участием дуба и господством осоки волосистой в напочвенном покрове. Название ассоциации может даваться также путем перечисления латинских названий растений, доминирующих в отдельных ярусах, разные ярусы при этом разделяются знаком тире, а главный доминант указывается на первом месте. Например, *Picea abies + Quercus robur – Carex pilosa* или *Picea abies – Vaccinium myrtillus – Pleurozium schreberi* (т.е. ель обыкновенная – черника – плеврозий Шребера). Ассоциация доминантной классификации в геоботанике соответствует *типу леса* в лесоведении. Названия более крупных единиц классификации конструируются на основе латинских родовых названий доминантов первого яруса и наименований экологических групп или жизненных форм, господствующих в напочвенном покрове. Например, *Piceeta nemorosa* (ельники неморальные), *Piceeto-Querceta* (широколиственные леса с елью), *Piceeta fruticuloso-hylocomiosa* (ельники зеленомошно-кустарничковые). Доминантный подход был введен в нашей стране В.В. Алехиным и применяется геоботаниками до настоящего времени.

*Эколого-флористический подход* к классификации, введенный в науку швейцарским геоботаником Ж. Браун-Бланке, основывается на группировке сообществ по флористическому составу, который отображает экологические условия и стадию сукцессии. Единицы классификации, в том числе ассоциации, в системе Браун-Бланке выделяются на основании диагностических видов. Ассоциации получают бинарные названия по латинским названиям диагностических видов верхнего и нижнего ярусов, окончания этих названий формируются по определенным правилам для разных рангов синтаксонов. Например, ассоциация *Corylo avellanae–Pinetum sylvestris* (сосняк лещиновый или неморально-нотравный) принадлежит к союзу *Quercu roboris–Tilion cordatae*, входящему в порядок *Fagetalia sylvaticae* и класс *Quercu-Fagetea*. Подробнее с методологией эколого-флористической классификации можно ознакомиться, например, по работам Б.М. Миркина с соавторами [Миркин, Наумова, 2017 и др.]. Эколого-флористическая классификация лесной растительности для юга Нечерноземья разработана представителями брянской геоботанической школы [Булохов, Соломещ, 2003].

Эколого-флористическая классификация, по-видимому, более адекватна природе растительных сообществ, поскольку позволяет отнести фитоценозы, находящиеся на разных стадиях восстановительных сукцессий, к одной ассоциации. Так, березняки или осинники, формирующиеся после вырубок ельников или елово-широколиственных лесов, рассматриваются в качестве *фаций* «коренной» ассоциации в эколого-флористической классификации, а в рамках до-

минантной классификации они имеют высокий самостоятельный ранг (рис. 4). Однако эколого-флористический подход отличается высокой трудоемкостью. Окончательное название дается после обработки множества описаний. Поэтому при полевом описании можно рекомендовать указывать предварительное название сообщества по доминантной классификации и его физиономичность (внешний вид, аспект). Для понимания взаимного соответствия единиц доминантной и эколого-флористической классификации можно обратиться к Определителю типов леса Европейской России [Заугольнова, Мартыненко, 2014], который можно рекомендовать в качестве основы для инвентаризации лесной растительности на ООПТ.

По итогам инвентаризации растительности целесообразно выделять значимые в природоохранном отношении растительные сообщества. В некоторых регионах с этой целью созданы «зеленые книги». Показатели природоохранной значимости растительных сообществ достаточно подробно обсуждаются в литературе [Мартыненко и др., 2013]. Особенно ценны малонарушенные растительные сообщества зональных типов – елово-широколиственные леса в зоне смешанных лесов и широколиственные леса в зоне широколиственных лесов (рис. 5).

### **Мониторинг растительного покрова на ООПТ**

Мониторинговые наблюдения за растительным покровом ООПТ ведутся для оценки динамики фитоценозов.

Размер площадей при мониторинге такой же, как при первичном геоботаническом описании: 20×20 м в лесных сообществах, 10×10 м – в травяных. Площадки могут располагаться в каждом типичном для данной территории сообществе на эколого-топографическом профиле, в редких сообществах или в местах обитания редких видов (за популяциями которых также могут вестись мониторинговые наблюдения).

Мониторинг растительности на ООПТ предполагает фиксацию следующих параметров:

- названия сообщества;
- местоположения в рельефе;
- общего проективного покрытия (ОПП) по ярусам, в %;
- преобладающей высоты растений (для трав – по вегетативным и генеративным растениям), в см;
- вертикальной структуры (ярусности);
- горизонтальной структуры (равномерности распределения растений на площадке, наличия микрогруппировок);
- общей жизненности растений: отмечаются признаки угнетения и его причины;
- характеристики доминантов по ярусам/подъярусам;
- характеристики видового состава;
- наличия/отсутствия редких и охраняемых видов, их обилия, жизненности;
- наличия/отсутствия заносных, сорных и синантропных видов, их обилия и проективного покрытия в %, мест сосредоточения. Возможно использование таких глазомерных оценок, как «единично», «рассеянно», «куртинками», «пятнами», «обильно» [Комплексный..., 2008].

Для сбора данных можно пользоваться таблицами (табл. 2.3, 2.4).

Таблица 2.3. Характеристика динамичных показателей растительности

Название ООПТ	Положение сообщества в рельефе:			
	Ярусы			
	1	2	3	...
Фитоценоотические показатели				
Общее проективное покрытие, %				
Преобладающая высота растений (вегет./генер.)				
Количество подъярусов				
Наличие микрогруппировок				
Общая жизненность растений				
Доминанты				
Общее число видов на мониторинговой площади				
Число краснокнижных видов				
Число заносных видов				
Число синантропных видов				
Наличие антропогенных нарушений				

Таблица 2.4. Характеристика видового состава сообщества

Название ООПТ				Дата
Названия видов	Ярус	Обилие/ покрытие	Характер распределения	Фенологическое состояние

### 3.2. Исследования флоры сосудистых растений

Методика инвентаризации и мониторинга флоры сосудистых растений детально обсуждалась применительно к региональному уровню [Серегин, 2014; Саксонов, 2017 и др.]. ООПТ распределены в Калужской области относительно равномерно, так что они могут служить узлами изучения и сохранения био-разнообразия региона. Однако флористические исследования на ООПТ регионального значения имеют свою специфику, которую необходимо учитывать при планировании работ.

Площадь ООПТ регионального значения сильно варьирует: от десятых или даже сотых долей гектара для «ООПТ – пигмеев» (например, памятников природы «Источник пресной воды «Белый колодец», «Кожуховский родник») до двадцати с лишним квадратных километров для «ООПТ – гигантов» (например, «Озеро «Ломпадь» с прилегающими угодьями»), видовой состав растений которых можно считать локальной флорой. В связи с этим есть отличия и в методике исследования растений на данных ООПТ. Если малые по площади ООПТ (до 5 га) достаточно посетить 2 раза в течение вегетационного сезона, практически полно обследовав состав растений за 1 день, то для обследования растений больших по площади (примерно от 50 га и выше) и разнообразных по типам местообитаний ООПТ необходимо неоднократно устраивать базовый лагерь на несколько дней и осуществлять из него радиальные выходы (либо ежедневные выезды от места жительства).

Работу над изучением состава растений конкретной ООПТ можно разделить на следующие этапы:

1. Изучение литературных данных (особенно региональных конспектов флор, публикаций об охраняемых видах и ООПТ) и документации, имеющейся на исследуемую территорию, в том числе паспорта ООПТ, списков видов и типов растительных сообществ предварительных исследований, если они есть. На основании этого определяются необходимое и достаточное число посещений и сроки обследования территории (сезонность) с целью полного (или почти полного) обнаружения видов в течение вегетационного сезона.

2. Изучение карт и космоснимков, составление рабочих схем для проезда к территории, определение ее форм рельефа и экотопов, которые необходимо посетить. На основании схем планируются маршруты для обследования. Схемы загружаются в смартфон для ориентировки на местности и определения границы обследуемой ООПТ.

3. Непосредственно посещение ООПТ, в ходе которого осуществляются и корректируются маршруты обследования, производится фотосъемка растительных сообществ и представителей флоры, картирование и оценка численности и площади группировок охраняемых видов растений, сбор гербарных образцов (если это необходимо). Производится оценка численности и активности адвентивных растений, особенно представителей Черной книги Калужской области [Решетникова и др., 2019], а также антропогенной нагрузки на ООПТ и нарушений охранного режима территории.

4. Камеральная обработка материалов, включающая определение собранных растений, консультации, написание отчетов и публикаций.

Существуют различные методы флористических исследований: маршрутный, стационарный, смешанный, метод сеточного картирования территории (Методы полевых экологических исследований, 2014). Для изучения ООПТ регионального значения наиболее пригоден *маршрутный метод*. При инвентаризации флоры ООПТ Калужской области мы используем в основном стандартный маршрутный метод [Алехин, 1938] с учетом дальнейших его усовершенствований [Щербаков, Майоров, 2006], в том числе и для исследования парциальных флор, например, флоры водоемов, проводя в некоторых местах стационарные наблюдения в течение полевого сезона. Маршруты прокладываются таким образом, чтобы охватить наибольшее разнообразие местообитаний. Если изучается небольшая территория с однородной растительностью, то маршрут с целью его удлинения планируется зигзагами и петлями, чтобы не пропустить виды с редкой встречаемостью. Используются также элементы *маршрутно-флористического метода* [Щербаков и др., 2002; Решетни-

кова, 2016], когда маршрут исследования не только является траекторией движения, но и включает в себя некоторую осмотренную локальную площадь, соответствующую отдельному ландшафтному выделу, на который составляется свой отдельный список растений, что особенно важно на больших по площади и сложных по ландшафту ООПТ. В применении к флористическому изучению небольших по площади ООПТ регионального значения по сравнению с региональными флорами в рамках этого метода мы стараемся по возможности полностью обследовать все включения в основной набор растительных сообществ памятника природы. Например, если в долине ручья имеется ключевое болотце, то мы обследуем его полностью, отдельно выделяя виды растений этого элемента ландшафта, а не просто прокладываем свой маршрут по краю этого болотца, попутно фиксируя наиболее заметные специфичные виды в общем списке растений маршрута, аналогично с растениями пруда усадебного парка.

Флора материковых озер, водохранилищ, прудов, затопленных карьеров и стариц изучается путем прохода вдоль всей береговой линии, а в случае необходимости (на большинстве водоемов этих типов) – и путем проплыва их акватории дополнительно. В случае очень больших размеров таких водоемов (Людиновское водохранилище и некоторые другие водоемы) мы ограничиваемся исследованием их части, отдавая предпочтение, как правило, мелководной «голове» и приплотинной части прудов и водохранилищ.

Флора водотоков изучается преимущественно путем прохода вдоль берегов реки. Параллельно уделяется внимание различным пойменным водоемам и ветландам: старицам, промоинам, мелиоративным канавам, ключам и болотам.

Флористические описания производятся на специальных бланках, разработанных Н.М. Решетниковой. В бланках печатаются названия распространенных в регионе видов, по мере обнаружения на маршруте они вычеркиваются. Это дает экономию времени при проведении исследований и обработке их результатов. В случаях, когда использовать планшет с бланками при прохождении маршрута неудобно (например, дождливая погода), записи целесообразно делать на диктофон [Решетникова, 2016].

Гербаризация растений производится по общепринятым методикам [Скворцов, 1977; Щербаков, Майоров, 2006]. При нахождении редких видов растений, для которых имеются гербарные образцы с изучаемой территории, осуществляется фотофиксация находки с геопривязкой. Определение гербарных образцов проводится по общefлористическим и специализированным определителям.

Периодичность и кратность флористических исследований определенной территории зависят от особенностей ее растительного покрова, смены фенологических фаз. В условиях средней полосы наибольшее число видов можно выявить с начала июля по середину сентября [Серегин, 2014]. Однако ранневесенние эфемериды широколиственных лесов или остепненных луговых склонов вегетируют очень короткое время, после чего обнаружить их становится очень сложно. В условиях средней полосы Европейской России первый выезд на территорию обследуемой ООПТ лучше осуществить с конца апреля до первой декады мая включительно для учета раннецветущих растений, прежде всего эфемеров и эфемероидов. Для обнаружения редких орхидных и осок лучше всего подойдет конец мая – первая половина июня, когда они наиболее заметны и пригодны для надежного определения. Водную флору лучше изучать во второй половине лета с учетом частых паводковых явлений в июне на водотоках Нечерноземья. Для изучения адвентивных растений лучше подходит август или даже сентябрь. Например, 13.07.2020 на ООПТ «Городской



бор в г. Кондрово» мы обнаружили небольшую заросль одичавшего декоративного злака в вегетативном состоянии, определить который по определителям для европейской части России мы не смогли. Вторично посетив место находки 15.11.2020, мы выяснили, что это растение азиатского происхождения – веерник сахароцветный (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth.), выращиваемый цветоводами на участках. То же самое можно сказать и для относительно надежного определения адвентивных представителей рода *Aster* (*Symphotrichum*). Таким образом, с учетом растительных сообществ каждого ООПТ и фенологических особенностей жизненного цикла растений мы планируем сроки и количество посещений для наиболее полного исследования их видового состава.

На один день полевых исследований желательно планировать не более 10 км маршрута: при более длительных маршрутах ослабление внимания приводит к значительным пропускам видов. При относительно однородном ландшафте за день можно охватить площадь до 20–30 га. Площадь большинства региональных ООПТ Калужской области составляет от 10 до 30 га. При отсутствии на их территории болот и водоемов, изучение которых требует специального оборудования, и при хорошей погоде такие территории можно обследовать в течение 1 дня при правильном планировании маршрутов, посещая их 2–3 раза за сезон.

Относительно полноты инвентаризации сосудистых растений можно заметить следующее. При инвентаризации региональной флоры методом сеточного картографирования удачно спланированный однодневный маршрут позволяет выявить примерно 75 % видов изучаемого квадрата [Серегин, 2014]. Протокол инвентаризации растений в лесах умеренного пояса, предполагающий обследование 2 га за 4 часа, выявляет 90 % видов [Löhmus et al., 2018]. Охарактеризованная выше методика инвентаризации флоры ООПТ регионального значения по исследовательскому усилению занимает промежуточное положение, поэтому можно предположить и промежуточное положение процента выявления видов при ее однократном применении. Двух- или трехкратное обследование ООПТ за сезон позволит выявить флору с достаточной полнотой. При посещении территории в последующие годы высока вероятность обнаружения новых видов, но в большинстве случаев это явление будет обусловлено процессом проникновения новых видов, что относится уже к мониторингу флоры.

Полноценный анализ флоры для отдельных региональных ООПТ в подавляющем большинстве случаев проводить не следует, поскольку перечни видов растений этих небольших по площади территорий, строго говоря, флорами (как географическое понятие) не являются, а составляют лишь, как правило, небольшие фрагменты флор. При обследовании ООПТ особое внимание следует уделять лишь соотношению групп адвентивных (заносных), рудеральных (синантропных, т.е. сопутствующих человеку) растений и растений аборигенной природной флоры, а также редких и охраняемых видов, так как именно этот показатель отражает степень нарушенности территории и ее природоохранную ценность.

### 3.3. Изучение мохообразных

Мхи являются обязательным компонентом любого растительного сообщества регионов лесных зон России, в некоторых фитоценозах им принадлежит ведущая роль в формировании растительного покрова. Степень участия мхов в формировании разных фитоценозов различна. Как правило, обилие мхов в сообществе и

степень видового разнообразия находятся в обратной зависимости, то есть в фитоценозах с высоким проективным покрытием мхов видовое богатство невелико. Например, в зеленомошных сосняках сплошной напочвенный покров образован 4–5 обычными лесными видами. В широколиственных лесах с фрагментарным и визуально незаметным моховым покровом видовой состав в несколько раз богаче, при этом в значительной степени представлен эпифитными (растущими на стволах деревьев) и эпиксильными (на мертвой древесине) видами.

Оптимальный метод инвентаризации мхов – маршрутно-флористический. Маршрут должен максимально охватывать разнообразие биотопов обследуемой территории. Для каждого маршрута составляется перечень видов мхов, оценивается частота встречаемости каждого вида и отмечается субстрат, на котором вид встречен. Возможно также изучение видового состава мхов при описании геоботанических площадок, однако такой подход не дает возможности полного выявления бриофлоры изучаемой территории.

Большинство видов мохообразных благодаря небольшим размерам могут произрастать на весьма малых площадях, если здесь имеются подходящие условия. Поэтому для полноты выявления флористического разнообразия мхов необходимо обследовать в процессе сбора все субстраты и экотопы конкретного фитоценоза. Например, при работе в лесу необходимо брать образцы не только с почвы или подстилки, но и с выступающих корней и стволов деревьев на разной высоте, гниющих пней и валежника, выходов горных пород и т.д.

При сборе образцов необходимо тщательно осмотреть все растущие в данном месте мхи и отбирать по возможности экземпляры, несущие спорогоны (коробочки), так как их наличие облегчает точность определения. Взятый образец (желательно, чтобы размер его позволял разделить на несколько частей) сразу же на месте помещают в заранее заготовленный бумажный пакет и снабжают полевой этикеткой. Затем пакеты с образцами высушивают без доступа прямых солнечных лучей, и после идентификации при необходимости оформляют в гербарный бумажный конверт, снабженный гербарной этикеткой.

Проблемные виды мхов, сложно определяемые в поле, а также редкие и интересные виды желательно передавать на идентификацию или подтверждение специалисту-бриологу.

Определение мхов осуществляется сравнительно-анатомическим методом в лабораторных условиях при помощи стереомикроскопа и светового микроскопа. Перечень определителей дан в списке рекомендуемой литературы.

Полученные видовые перечни с указанием субстрата и частоты встречаемости каждого вида могут заноситься в таблицу Excel, на основании которой для каждой обследованной территории может быть получен список флоры мхов, а также проведен краткий эколого-ценотический анализ бриофлоры в составе комплексного описания конкретной территории.

Рекомендуемая шкала встречаемости для мохообразных:

R – редко (1–3 находки); S – спорадически; C – обычно.

Рекомендации по выделяемым типам субстратов:

1 – почва в открытых местообитаниях;

2 – почва в лесу (почвенные обнажения, вывалы, откосы лесных дорог);

3 – лесная подстилка;

4 – валеж, приствольные комли, основания живых стволов;

5 – живые стволы;

6 – каменистые субстраты.

Виды первых трех типов субстратов относятся к *эпигейным*; виды, предпочитающие валеж (4-й тип субстрата), – *эпиксилы*; виды, поселяющиеся на стволах живых деревьев (5-й тип субстрата), – *эпифиты*; виды каменных субстратов (6-й тип) – *эпилиты*.

### 3.4. Исследования грибов и лишайников

Грибы – одна из самых малоизученных биологических групп, широко и повсеместно распространенных как в средней полосе России, так и в мире в целом. Термин «грибы» в бытовом понимании относится к плодовым телам грибов-макромицетов, т.е. к тем видам высших грибов, которые образуют плодовые тела более 1 мм. В научной терминологии Грибы (Fungi) – это одно из царств живой природы [Перевденцева, 2009; Леонтьев и др., 2010]. Основной их функцией в биосфере является разложение органических материалов до неорганических (роль редуцентов). Грибы присутствуют везде: в почве, в лесной подстилке, на живых и мертвых деревьях, на травянистых растениях, в воде, на животных и внутри них. Трофически связанные с органикой различные группы грибов выступают в роли: симбионтов (шляпочные образуют микоризы с высшими растениями; другие грибы в симбиозе с водорослями образуют лишайники); паразитов растений и животных (трутовые, головневые, мучнистые, стригущий лишай, актиномикоз и другие); сапротрофов на мертвой органике (шляпочные грибы, плесени); хищников амёб, нематод и других микроскопических животных.

Классификация грибов в конце прошлого века претерпела значительные изменения в связи с новыми подходами и методами в систематике с использованием ДНК-тестов. Не вдаваясь во все тонкости классификации грибов, следует учесть, что грибы-макромицеты – это искусственное, удобное для обывателей и хозяйственников объединение грибов с крупными плодовыми телами. К этой группе относится часть аскомицетов (строчки, сморчки) и большая часть базидиомицетов (большинство ядовитых и съедобных грибов, трутовики). Особняком стоит такая экологическая симбиотическая группа, как лишайники. Поскольку в природоохранной (например, в Красных книгах) и популярной литературе грибы-макромицеты и лишайники рассматриваются отдельно, то и мы, для удобства и сохраняя традиции, будем придерживаться этой терминологии.

Значимость грибов в хозяйственной деятельности человека, в медицине, а также как объекта рекреационной привлекательности территории (сбор грибов) определяет необходимость инвентаризации этой группы организмов во время паспортизации ООПТ. Немаловажно выявление редких видов грибов и лишайников, особенно занесенных в региональные Красные книги, при проведении ОВОС. При исследовании микобиоты в границах территорий, для которых проводится ОВОС, следует учитывать разнообразную индикаторную роль макромицетов и лишайников. Почвенно-подстилочные сапротрофы являются индикатором воздействия на почву и подстилку; трутовые грибы – индикаторы санитарного состояния леса, а лишайники – индикаторы чистоты воздуха, степени его загрязнения. На практике при паспортизации региональных ООПТ и в исследованиях, проводимых в рамках ОВОС, грибы и лишайники изучаются нечасто. При этом применяются разные подходы к их инвентаризации.

**Организация инвентаризации и мониторинга плодовых тел грибов-макромицетов и лишайников.** Инвентаризацией грибов и лишайников должен заниматься специально подготовленный учетчик-миколог или лихенолог. Начиная инвентариза-

цию с целью паспортизации ООПТ, необходимо учитывать, что, во-первых, большинство плодовых тел грибов долго не хранится в обычных условиях, при комнатной температуре. А для их определения важно сохранение цвета, запаха, формы. Поэтому помимо стандартной этикетки с указанием места сбора, субстрата и особенностей местообитания (фитоценоза, состава древостоя и т.п.) необходимо подробное описание цвета, запаха и иных характерных свойств собранного экземпляра, желательное с фотографией, что в настоящее время не представляет собой большой трудности [Большаков, Ивойлов, 2014]. Во-вторых, очень важен субстрат, на котором собрано это плодовое тело, и то, какие растения росли рядом. В-третьих, в большинстве случаев в дальнейшем, в лаборатории, необходимо проведение микроскопических исследований срезов плодовых тел и спор. Поэтому очень важно чисто собрать образцы, правильно их транспортировать и хранить. Каждый образец необходимо помещать в отдельный контейнер с соответствующей этикеткой или заворачивать в бумагу или фольгу во избежание смешивания спор от разных образцов. В-четвертых, для дальнейшего подтверждения определения требуется составлять микологический гербарий (фунгарий) из собранных плодовых тел. Поэтому очень важно для оперативности и обеспечения качества работы до начала инвентаризации грибов обеспечить наличие как экскурсионного снаряжения, так и соответствующего стационарного оборудования: контейнеров для сборов образцов, сушильного шкафа, холодильника, микротомы, микроскопов и другого оборудования (см. соответствующую литературу).

Подробности технологии сбора и дальнейшей обработки, включая определение и гербаризацию, можно почерпнуть в рекомендуемой литературе [Бондарцев, Зингер, 1950; Бондарцев, 1953; Ванин, 1955; Вассер, Солдатова, 1977; Великанов и др., 1980; Дудка, Вассер, 1987; Коваленко, 1989; Елеусенова, Переведенцева, 1988; Переведенцева, Переведенцев, 1995; Moser, 1983; Nordic Macromycetes, 1992; Методика сбора..., 2007; Большаков, Ивойлов, 2014].

Инвентаризацию макромицетов и лишайников выбранной территории следует начинать с ранней весны. Сбирать можно многолетние трутовые грибы, плодовые тела первых весенних напочвенных грибов, грибов-сапротрофов и образцы лишайников.

Трутовые грибы – это не таксономическая, а «морфологическая» группа грибов отдела Базидиомицетов; обычно с плотными мясистыми или жесткими плодовыми телами, чаще многолетними с трубчатым гименофором, развивающимися на деревьях или древесном опаде. Они хорошо заметны издалека на стволах деревьев и валежнике до распускания листьев. Большинство видов этой группы хорошо сохраняются при транспортировке, и их можно хранить первое время даже без дополнительного высушивания. Однако большая часть собранных плодовых тел заселена личинками различных мицетофильных жуков, которые со временем выводятся в таких материалах. Поэтому собранные для фунгария (коллекции грибов) трутовики спустя несколько дней после дополнительной сушки необходимо прогреть в сушильном шкафу до 60–70 °С, чтобы умертвить личинок насекомых.

Весенние учеты также необходимы для инвентаризации лишайников, поскольку некоторые виды обнаруживаются только на вершинах деревьев или на верхних ветках зимнего валежника и после распускания листьев становятся малозаметными.

Весенние напочвенные грибы также хорошо видны до появления первоцветов в лесу и первой травы на открытых участках. Обычно это небольшой набор видов, поэтому можно закладывать довольно протяженные маршруты по изучаемой территории, а заодно выбирать площадки в характерных и контрастных биотопах

для проведения летне-осенних сборов, когда в средней полосе начинается массовое появление плодовых тел. При этом следует помнить, что многие из макромицетов образуют плодовые тела не каждый год. Поэтому, если есть такая возможность, то при обследовании ООПТ для изучения макромицетов желательно сразу закладывать пробные (мониторинговые) площадки.

Пробные площадки обеспечивают возможность неоднократного повторения сборов грибов на одном месте в течение сезона, а также возможность организации мониторинга микобиоты этих площадок ежегодно в течение ряда лет, пока не перестанут регистрироваться новые виды. В каждом типе биотопов следует устраивать не менее трех таких учетных площадок. Размеры площадки могут быть различными (5×5, 10×10, 20×20, 25×25 м) в зависимости от биотопов, но с характерным набором составляющих компонентов этого биотопа. Многое зависит от опыта учетчика и задач исследования. Площадки следует маркировать на месте колышками, которые могут выдержать многолетние исследования. Обязательно сфотографировать площадки в разных ракурсах в разные сезоны (рис. 6). В дальнейшем отдельно на каждую площадку следует завести карточку и вести журнал учетов появления плодовых тел по сезонам и годам. Для результативной инвентаризации макромицетов рекомендуется выбирать небольшие участки в разных по почвенно-растительным условиям биотопах и, не торопясь, тщательно их обследовать, начиная с верхних слоев почвы, растительных остатков, валежника и опада, переворачивая его (рис. 7). Для поиска самых мелких макромицетов следует использовать лупы.

Инвентаризацию и мониторинг лишайников можно проводить на этих же площадках. Лишайники – менее «подвижный» компонент биотопов, их следует собирать с субстратов, на которых они растут. Желательно предварительно сделать фотографию. Рекомендуется повторять учет лишайников на мониторинговых площадках два-три раза за сезон (в зависимости от влажности года).

Детали технологии сборов и фиксации грибов и лишайников подробно изложены в рекомендуемой литературе.

**Временные затраты** на первичную инвентаризацию макромицетов следует рассчитывать, исходя из временных затрат на обследование одной площадки, например 10×10 м. В среднем на обследование такой площадки уходит около 1 часа. При наличии в обследуемом биотопе по 5 таких площадок [Сионова, 2005] и с учетом времени, затраченного на разбор собранного материала, на разовое обследование одного лесного биотопа уходит минимум полных 8 часов рабочего времени (без учета затрат времени на дорогу к площадке, на передвижение между площадками и на обратный путь). Обследовать пробные площадки нужно один раз в две недели в межсезонье, а в «сезон грибов» (в средней полосе обычно это осень) – раз в пять-десять дней. Заканчивать инвентаризацию грибов следует с первыми снегопадами. Не менее трудоемкая и аккуратная работа предстоит с собранными образцами по возвращении в стационар (лабораторию), здесь временные затраты на определение и создание фунгария зависят от квалификации миколога. Обычно для большей достоверности часть сложных образцов следует передавать специалистам по отдельным систематическим группам для подтверждения правильности определения.

Иногда при паспортизации ООПТ по требованию заказчика возникает необходимость определить ее **грибные запасы**. Для этого допустим расчетный метод, реализуемый в камеральных условиях по региональным таблицам средней многолетней урожайности на территориях с разными типами условий созревания (типами леса или типами лесорастительных условий) и таксационной характеристикой насаждений. Зная урожайность съедобных грибов в различных типах леса

(по существующим методикам) на единице площади (кг/га) и площадь участка (выдела), для которого ведутся расчеты, легко получить величину запаса грибов на этой территории [Методика выявления..., 1987; Методика оценки..., 1990; Жукова и др., 2008]. Если в перечисленных методических рекомендациях нет таких сведений для данных конкретных биотопов, то вполне допустимо определить примерные запасы съедобных и прочих грибов для данного типа биотопов по результатам 2–3-летних исследований на грибных мониторинговых площадках.

## Глава 4. Исследования беспозвоночных

### 4.1. Выбор методов учета беспозвоночных для инвентаризационных и мониторинговых исследований

Беспозвоночные представляют собой самую богатую видами группу организмов. С этим связано и их значительное экологическое разнообразие, что приводит к необходимости применения широкого спектра методов для их выявления, а в связи с этим – к трудоемкости исследований. Адекватный выбор методов и конструирование методик учета основаны на понимании биологических особенностей таксона и принципов действия существующих методов. В настоящем параграфе дано краткое обсуждение классификаций методов учета.

1. Большинство руководств классифицирует методы учета **по объекту изучения** – таксонам, экологическим группам беспозвоночных и населенным ими ярусам биогеоценоза (методы учета почвенных, напочвенных беспозвоночных, обитателей травостоя, обитателей древесно-кустарникового яруса, посетителей цветков, некробионтов, размерно-экологических групп – микро-, мезо-, макрофауны и т.д.). Принимаемая во внимание доступность таких сведений в рекомендуемой литературе, в тексте мы подробно данную классификацию не обсуждаем.

2. Более интересна и продуктивна, на наш взгляд, классификация **по организационному подходу и биологической основе учета беспозвоночных**. Вслед за некоторыми руководствами [например, Grootaert et al., 2010] на первом уровне целесообразно различать «активный» (active) и «пассивный» (passive) сбор (учет). **«Активный» сбор** основан на непосредственных действиях сборщика по обнаружению и поимке (в некоторых случаях достаточно регистрации в полевом дневнике или фотофиксации, тогда точнее говорить об активном учете, но обычно для учета беспозвоночных требуется отлов экземпляра) животного в некотором подразделении его среды обитания (извлечении из субстрата). Большинство приемов активного сбора объединяются в понятие «ручной сбор», обычно к этой группе относят энтомологическое кошение и некоторые другие подходы. **«Пассивный» сбор** (=trapping) основан на использовании различных ловушек; работа исследователя и сбор (фиксация) животных разделены во времени. Такая классификация удобна с позиций организации исследования, поскольку эти две группы методов различаются степенью зависимости от субъективных особенностей исследователя (опыта, внимания, скорости реакции) и простотой стандартизации. Во-первых, результаты активного сбора сильно зависят от субъективных особенностей сборщика, во время как обслуживать ловушки могут и неспециалисты, которых можно быстро обучить технике работы. Во-вторых, учет ловушками может осуществляться в одно время в разных местах, в то время как в случае активного сбора один исследователь может обрабатывать только один участок одновременно, а найти нескольких исследователей со сходными субъективными особенностями для одного региона маловероятно. Наконец, ловушки работают в известной степени независимо от погодных условий, а активный сбор зачастую оказывается невозможным при неблагоприятной погоде. Поэтому при необходимости сравнения местообитаний, локалитетов, временных периодов следует по возможности использовать ловушки. С другой стороны, известно, что большие видовые списки получаются исследователем при активном сборе. Кроме того, при активном сборе есть возможность изымать и умерщвлять меньше особей животных. Различные методы «пассивного» сбора базируются на некоторых простых допущениях относительно биологии животных, однако иногда требуют достаточно сложного оборудования. «Активный» сбор может

осуществляться при минимальном материально-техническом обеспечении, однако требует, с одной стороны, «чутья» биологии животных при выборе обследуемых подразделений местообитания и времени учета, с другой стороны, технического умения абстрагировать изучаемое животное до физического тела с определенными свойствами (размером, формой, цветом, блеском, характером перемещения в пространстве, реже звуком).

Методы учета при помощи ловушек, в свою очередь, подразделяются на методы «перехвата» (interception) и «привлечения» (attraction) [Southwood, Henderson, 2009]. Первая группа методов предполагает перехват (прерывание) «естественных» путей перемещения животных в их среде обитания. Для этой группы ловушек применяется также термин «пассивные ловушки» – passive traps [Leather, 2008]. К этой группе относятся почвенные ловушки, оконные ловушки, ловушки Малеза, клеевые ловушки. Вторая группа методов основана на приманках, привлечении животных какими-либо стимулами (запаховыми, визуальными, реже акустическими). Для ее обозначения используют также термин «активные ловушки» – active traps [Leather, 2008]. По классификации М.Н. Цурикова [2003] термин «пассивный отлов» применяется только к ловушкам, прерывающим естественные пути перемещения насекомых, а ловушки с привлечением насекомых относятся к методам активного отлова. Зачастую ловушки, используемые для привлечения беспозвоночных, представляют собой конструктивно несложные модификации ловушек, используемых для перехвата беспозвоночных. Так, ловушка для жуков-падальщиков конструируется путем размещения приманки рядом с почвенной ловушкой, а светоловушку можно получить при модификации оконной ловушки (рис. 11–14).

Следует отметить, что названная дихотомия не является абсолютно жесткой, скорее можно говорить о расположении методов в некотором пространстве континуума, в каждой из групп есть наиболее «типичные» методы. Так, совокупность методов и приемов активного сбора в самом чистом виде объединяется под названием «ручной сбор». Кошение энтомологическим сачком – также метод активного сбора, но более стандартизированный, в меньшей степени зависящий от опыта и изобретательности исследователя. С другой стороны, ловушки, в которых собираются живые беспозвоночные, требуют более высокой и продолжительной активности исследователя при их проверке по сравнению с ловушками с фиксатором, поэтому многие методы, основанные на использовании приманок, можно рассматривать как промежуточные между «классическими» (пассивными) ловушками и активным сбором.

Особое место занимают методы, основанные на извлечении беспозвоночных из пробы *субстрата*. С одной стороны, они характеризуются меньшей зависимостью от погодных условий и возможностью отсроченной обработки (хотя, как правило, сроки хранения проб субстрата меньше, чем выборок беспозвоночных из ловушек при использовании фиксатора). Технически выборка беспозвоночных базируется на небольшом числе параметров (фото-, термо-, гигротаксисе при использовании эклекторов, размере, форме, цвете, блеске, характере движения объекта при ручном разборе). С другой стороны, в случае ручного разбора достаточно высока зависимость от внимания и опыта исследователя: при разборе пробы некоторые беспозвоночные могут убежать, упасть или остаться неподвижными, что увеличивает шансы исследователя пропустить их.

3. По типу данных обычно различают:

- методы обнаружения присутствия вида;
- методы учета относительного обилия;
- методы учета абсолютного обилия.



Теоретически следует принять, что активный учет может дать показатели *абсолютного обилия (плотности)* при выявлении всех (в пределах погрешности) изучаемых беспозвоночных для заданной площади или объема. Однако на практике это редко достигается в связи со значительной подвижностью и агрегированностью наземных животных. Поэтому методы определения плотности, например, при помощи энтомологического кошения, не стали общепринятыми. Вычислять плотность принято чаще в отношении почвенных беспозвоночных. Поэтому логично, что методы активного учета рассматривают [Southwood, Henderson, 2009] в группе методов учета относительного обилия, подгруппа «сборы на единицу усилия» (catch per unit effort).

Ручной сбор в аспекте количественного учета выглядит менее строгим, чем сборы с помощью ловушек или сачка, и, как правило, применяется для обнаружения присутствия вида, однако тоже может быть стандартизирован на единицу времени, маршрута и иной показатель исследовательского усилия [Фасулати, 1971].

Результативность и эффективность разных методов учета беспозвоночных обсуждается во множестве работ, однако вопросов в этой области все еще больше, чем ответов. Так, традиционно ловушки в целом считаются более эффективными, чем активный (прежде всего, ручной) сбор. В то же время опубликовано немало работ, доказывающих большую результативность и эффективность ручного сбора по сравнению с почвенными ловушками, в частности, для изучения многоножек [Mesibov et al., 1995] и жужилиц [Nyundo, Yarro, 2007; Andersen, Arneberg, 2016; Gobbi et al., 2018; Ramírez-Hernández et al., 2018; Knapp et al., 2020]. Однако большая результативность ручного сбора относится к тем случаям, когда учеты проводят опытные исследователи, а новички обнаруживают меньше видов вручную, чем ловушками [Knapp et al., 2020]. Кроме того, ручной сбор менее эффективен в сложно структурированных, сильно заросших растительностью местообитаниях. В любом случае почвенные ловушки более результативны для выявления крупных, подвижных, активных в темное время суток беспозвоночных [Tuf, 2015; Knapp et al., 2020]. Для полноценной **инвентаризации** видового состава рекомендуется применять в комплексе разные методы. Для целевых групп, обсуждаемых в главе 1 настоящей работы, это ручной сбор, энтомологическое кошение, почвенные ловушки, оконные ловушки, лов на свет, разбор проб подстилки и почвы, а для отдельных приоритетных видов – также ловушки с приманками. При мониторинге выбор методов зависит от таксона, региона и цели исследования. Так, для учета небольшого таксона (в пределе – отдельного вида) предпочтительны методы активного сбора, поскольку при использовании ловушек добавляются трудозатраты на отделение целевого таксона от прочих, а также происходит неоправданное уничтожение особей (в большинстве); при необходимости более широкой, комплексной характеристики животного населения без ловушек трудно обойтись, как и для сравнения импактных и фоновых участков.

В дальнейших параграфах настоящей главы обсуждается инвентаризация и мониторинг наземных беспозвоночных с применением наиболее распространенных или эффективных методов. Более детальное описание данных методов можно найти в рекомендуемых источниках [Фасулати, 1971; Методы почвенно-зоологических исследований, 1975; Душенков, Макаров, 2000; Цуриков, Цуриков, 2001; Дедюхин, 2011; Голуб и др., 2012; Методы полевых экологических исследований, 2014].

## 4.2. Ручной сбор и визуальный учет беспозвоночных

### Понятие ручного сбора

**Ручной сбор** (hand collecting, hand searching) включает визуальное обнаружение животных в их местообитаниях (без ловушек и привлекающих средств) и непосредственную фиксацию наблюдения животных исследователем (коллекционный экземпляр, фото, запись). Для определения подавляющего большинства беспозвоночных требуется их сбор (изъятие), но в случае крупных и легко идентифицируемых беспозвоночных сбор не нужен, в этом случае осуществляется **визуальный учет** (visual observation), однако принципиально это единый подход. Сам захват беспозвоночных может осуществляться не только руками, но и специальными приспособлениями.

Ручной сбор основан на знании биологии видов, из которого вытекают умения находить места концентрации животных, связанные или с переживанием неблагоприятного времени суток/года, или с питанием, размножением, или и с тем, и с другим. Поэтому важно планировать ручной сбор с учетом особенностей суточной и сезонной активности изучаемой группы.

Для организации ручного сбора следует предусмотреть (рис. 8):

- оборудование, облегчающее поиск и извлечение беспозвоночных из субстрата;
- оборудование для захвата беспозвоночных;
- емкости для сбора, фиксации и первичного хранения беспозвоночных.

### Оборудование, облегчающее поиск и извлечение беспозвоночных

Садовый *совок* удобен для выкапывания беспозвоночных из неглубоких убежищ в почве, снятия коры с достаточно разложившегося валежника, разбора трухлявых пней.

*Нож и топор* небольшого размера нужны для извлечения беспозвоночных из-под коры и древесины.

*Пакеты и куски светлой ткани* применяются для стряхивания беспозвоночных с растений. При обследовании небольших травянистых растений удобны пакеты с замком. Для стряхивания с деревьев и кустарников применяют *полотно* или *специальные зонты* [Фасулати, 1971; Голуб и др., 2012].

*Хозяйственные перчатки* следует иметь для защиты рук при различных операциях с субстратом.

*Сита* различной конструкции рекомендуется иметь для просеивания мха, подстилки и других субстратов. Обычно этот прием относят к ручному сбору, однако мы рассмотрим его при обсуждении почвенных проб и проб подстилки.

### Оборудование для захвата беспозвоночных

Крупных и среднего размера беспозвоночных с относительно прочными покровами обычно берут руками и помещают в емкость для хранения или фиксации. Однако большинство беспозвоночных слишком малы или хрупки, чтобы их можно было брать пальцами рук, не рискуя серьезно повредить. Поэтому необходимо использовать специальное оборудование для захвата таких беспозвоночных.

Наиболее широко для захвата мелких беспозвоночных (членистоногих) применяется **экспаустер** (всасыватель, англ. rooter, aspirator). Он основан на перемещении беспозвоночного из внешней среды в сборную емкость за счет движения струи воздуха. В устройстве экспаустера варьируют:

- механизм, запускающий движение (источник энергии);
- сборная емкость;
- трубка;
- фильтр для предотвращения выхода объекта из сборной емкости.

Механизм, запускающий движение, может быть различным. В классическом случае сборщик втягивает воздух ртом. Такой эксгаустер наиболее прост в изготовлении (детали обсуждаются ниже). Можно применять электрическую энергию (эксгаустер как мини-пылесос). Эксгаустеры, работающие от сжатия рукой резиновой груши, сконструированы А.О. Беньковским [2003] и А.С. Тилли [2003]. Такие приборы удобны для сбора мелких насекомых. Также для захвата мелких беспозвоночных можно сделать эксгаустер на основе поршневого механизма – устройства для отсоса припоя [Черепанов, 2005].

Сборная емкость может быть различного материала и размера, при этом предпочтительны стандартные емкости, чтобы собранных беспозвоночных можно было бы в той же емкости зафиксировать и хранить, а для сбора поставить новую емкость такого же размера. Удобны прозрачные емкости, позволяющие просматривать содержимое эксгаустера, не очень большого объема (до 120 мл).

Трубка, по которой идет при всасывании перемещение беспозвоночного, должна быть достаточно жесткой (чтобы просвет не закрывался), гладкой внутри и желателен прозрачной, чтобы можно было обнаружить случайно застрявшее или уходящее из сборной емкости беспозвоночное.

Фильтр изготавливается из хорошо пропускающей воздух мелкоячеистой и прочной ткани или металлической сетки.

С.К. Алексеевым в течение длительного времени применяется эксгаустер следующей конструкции. В качестве сборных емкостей используются банки из-под детского питания объемом 100–120 мл. В резиновой пробке (для химической посуды) соответствующего диаметра просверливаются отверстия и вставляются две гибкие прозрачные трубки из органических полимеров. Оптимальный внутренний диаметр трубок – 8–12 мм. Во избежание путаницы трубки делают разной длины. С того конца, где идет захват объекта, трубку оборудуют наконечником большей жесткости и меньшего диаметра (например, обрезанным колпачком от фломастера), таким образом облегчается всасывание объекта и обеспечивается более точный захват беспозвоночного с поверхности. В качестве фильтра используется кусочек мельничного газа или латунной сетки с ячейками 0,5–0,7 мм (более мелкоячеистый фильтр будет быстро забиваться мелкими частичками и пылью, а через более крупные ячейки мелкие членистоногие будут проскакивать). Фильтр приматывается к трубке крепкой капроновой ниткой или тонкой медной проволокой, пропитанной клеем типа «Момент» (рис. 8).

Д.В. Хвалецким сконструирован эксгаустер на основе имеющегося в продаже беспроводного мини-пылесоса (типа Nonk). На выходе вместо наконечника к пылесосу крепится трубка, другой конец которой вставляется в пробку ловчей емкости. Вторая трубка от ловчей емкости идет к объекту. В качестве сборной емкости применяется центрифужная пробирка на 50 мл (рис. 9).

Эксгаустер не используется для сбора беспозвоночных с мягкими и влажными покровами (моллюсков, кольчатых червей, мягких личинок насекомых).

Захват мелких и хрупких беспозвоночных следует осуществлять за счет поверхностного натяжения, для чего можно использовать *кисточку для живописи* или смоченный в жидкости палец, которые вместе с прилипшим беспозвоночным опускаются в емкость с жидкостью.

**Пинцет** в полевых условиях применяется нечасто, преимущественно для извлечения беспозвоночных из ходов и щелей в субстрате или сбора жалящих членистоногих.

В силу высокой подвижности многих насекомых для их захвата следует предусмотреть **сачок**. В большинстве случаев достаточно энтомологического сачка, применяемого для кошения (см. ниже).

### **Емкости для первичной фиксации и хранения беспозвоночных при ручном сборе**

Включают:

- емкости для прижизненного хранения (содержания) беспозвоночных;
- сухие морилки;
- влажные морилки.

Живыми следует собирать беспозвоночных для прижизненного определения, фотографирования, записи акустических сигналов. Также живыми рекомендуется собирать наземных моллюсков для их последующего усыпления в воде в стационарных условиях (см. ниже). Если предполагается анализ членистоногих, например клещей, на наличие инфекций, их также собирают живыми. Размер емкости зависит от величины собираемых животных. Чтобы не допустить гибели животных во время полевых работ, в емкость следует положить зеленые листья растений, лиственный опад, мох, кусочки коры и т.д. Такой субстрат защищает животных от механических повреждений друг о друга и о стенки емкости, от нагревания и высыхания, обеспечивает газообмен. Животных с мягкими покровами (моллюсков, кольчатых червей) следует собирать отдельно от членистоногих.

*Сухие морилки* предназначены для сбора насекомых, которые будут монтироваться на булавки, а также для определения которых важны признаки опушения, окраска и иные характеристики, плохо сохраняемые в спирту (стрекоз, перепончатокрылых, двукрылых, чешуекрылых и других). Размеры емкости морилок варьируют в зависимости от размеров предполагаемой добычи и ее обилия. Для усыпления насекомых применяется этилацетат ( $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$ ). Транспортировать этилацетат необходимо в прочно закрывающихся емкостях из темного стекла. Для предотвращения повреждений насекомых в морилках используются наполнители (это могут быть «гармошки» из фильтровальной или газетной бумаги, крупные опилки или мелкие стружки лиственных пород деревьев, пропаренная и высушенная мелконарезанная солома и т.д.). Чем нежнее и мягче собираемые насекомые, тем мягче и нежнее должен быть наполнитель. Функция наполнителей – впитывать пары этанола и влажные выделения насекомых.

*Влажные морилки* удобны для сбора и хранения насекомых с твердыми покровами (жестkokрылых, полужестkokрылых), но особенно незаменимы при сборе мелких насекомых с нежными покровами и членистоногих, не относящихся к насекомым. Во влажных морилках обычно применяется этиловый спирт, хотя для разных групп беспозвоночных рекомендуется специфический состав (с добавлением глицерина, например). Главное требование к морилке – герметичность пробки (крышки). Применяются стеклянные емкости с резиновыми пробками, а также различные пластиковые емкости с защелкивающейся крышкой (рис. 8), последний вариант особенно удобен, поскольку позволяет оперировать морилкой при помощи одной руки.

### Наиболее эффективные приемы ручного сбора

Ручной сбор предполагает быстрое визуальное обнаружение беспозвоночных и принятие решений об их сборе. В первую очередь захватываются быстро передвигающиеся насекомые (летающие, бегающие, прыгающие), затем субстрат тщательно осматривается на предмет более медленных и мелких беспозвоночных.

При «оценочной» инвентаризации беспозвоночных ООПТ или ОВОС следует минимум три раза за сезон провести ручной сбор в наиболее представленных, типичных биотопах обследуемой территории. Для минимальной статистической достоверности, помимо трех повторностей за сезон, необходимо также обследовать по три (минимум) однотипных биотопа данной территории. Для ведения кадастра небольших по площади ООПТ или для первичной (рекогносцировочной) паспортизации территории можно обойтись обследованием минимального, но разнообразного набора биотопов. В зависимости от биотопа и его условий в равнинных регионах лесных зон России обычно применяются следующие варианты ручного сбора.

1. **Сбор под лежащими на поверхности почвы предметами** (камнями, досками, кусками рубероида и другими материалами). Такие предметы используются беспозвоночными в качестве укрытий для переживания неблагоприятных периодов. Поэтому наиболее перспективны укрытия, создающие наибольший контраст условий по сравнению с окружающей средой и щели для проникновения животных. Обычно малопродуктивен осмотр предметов, недавно положенных на землю или сильно углубленных в почву. После осмотра укрытия нужно положить на место. К этой же группе приемов можно отнести сбор беспозвоночных в стогах сена и под ними, в растительных наносах на речных берегах и т.д. Эти микроместообитания наиболее уловисты осенью, когда беспозвоночные уходят на зимовку.

2. **Подстилка.** Наиболее перспективны сборы у комлей деревьев и в микронеровностях рельефа, здесь можно обнаружить активных в ночное время беспозвоночных. Подстилку можно просеивать с помощью почвенных сит или ситешков на белом кювете или полиэтилене [Тихомирова, 1975].

3. **Валежник и стволы деревьев** обеспечивают беспозвоночным высокую влажность, защиту от солнца и пищу (непосредственно древесиной, грибами или другими животными), а в холодное время также тепло. Для разных групп беспозвоночных привлекательны разные стадии разложения валежника. Если не делается акцент на специализированных обитателях древесины (*ксилобионтах*), то наиболее удобны стволы со слегка отстающей умеренно влажной корой, где находят убежище моллюски, мокрицы, многоножки, жуки – жужелицы, мертвоеды и другие, развиваются личинки насекомых, играющие важную роль в утилизации мертвой древесины и потому значимые в качестве приоритетных таксонов при мониторинге биоразнообразия. Результативны сборы под корой и в валежнике в позднеосеннее время, когда там собираются многие беспозвоночные на зимовку. Покрытые мхом стволы деревьев, особенно во влажную погоду, подходят для поиска моллюсков, двупарноногих многоножек и других групп. В солнечную погоду стволы недавно упавших или свежеспеленных деревьев и бревна могут нагреваться и привлекать теплолюбивых насекомых, включая «южные» виды, и других нетипичных для лесов животных (так, ранней весной в широколиственных лесах на стволах нередки жужелицы *Asaphidion flavipes* L., *Bembidion quadrimaculatum* L., *B. lampros* Hbst., представители родов *Microlestes*, *Amara* и другие). На стволах

деревьев и вблизи них можно наблюдать имаго ксилобионтных насекомых (древоразрушающих и паразитов). Другие насекомые используют стволы в качестве площадок для отдыха. Особенно перспективны дуплистые деревья, а также места с вытекающим соком [Leather, 2008].

**4. Цветущие растения.** С цветками и соцветиями растений связана экологическая группа членистоногих – *антофилы*. Многие насекомые питаются различными частями цветков, другие насекомые и пауки охотятся, некоторые используют крупные соцветия в качестве площадки для отдыха. Захват беспозвоночных с цветущих растений осуществляют сачком или стряхивают их в пакеты. Многие антофилы доступны для визуального учета без изъятия. Наиболее перспективны учеты в утренние и вечерние часы по освещенным опушкам и полянам, а также на «островных» группах цветущих растений. Сезон учета индивидуален в зависимости от таксона и погодных условий года, но наибольшее разнообразие в средней полосе можно зарегистрировать с конца мая до середины июля. Но даже осенью, в «бабье лето», в тихих солнечных местах на немногочисленных цветущих растениях наблюдаются значительные скопления антофилов.

**5. Плодовые тела грибов-макромицетов и миксомицетов** заселяются преимущественно специализированными группами беспозвоночных, называемых *мицетобионтами*. Существуют виды, рода и целые семейства двукрылых и жесткокрылых, которые питаются собственно этими объектами (*мицетофаги*), часть обитателей грибов – хищники или паразиты личинок мицетофагов. На грибах можно встретить также виды, посещающие и другие разлагающиеся органические субстраты (трупы, экскременты). Особой спецификой ручной сбор с грибов не отличается. При детальной инвентаризации мицетобионтов в лабораторных условиях из личинок выводят взрослых насекомых [Дедюхин, 2011].

**6. Экскременты и трупы** активно заселяются навозниками (копрофагами) и падальщиками (некрофагами). Эту специфическую фауну лучше собирать пинцетом, с использованием перчаток, с применением эксгаустеров, основанных на резиновой груше, насосе или электричестве. Такие меры обезопасят сборщика от заражения вероятными инфекциями или гельминтами. Но наиболее продуктивно такие сборы можно проводить с помощью флотации этих «пахучих» субстратов в ведре с водой. Разболтав в воде палочкой экскременты или разлагающийся трупик, взятые лопаткой с верхним слоем почвы, через несколько минут можно начинать вычерпывать небольшим «аквариумным» сачком всплывающих насекомых и помещать их во второе ведро с чистой водой и моющим средством. Из второго ведра очищенных от субстрата насекомых помещают в морилки или в тару со спиртом.

Крупные трупы животных осматривают, собирая вновь прилетающих падальщиков; периодически субстрат приходится переворачивать и собирать насекомых, укрывающихся под ним.

**7. Околоводные местообитания и иные участки с обнаженным субстратом или разреженной растительностью** (огороды, свежие отвалы горнодобывающих разработок, участки строительства) удобны для визуального обнаружения передвигающихся по поверхности почвы членистоногих. Кроме того, участки обнаженного субстрата могут быть привлекательны для беспозвоночных, поскольку хорошо прогреваются. Берега рек особенно богаты членистоногими в силу их экотонного характера, наличия влажных участков, дополнительного притока органического вещества, а также как естественные пути миграций. При обследовании местообитаний с обнаженным субстратом следует отдельно учитывать оби-

тателей участков с разным механическим составом субстрата (галькой, песком, глиной, илом и другими), режимом и степенью увлажнения, зачастую заселяемых различными группами беспозвоночных. Участок внимательно осматривают и собирают членистоногих эксгаустером. Для захвата некоторых перемещающихся на большие расстояния беспозвоночных (например, жуков-скакунов) удобен сачок. Такие учеты требуют быстроты реакции. Дополнительно беспозвоночных можно выгонять из субстрата, заливая его водой и слегка притаптывая. Прием особенно перспективен для выявления видов пауков-волков (Lycosidae), клопов-прибрежников (Saldidae), жужилиц (Carabidae), стафилинов (Staphylinidae). Число учтенных особей можно пересчитать на единицу площади, применяя квадрат со сторонами 0,5 м, что позволяет считать этот метод количественным (хотя о выявлении всех особей говорить не приходится). Наиболее результативны учеты околоводных беспозвоночных в весеннее время по окончании паводка до зарастания обнаженных поверхностей. Очень продуктивно по берегам водных объектов или на участках с разреженной растительностью раскладывать небольшие стожки из свежескошенной травы. Затем стожок слегка притаптывают и оставляют на несколько дней. После этого сено поднимают и с почвы быстро собирают скопившихся в этом укрытии беспозвоночных (лучше два сборщика). Нелишним будет и слегка протрясти поднятое сено (подгнившую траву) на расстеленное светлое полотно, высыпав скрывшихся в нем беспозвоночных.

**8. Водные объекты.** Учет *гидробионтов* (водных беспозвоночных) детально описан как в энтомологической, так и в гидробиологической литературе. Для ведения кадастра ООПТ обычно изучаются моллюски, ракообразные и насекомые, которые держатся на поверхности воды, на растениях, дне и подводных предметах. На ООПТ регионального значения наиболее распространены небольшие водотоки, временные лужи и малые пруды. Основным инструментом является *гидробиологический сачок*, с помощью которого собирают животных в зарослях водных растений и других укрытиях. Для разбора содержимого сачка в поле следует предусмотреть кусок полиэтилена или светлую клеенку. При обследовании памятников природы гидрологического профиля потребуется более сложное гидробиологическое оборудование. Перед проведением учетов следует ознакомиться с техникой и разнообразием основных групп организмов [Чертопруд, 2005; Методы полевых экологических исследований, 2014]. Методики учета отдельных систематических групп описаны в «Определителе пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» [1994–2004]. Население гидробионтов отличается достаточно высокой стабильностью в течение сезона, однако следует планировать не менее двух обследований в год (например, для выявления весенней фауны и летне-осенние учеты для сбора имаго некоторых насекомых).

### **Трудоемкость ручного сбора**

Затраты времени на ручной сбор крайне варьируют в зависимости от особенностей местообитания, целевых таксонов, сезона исследования и квалификации сборщика. На один участок местообитания (пробную площадь) следует планировать не менее 2 часов работы двух исследователей (4 человеко-часа). Время, необходимое для обследования биотопа, зависит от сложности и мозаичности его структуры, разнообразия растительности, богатства почвы.

Как показывает наш многолетний опыт, сочетание различных способов ручного сбора и метода укосов (см. ниже), несмотря на значительную трудоемкость, при условии охвата сборами всех сезонов дает достаточно полную картину локальной фауны.

### 4.3. Кошение энтомологическим сачком (укосы)

**Целевое назначение.** Кошение энтомологическим сачком предназначено для выявления обитателей травостоя (*хортобионтов*), особенно имеющих покровительственную окраску, которые незаметны другим способом. Также выявляются имаго ксилобионтных, почвенных, водных насекомых, которые проходят дополнительное питание на цветках или используют травянистые растения для отдыха во время перемещений. Количество учтенных особей нормируется на число взмахов сачка, однако обоснованной методики пересчета этих данных в показатели плотности не существует, такой пересчет представляется маловероятным, учитывая зависимость вероятности попадания животного в сачок от множества факторов. Поэтому кошение остается методом учета относительного обилия, пригодным для сравнения пробных площадей и периодов времени (суточной, сезонной динамики) при идентичности техники. Кошение применимо как для стационарных, так и для маршрутных учетов; чаще всего используется для травяных экосистем, но целесообразно и в лесах с развитым травяно-кустарничковым ярусом.

**Принцип действия.** Сбор беспозвоночных методом кошения основан на сбивании беспозвоночных с травянистых растений ударом обруча сачка по травостою и их попадании в мешок сачка, в котором они легко обнаруживаются визуально и из которого выбираются исследователем (рис. 10).

**Техника.** Энтомологические сачки для кошения имеются в продаже или могут быть изготовлены самостоятельно. Существует обширная литература, посвященная конструкциям и изготовлению энтомологических сачков, от классических руководств «для юного энтомолога» до солидных современных обзоров [Плавильщиков, Кузнецов, 1952; Мариковский, 1969; Фасулати, 1971; Цуриков, Цуриков, 2001; Голуб и др., 2012 и т.д.]. Из множества конструкций нам наиболее удобными для транспортировки оказались съемные сачки (диаметром 33 см и длиной мешка 60 см), с винтом для прикрепления к телескопической рукоятки (1,5–1,7 м) либо прикрепляемые короткой трубкой к деревянной рукоятке (ее можно изготовить из стволика лещины или другого многочисленного и быстро растущего древесного растения). Складные обручи сачка обычно ненадежны. Детали кошения зависят от целевой группы, особенностей местообитания, сезона, погоды. Важно избежать распугивания насекомых, поэтому идти нужно так, чтобы тень сборщика падала не перед ним, и не «косить» по тому маршруту, где недавно прошли люди. Сачок следует использовать так, чтобы обеспечить максимальное соприкосновение его отверстия с травостоем и попадание беспозвоночных в мешок и в то же время избежать выпадения его содержимого на поверхность почвы. Глубина погружения сачка в травостой зависит от условий исследования и густоты растений. В начале процедуры сборщик максимально отводит сачок в левую сторону, опускает в травостой и резким взмахом перемещает в травостое сачок вправо на 180 градусов, затем делает шаг вперед и взмах на 180 градусов влево (сачок возвращается в исходную точку, смещенную на шаг, поэтому описываемая им фигура иногда именуется «восьмеркой»). Такая последовательность действий считается одним взмахом. Выемка материала из мешка сачка осуществляется обычно не реже, чем через 25 взмахов (при сборе особо подвижных насекомых, высокой активности хортобионтов и во влажном травостое – чаще). Практикуют два способа выемки: 1) выборка беспозвоночных на месте с помощью эксгаустера и комплекта морилок. Желательно осуществлять двум сборщикам. Многие насекомые, попадающие в сачок, очень проворны, поэтому необходимо раскрывать сачок осторожно и быстро собирать всех животных, начиная с самых подвижных; 2) пересыпание содержимого мешка в пакет, замаривание эфиром (или дихлофосом) и последующий разбор в лаборатории. Выбор двух способов осуществляется в зависимости от времени на по-



левые работы и полноты охвата групп. При кошении необходимо соблюдать осторожность, чтобы не порвать мешок сачка об острые предметы, находящиеся в травостое (например, проволоку, нередко встречающуюся в населенных пунктах и окрестностях), или колочие кустарники.

**Время учетов.** Во избежание порчи собранных беспозвоночных и сачка кошение следует производить по сухой траве, кроме специальных случаев (суточных учетов, сбора моллюсков, которые поднимаются в травостой при высокой влажности, и т.д.). В ветреную погоду и при низких температурах в травостое держится меньше беспозвоночных. Однако в жаркое время активность беспозвоночных слишком велика, их труднее поймать. Наиболее благоприятны вечерние часы, когда остаются активные днем насекомые и поднимаются в травостой виды, проводящие день в нижних ярусах. Состав обитателей травостоя подвержен очень сильным изменениям по сезонам, поэтому необходимо не менее трех учетов за год: в мае – июне, когда активны зимовавшие имаго многих жуков; в середине лета, когда наблюдается максимум активности клопов, равнокрылых и жуков с несколькими генерациями; в августе, когда активны имаго насекомых, зимующих на стадии яйца и дающих одну генерацию в год (большинство прямокрылых).

#### **Трудоёмкость и квалификация исполнителей**

Технику кошения можно освоить на основе инструкции непосредственно перед сбором материала. Выборка беспозвоночных из сачка требует навыка узнавания беспозвоночных, поэтому желательно участие в укосах опытного сборщика. Примерные трудозатраты указаны в табл. 4.1.

*Таблица 4.1.* Примерные трудозатраты на учет беспозвоночных методом энтомологического кошения (на 1 выборку 100 взмахов)

<b>Операция</b>	<b>Трудозатраты</b>
Сбор материала методом энтомологического кошения (кошение, ручная выборка беспозвоночных из сачка)	1 час (весна) – 2 часа (лето – осень с обилием семян растений)
Разбор пробы: сортировка и подсчет числа особей на уровне семейства, распознавание фоновых видов, размещение в емкости для последующего определения специалистами	1 час

*Таблица 4.2.* Оборудование и расходные материалы на один учет методом энтомологического кошения

<b>Наименование</b>	<b>Количество</b>
Сачок энтомологический	1 шт.
Экстаустер	1 шт.
Сборные емкости для экстаустера	2 шт.
Влажная морилка	1 шт.
Сухая морилка	1 шт.
Спирт этиловый	50 мл
Этилацетат	10 мл

#### 4.4. Почвенные ловушки

**Целевое назначение.** Почвенные ловушки (pitfall trap) традиционно являются основным методом учета активно перемещающихся по поверхности почвы беспозвоночных, используются также для сбора позвоночных [Алексеев и др., 1998; Southwood, Henderson, 2009]. Во многих публикациях эти ловушки обозначаются также как ловушки Барбера, однако более корректно рассматривать ловушки Барбера как модификацию почвенных ловушек для сбора обитателей пещер. Как показано выше, эффективность почвенных ловушек по сравнению с ручным сбором активно дискутируется, однако почвенные ловушки остаются основным методом учета крупных и активных в ночное время беспозвоночных, позволяющим сравнить пробные площади, проследить сезонную динамику, выявить тесноту связи вида с местообитанием, а также предоставляющим количественно наиболее обильный зоологический материал. Как показывает опыт многочисленных исследователей, по полноте выявления фауны этот метод превосходит другие методы учета напочвенных животных и нивелирует различия в обилии, вызванные суточной и сезонной динамикой [Количественные методы..., 1987]. Избирательность сборов почвенными ловушками различных экологических и таксономических групп неодинаковая, что связано со многими чертами биологии конкретных таксономических групп и видов. Для целого ряда почвенных и напочвенных членистоногих это один из наиболее уловистых и «универсальных» методов, особенно для пауков, жуков – жужелиц, стафилинид – и некоторых других *герпетобионтов* (беспозвоночных, активных на поверхности почвы, среди растительных остатков).

**Принцип действия.** Метод основан на прерывании перемещения животного по поверхности почвы (субстрата) путем его падения в ловчую емкость, которой является зарытый в почву по самую горловину цилиндр или конус.

#### Техника работы

**Правила, общие для разных вариантов метода.** Ловчая емкость зарывается в землю так, чтобы ее края находились вровень с поверхностью земли (рис. 11). Основным условием результативного функционирования ловушек является возможность беспрепятственного движения беспозвоночного, поэтому необходимо обеспечить отсутствие щелей на пути попадания беспозвоночного в нее. Для мелких беспозвоночных такие «мелочи», как выступающий над почвой край ловушки или щель между почвой и стаканом в 2–3 мм, могут явиться серьезным препятствием. Почва (субстрат) со временем оседает, поэтому около краев ловушки ее следует слегка уплотнить. Недопустимо заделывать щели возле краев комками глинистой почвы, мхом и другим материалом, который деформируется и вновь даст щель. В то же время следует избегать излишнего углубления ловчей емкости, так как иначе почва будет обваливаться и загрязнять ее.

Важным условием эффективного функционирования ловушки является ее защита от заливания водой. Поэтому горловина ловушки с прилегающей к ее краям уплотненной почвой должна быть несколько выше окружающей поверхности почвы, так, чтобы вода по поверхности почвы не стекала в нее. С этой же целью над почвенной ловушкой устанавливается навес. Его задача – защищать ловушку от осадков, которые, помимо переполнения ее водой, еще выбивают почву вокруг горловины и загрязняют внутреннюю поверхность стенок ловушки каплями с мелкими частицами почвы, которые, засыхая, делают эту поверхность шершавой и тем самым удобной для лазания мелких членистоногих. В результате многие мелкие членистоногие легко выбираются

по такой загрязненной стенке из ловушки. Зачастую из-за таких мелочей происходит недоучет или полное отсутствие в ловушках многих мелких членистоногих, которые в обилии встречаются в этом же биотопе при ручном сборе или в почвенных пробах.

Существует множество вариантов почвенных ловушек, которые имеют свои преимущества и недостатки. Основное условие корректного сравнения местообитаний – одинаковая методика. Ниже обсуждаются основные варианты различных параметров учета при помощи почвенных ловушек.

**Количество ловчих емкостей.** Чаще всего в одном местообитании экспонируют 10 почвенных ловушек, хотя для сложных исследований рекомендуется большее их число [Количественные методы..., 1987]. При этом общеизвестно, что с увеличением числа ловушек прибавляются виды (см. главу 1), однако форма кривой накопления зависит от видовой насыщенности сообщества и структурных особенностей местообитания [Алексеев, 1988]. В наиболее близком к климаксу типе экосистем средней полосы – широколиственном лесу – установлено, что для выявления видового состава жужелиц – одной из самых больших по видовому разнообразию и численному обилию групп – необходимо использовать 30 почвенных ловушек: в этом случае выявляется 75 % всего списка видов, учитываемых данным методом, и 90 % видов, обнаруживаемых в количестве более 2 экз. за вегетационный период [Алексеев, Алексанов, 2017]. Примечательно, что сходный результат – 25–30 ловушек – получен и при исследовании данной группы насекомых в тропиках [Vennila, Rajagopal, 1999]. Вопрос о необходимом числе ловчих емкостей при сочетании почвенных ловушек с другими методами остается открытым.

В каждом биотопе в зависимости от его величины и парцеллярного разнообразия в соответствии с пространственными в отечественной литературе подходами [Алексеев, 1988; Грюнталь, 2008; Дедюхин, 2011] устанавливалось от 10 до 30 ловушек. Расстояние между ловушками определяется в зависимости от площади биотопа и задач исследования.

**Размещение ловчих емкостей** осуществляется тремя способами: случайным, в виде сетки с определенным расстоянием между ловушками, трансектой (в линию). Учитывая, что случайное размещение в полевых исследованиях трудно обеспечить, можно рекомендовать регулярное размещение ловушек в виде сетки для обеспечения равномерного охвата участка местообитания. Для больших однородных массивов можно рекомендовать установку ловушек в линию (минимизирует воздействие на учеты при проверке ловушек). Расстояние между ловушками зависит от программы исследования, размеров и однородности исследуемого биотопа или пробной площади, но обычно составляет около 10 м [Woodcock, 2005]. Близкое расположение ловушек (ближе 10 м друг от друга) допустимо лишь при изучении небольших по площади биотопов или парцелл. Во избежание опущенного эффекта линии ловушек следует устанавливать не ближе 50–100 м от соседнего биотопа. Это предотвратит попадание многочисленных «гостей» с соседних биотопов, что создает путаницу при определении «верности» представителей фауны данному биотопу. Первую и последнюю ловушки желательно маркировать понятными и заметными только учетчику метками. Это позволит избежать непродуктивных поисков «пропавших» ловушек. Иногда на навесах есть смысл ставить маркером номера ловушек.

**Типы ловчих емкостей.** Существует множество вариантов разных конструкций почвенных ловушек, часто изготовленных из «подручных» средств, типа пустых упаковок Tetra Pak, металлических консервных или стеклянных банок и т.п. В бывшем СССР широко применялись для почвенных ловушек стеклянные банки объемом 0,5–1,0 л. Сейчас им на смену пришли пластиковые стаканы, чаще объемом 0,5 л. Диаметр гор-

ловины таких стаканов близок к диаметру горловины стеклянных банок (около 75 мм). При испытании разных типов ловчих емкостей в широколиственном лесу в условиях Калужской области установлено, что пластиковые стаканы обеспечивают не худшую результативность по сравнению с другими типами ловчих емкостей [Алексеев и др., 1998; Алексеев, Алексанов, 2017]. Поэтому можно рекомендовать применять прозрачные пластиковые стаканы объемом 0,5 л, поскольку они наиболее доступны и удобны в обращении. Пластик следует выбирать прочный, трудноразлагаемый и достаточно толстый. В то же время в хорошо прогреваемых открытых биотопах, где фиксатор в стаканчиках очень быстро испаряется, целесообразно использовать цилиндры из обрезанных в верхней части пластиковых бутылок объемом 1,5–2,0 л (диаметр горловины – также 75 мм).

**Фиксирующая жидкость.** Ловчие емкости можно экспонировать пустыми или с фиксирующей жидкостью. Первый вариант позволяет собирать животных живыми, но при этом требует ежедневной проверки (кроме того, многие виды легко уходят из пустых ловушек), поэтому в практике мониторинговых исследований может использоваться ограниченно (например, при изучении отдельных редких видов). В этом случае на дно ловчей емкости помещают листву и другой материал, разделяющий животных друг от друга и дающий им временное укрытие. В большинстве случаев в ловчие емкости заливается жидкость, предотвращающая уход беспозвоночных и их гниение. Спектр фиксирующих жидкостей достаточно широк [Woodcock, 2005]. Так, в качестве фиксатора применяют растворы в воде стирального порошка, моющего средства для посуды, поваренной соли, лимонной кислоты, иногда применяют уксус, вино, пиво. Но такие наполнители быстро портятся и требуют частой выборки материала и замены фиксатора. Протухший материал привлекает огромное количество падальных жуков (*Silphidae*, *Histeridae*), мух (*Calliphoridae*) и других некробионтов, которые иногда доверху заполняют ловушки. Пахучие ловушки, кроме того, очень часто портятся крупными позвоночными. Такие «временные» фиксаторы заливают только в походных условиях, когда ловушки устанавливаются на один – три дня. Широко применяется также 3–5%-й раствор этиленгликоля, однако менять такой раствор в ловушке надо не реже, чем раз в неделю. Поэтому в отечественных исследованиях чаще всего используют 2–4%-й формалин. Формалин обладает хорошими консервирующими свойствами и относительно устойчив к разбавлению водой и биологическим материалом [Количественные методы..., 1987], поэтому при средней наполненности ловчей емкости сохранность материала обеспечивается при смене (добавлении) раствора один раз в 2–4 недели. В частности, формалин обеспечивает сохранность гонад, что позволяет использовать материал для анализа демографических спектров [Matalin, Makarov, 2011], в отличие от других фиксаторов [Sasakawa, 2007]. Избирательная привлекательность формалина для беспозвоночных неодинаково оценивается разными авторами [Тихомирова, 1975; Гиляров, 1987; Woodcock, 2015], однако аттрактивные свойства присущи и другим фиксаторам, и пустым ловушкам, в зависимости от попавших в них животных [Грюнталь, 2008]. Запах формалина, как правило, отпугивает большинство крупных позвоночных, портящих ловушки. Формалин обычно поступает в продажу в виде 37–40%-го раствора, а для заправки ловушек достаточно разбавить его водой в 10–20 раз. Главный недостаток формалина – собранные в него животные становятся жесткими, неэластичными. Но если исследование не преследует цели получить удобный для расправления и монтировки коллекционный материал либо материал для анализа ДНК, то формалин остается самым надежным и удобным фиксатором для почвенных ловушек. Вероятность ухода мелких беспозвоночных значительно уменьшается при добавлении детергента (моющего средства типа «Фейри»). Фиксирующей жидкостью ловушку следует заполнять примерно на 1/2 объема ловчей емкости.

**Навесы для защиты от осадков.** Можно рекомендовать применение навесов из прозрачной, желателно армированной, полиэтиленовой пленки с металлическим каркасом из оцинкованной проволоки сечением в 2 мм (рис. 11). Такой навес дешевле в изготовлении, быстро устанавливается в полевых условиях, а также меньше по сравнению с другими конструкциями меняет условия среды около ловушки, привлекая или отпугивая беспозвоночных. Навес устанавливается на высоте примерно 4–5 см над поверхностью горловины ловчей емкости под небольшим углом, направляющим сток осадков в сторону от горловины. Если работы ведутся в посещаемых людьми местах, то навесы следует изготавливать из материалов защитного, маскировочного цвета. Это уберезит ловушки от разрушения «любопытствующей публикой».

**Техника установки ловушки.** Для рытья ямы в зависимости от условий используется садовая лопата, саперная лопатка или совок. Когда яма готова, в нее ставятся два стакана, оставшаяся часть ямы засыпается, вынимается верхний стакан, окончательно подравниваются края, заливается фиксатор и ставится навес.

**Продолжительность экспонирования** ловушек зависит от цели исследования. Если планируется относительно полная инвентаризация, то экспонировать ловушки необходимо в течение всего вегетационного периода (примерно с апреля до октября в средней полосе России), или «от снега до снега». Часть членистоногих начинает поверхностную активность сразу, как только началось весеннее таяние снега. Поэтому чем раньше установлены ловушки и позже сняты, тем более репрезентативными будут полученные результаты. Наибольшая активность большинства напочвенных беспозвоночных проявляется весной – в начале лета, поэтому есть практика сокращать учеты до 4 месяцев [Woodcock, 2005], однако преимущество уменьшения трудоемкости за счет исключения позднелетне-осеннего периода представляется менее существенным по сравнению с недостатком уменьшения полноты данных. Иногда применяются более короткие учеты – 28- и даже 10-дневные [Niemela, 1990], однако это адекватно только при сравнении мониторинговых площадей по очень небольшому числу показателей. Кроме того, такие краткосрочные учеты неадекватны реальной динамической плотности беспозвоночных, поскольку при установке ловушки наблюдается эффект повышенной уловистости вследствие изменений условий среды – *digging-in effect*, сохраняющийся обычно в течение первой недели [Woodcock, 2005]. Кроме того, следует принимать во внимание, что сезонная динамика является важной характеристикой сообществ и экосистем. Поэтому в целом практика сокращения сезона экспонирования ловушек не представляется продуктивной.

**Периодичность проверки ловушек.** Выборку материала следует осуществлять не реже, чем один раз в две недели. Если выборка проводится один раз за неделю или один раз за декаду, то полученные данные могут применяться для реконструкции жизненных циклов животных и выявления фенологических особенностей местообитаний, а также для установления корреляции поверхностной активности животных с погодой. Следует учитывать, что частое посещение ловушек вызывает вытаптывание прилегающей к ним территории, также оказывающее влияние на уловистость.

**Выемка материала из ловушек.** В большинстве руководств предполагается, что при каждой проверке ловчая емкость вынимается из земли, а ее содержимое фильтруется. На большинстве почв это означает повторную установку

ловушки. Другой вариант, обеспечивающий сохранность углубления для ловчей емкости при выемке материала, – вставлять стаканчики один в один, вынимая при выборке только верхний. Однако часто при вытаскивании стакана с материалом в оставшийся в почве стакан неизбежно падают частички грунта, что в дальнейшем приводит к увеличению выступания горловины ловушки над грунтом, заклиниванию стаканов между собой и в результате увеличивает расход времени и сил на выборку. В практике авторов лучше всего зарекомендовал себя способ извлечения материала вычерпыванием при помощи небольшого сачка, наподобие аквариумного (рис. 11). Сачок изготавливается из прочной металлической проволоки (желательно нержавеющей или с полимерным покрытием), диаметр такой, чтобы сачок проходил по дну стакана. Мешок шьется из прочной мелкоячеистой сетки (тюля). В ходе выборки материала содержимое ловчей емкости интенсивными движениями взбалтывается, зачерпывается сачком и после стекания основного объема жидкости высыпается в емкость для перевозки материала. Высыпая материал из сачка в емкость, необходимо остерегаться потери пойманных особей за пределы емкости, поэтому диаметр ее горла должен превосходить диаметр сачка, высота емкости также должна быть достаточно большой по сравнению с длиной мешка сачка. Осуществляя выборку из ловушек, необходимо избегать попадания брызг формалина в глаза (чтобы можно было быстро промыть глаза при случайном попадании формалина, нужно иметь при себе бутылку чистой воды). Для защиты рук от формалина можно использовать перчатки. Перед выемкой материала предварительно следует очистить внутренние стенки над жидкостью и подровнять края ловушки вровень с окружающей почвой. После выемки материала при необходимости в ловушку добавляется свежий раствор формалина. В случае переполнения стакана ловушки дождевой водой следует фиксирующую жидкость в ловушке полностью заменить свежим раствором; в противном случае жидкость в ловушке протухнет и материал будет гнить; такая ловушка подлежит замене и не должна учитываться при подсчете относительного обилия животных.

**Емкости для перевозки материала** желательно использовать пластиковые прозрачные с плотно закрывающейся крышкой (как используют для хранения пищевых продуктов). Объем емкости зависит от числа ловушек, продолжительности экспонирования и особенностей экосистемы, но чаще всего применяются емкости 0,25–0,5 л (в периоды повышенной уловистости животных – 1 л). Емкости с малым диаметром и высотой неудобны для встряхивания материала из сачка, поэтому при их использовании необходимо иметь как минимум одну глубокую емкость для сбора материала из сачка, а для транспортировки и хранения материал можно переливать в более мелкие емкости.

**Камеральный разбор** собранного материала рассматривается ниже в отдельном параграфе. Разбор проб может осуществляться также неспециалистами, но обязательно под контролем опытного исследователя.

### **Трудоемкость и квалификация исполнителей**

Полевые работы проводятся двумя сборщиками. К установке и обслуживанию ловушек могут привлекаться неспециалисты, для которых требуется контроль со стороны более опытного сборщика. Примерные трудозатраты приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Примерные трудозатраты на учет беспозвоночных при помощи почвенных ловушек на один биотоп за сезон

Операция	Трудозатраты чистого времени в минутах	
	на ловушку	на местообитание
Установка ловушки: закапывание ловчей емкости в почву, выравнивание краев ловушки, заливка фиксирующей жидкости, установка навеса	10 мин. (до 20–25 мин. на тяжелых грунтах, каменных почвах, лугах с плотной дерновиной, с близкой грунтовой водой, на кочкарных болотах)	10 мин. × 30 шт. = 300 мин.  Для малых участков местообитаний: 10 мин. × 15 шт. = 150 мин.
Выборка материала из ловушки (вычерпывание при помощи сачка, долив фиксатора, подравнивание краев, упаковка материала для транспортировки)	2–3 мин. (до 10 мин. при замене фиксатора или ремонте поврежденной ловушки)	4 мин. × 30 шт. × 13 раз + 15 мин. × 13 раз = 1935 мин.  Для малых участков местообитаний: 4 мин. × 15 шт. × 13 раз + 15 мин. × 13 раз = 975 мин.
Правка поврежденных ловушек (из расчета повреждения в среднем 1 ловушки за 14 дней)	5 мин. × 12 раз = 60 мин.	
	5 мин. × 8 раз = 40 мин.	
Разбор пробы: сортировка и подсчет числа особей на уровне отряда (жесткокрылых – до семейства), распознавание фоновых видов, размещение в емкости для последующего определения специалистами	420 мин. × 13 раз = 5460 мин. (скорость разборки нелинейно зависит от квалификации разборщика)	
	240 мин. × 13 раз = 3120 мин.	
Итого	130 часов чистого рабочего времени за полевой сезон	

#### Оборудование и материалы (на 1 местообитание)

Материальное обеспечение учета указано в табл. 4.4. Пояснения относительно материалов для камеральной обработки даны в п. 5.9.

Таблица 4.4. Примерный перечень оборудования для учета беспозвоночных при помощи почвенных ловушек на одной пробной площади за сезон

(начало)

Наименование	Количество
Пластиковые стаканы, 0,5 л	35 шт.
Формалин, 36–40 %	3–5 л
Детергент (моющее средство без абразива и гелей)	1 флакон – 250 мл
Спирт этиловый, 96°	1600 мл

Таблица 4.4. Примерный перечень оборудования для учета беспозвоночных при помощи почвенных ловушек на одной пробной площади за сезон

(окончание)

Наименование	Количество
Пробирки пластиковые с защелкивающейся крышкой, 5 мл, 7 мл, 10 мл	80–100 шт.
Пластиковые емкости для хранения пробирок (банки с завинчивающейся крышкой), примерно по 0,75–1,0 л	5 шт.
Пластиковые емкости с плотно закрывающейся крышкой, 0,5 л	15 шт.
Навес из полиэтиленовой армированной пленки с проволочным каркасом	35 шт. (на изготовление 1 навеса – 10 мин.)
Сачок для выемки материала из ловушки	1 шт. (на изготовление – 1 час)
Пинцет	2 шт.
Кювета (30×50×7 см, внутри белый) для разборки проб	1 шт.
Сито, размер ячейки 0,5 мм для промывки проб	1 шт.
Чашки Петри или иные мелкие емкости для сортировки беспозвоночных	10 шт.
Пакет с замком (zip-lock) 4×6 см (для этикеток)	50 шт.
Вода (водопроводная)	10 л на 1 пробу

Для изготовления, установки почвенных ловушек и выборки из них достаточно специалиста и помощника-рабочего или волонтеров (юннатов, студентов). Для разборки и перефиксации материала в ходе камеральной обработки также возможно привлечение помощников, но исключительно под руководством квалифицированного энтомолога.

#### 4.5. Оконные, или барьерно-вороночные ловушки

В литературе используется три названия этого типа ловушек: «оконные» (window traps), «барьерно-вороночные» и «барьерные». Второе и третье названия, вероятно, связаны с наименованием лесопатологических феромонных ловушек «Барьер». В данной работе мы пользуемся приоритетным названием «оконные ловушки», поскольку принцип работы ловушек не изменился с заменой барьеров из стекла на полиэтиленовые или другие пластиковые барьеры, а термин «барьерные ловушки» используется в литературе также для обозначения других ловушек, прерывающих перемещение насекомых (в частности, пешие миграции).

**Целевое назначение:** сбор активно летающих насекомых различных отрядов, особенно связанных с деревьями, грибами, быстро разлагающимися субстратами, активно мигрирующих [Grytnes et al., 1999; Leather, 2008; Sverdrup-Thygeson & Birkemoe, 2009].

**Принцип действия:** метод основан на прерывании полета насекомого посредством удара о прозрачный барьер и его падении в ловчую емкость.



## Техника работы

**1. Конструкция ловушки.** Оконные ловушки активно обсуждаются, начиная с последней четверти XX века [Hines, Heikkenen, 1977; Wilkening et al., 1981; Самков, Чернышев, 1983]. Чаще всего описываются ловушки с барьером из стекла с лотком в виде вытянутой емкости [Southwood, Henderson, 2009; Дедюхин, 2011; Голуб и др., 2012; Методы полевых экологических исследований, 2014 и др.].

В нашей практике применяются самодельные ловушки из прозрачной полиэтиленовой пленки, на проволочном каркасе, состоящие из пересекающихся под прямым углом крест-накрест лопастей, конуса и пластикового стакана. Наша конструкция близка к феромонным ловушкам для короледа-типографа «Барьер-500», отличается от последних армированием по периметру лопастей из полиэтиленовой пленки и навесом для защиты от осадков (рис. 12). Такая ловушка относительно легко собирается и разбирается, транспортируется, неопасна в работе, долговечна (выдерживает несколько полевых сезонов) и позволяет получить хорошие сборы. Ловушка транспортируется в виде деталей, а на месте навес, лопасти и конус соединяются между собой проволокой или скрепками, ловушка крепится на дереве или на «треноге», в горловину конуса вешается стакан, в который заливается фиксатор. Во избежание переполнения стакана водой во время ливней в его верхней части следует делать небольшие прорезы.

Недавно предложена по сути комбинирующая принцип действия классической оконной ловушки и ловушки Малеза ловушка с дополнительной верхней ловчей емкостью для сбора насекомых, взлетающих при ударе о барьер [Knuff et al., 2019]. Показано, что в верхнюю емкость лучше ловятся двукрылые, перепончатокрылые, чешуекрылые, сетчатокрылые.

**2. Размещение ловушки.** Зависит от цели исследования, особенностей местообитания, подлежащих учету таксонов, местных условий рельефа и погоды. Собранные на месте оконные ловушки подвешиваются на деревьях, шестах или «треногах» на высоте 1,5–2,0 м (доступной для обслуживания). В зависимости от цели исследования оконные ловушки можно вешать и выше, например, в кронах деревьев. Учитывая высокую «парусность» ловушек, их следует укреплять от ветра растяжками. При размещении в старовозрастных лесах не стоит вешать ловушки под деревьями, с которых велика вероятность падения сухих крупных веток во время сильных ветров. Это уберезит их и собираемый ими материал от порчи.

**3. Количество и расстояние между ловушками.** Определяется целью исследования. Если необходимо определить фауну и сезонность лёта летающих насекомых в данном биотопе, то ловушки следует размещать равномерно по всей обследуемой территории. Для этого обычно развешивается 15–20 ловушек. Если мы стараемся отловить как можно больше видов ксило- и дендробионтов, то ловушки вешаются максимально близко к исследуемым деревьям или валежнику. В таких случаях для полноты исследования выкладываются «ловчие» деревья по три дерева исследуемого вида или ловчие кучи порубочного материала из веток и стволов [Фасулати, 1971]. Вокруг каждого дерева плотную развешивается максимально возможное число ловушек, но обычно не более 10 вокруг ловчего дерева. Целесообразно проводить многолетнее исследование заселения ловчих деревьев по мере их разложения дендро-ксилобионтами.

**4. Время экспонирования ловушек.** Учитывая, что лёт разных видов насекомых происходит в разное время, оконные ловушки следует экспонировать «от снега до снега». Более того, ряд дендробионтных видов, например некоторые блестянки (Nitidulidae), монотомиды (Monotomidae), короеды (Scolytinae) и

другие жуки, начинают свой весенний лёт, когда еще в лесах лежит снег, лишь только вокруг деревьев появляются первые проталины, а стволы деревьев начинают прогреваться с южной стороны. Это следует учитывать при выборе сроков для развешивания оконных ловушек.

**5. Обслуживание ловушки.** В качестве фиксатора в стакан наливается 2–4%-й формалин, обязательно с детергентом (примерно 5 мл на 5 л раствора формалина). Проверка ловушки осуществляется не реже одного раза в две недели, а также после экстремальных осадков и ветров, когда высока вероятность повреждения или засорения ловушек. При проверке стакан снимается, его содержимое фильтруется через сито, улов помещается в емкость для перевозки материала (желательно пластиковые прозрачные емкости с плотно закрывающейся крышкой), а фиксирующая жидкость заливается обратно в стакан (если она не загрязнена и не разбавлена водой). Лопастни и конус ловушки очищаются от листьев, мусора, паутины. При необходимости добавляется фиксатор, и стакан ставится на место. Для выявления зависимости лётной активности различных насекомых от погодных условий и времени суток ловушки можно проверять каждый час. Но обычно такая задача при паспортизации, инвентаризации и мониторинге фауны ООПТ не ставится.

#### **Трудоёмкость и квалификация исполнителей**

Для изготовления, установки оконных ловушек и выборки из них достаточно специалиста и помощника-рабочего или волонтеров (юннатов, студентов). Для разборки и перефиксации материала при камеральной обработке также возможно привлечение помощников, но обязательно под контролем и руководством квалифицированного энтомолога. Примерные затраты времени указаны в табл. 4.5, перечень оборудования – в табл. 4.6.

*Таблица 4.5. Примерные трудозатраты на учет беспозвоночных при помощи оконных ловушек в одном местообитании за сезон*

<b>Операция</b>	<b>Затраты времени</b>
Установка ловушек (20 шт., включая изготовление опор и растяжек для ловушек)	16 чел./час (8 часов при работе в паре)
Выборка (с учетом текущего ремонта, замены фиксатора, очистки лопастей)	2 часа × 13 раз = 26 часов
Разбор пробы: сортировка и подсчет числа особей на уровне отряда (жесткокрылых – до семейства), размещение в емкости для последующего определения специалистами	от 1,5 до 24 часов в зависимости от интенсивности лёта насекомых и квалификации разборщика; за сезон 10 часов × 13 раз = 130 часов
<b>Итого</b>	164 часа за сезон на один биотоп

## Оборудование и расходные материалы

Таблица 4.6. Оборудование и материалы для учета беспозвоночных при помощи оконных ловушек в одном местообитании

Наименование	Количество
Ловушка оконная (армированный полиэтилен или другой прозрачный пластик; оцинкованная проволока сечением 3 мм, медные гильзы для соединения проволоки, скрепки для степлера, скрепки канцелярские). Инструменты для изготовления ловушки	20 шт. (на изготовление необходимого количества – от 12 до 24 часов, 2 человека)
Инструмент для установки ловушек: бензопила, ножовка садовая, топор, нож, плоскогубцы, гвозди, шпагат, скотч	по 1 шт.
Сито, размер ячейки не более 0,5 мм	1 шт.
Спирт этиловый, 96°	600 мл
Пробирки пластиковые с защелкивающейся крышкой объемом 1,5–2,5–5–7–10 мл	80 шт.
Пластиковые емкости с плотно закрывающейся крышкой, 0,5 л	13 шт.
Пинцеты	2 шт.
Кювета (30×50×7 см, дно белое) для разборки проб	1 шт.
Чашки Петри или иные мелкие емкости для сортировки беспозвоночных	10 шт.
Пакеты с замком (zip-lock) 4×6 мм для этикеток	50 шт.

### 4.6. Лов на свет и светоловушки

**Целевое назначение:** выявление летающих в ночное время насекомых (некоторые виды пеших мигрантов также привлекаются). Особенно эффективен этот способ для чешуекрылых и жесткокрылых, многие из них другими методами не обнаруживаются. Сборы насекомых на свет важны не только для инвентаризации фауны, но и для изучения различных аспектов биологии и экологии видов – миграционных способностей, суточной активности, сезонной активности и жизненных циклов, зависимости активности от метеорологических факторов, что имеет значение как для сохранения редких, так и для ограничения численности хозяйственно значимых насекомых [Маталин, 1992, 1996; Zhang et al., 1997; Liu et al., 2007; Алексеев, Шаповал, 2011; Дубаголов, 2012 и другие]. В то же время, используя результаты учетов на свет при инвентаризации биоразнообразия конкретной территории, следует учитывать значительную дальность миграций насекомых. Как правило, результаты учета на свет можно применять для характеристики локальной фауны, хотя известны случаи привлечения дальних сезонных мигрантов, воспроизводство которых не связано с изучаемым ландшафтом [Чернышев, 1996]. Также следует иметь в виду, что оценка обилия насекомых при помощи этого метода весьма проблематична [Southwood, Henderson, 2009].

**Принцип действия:** основан на привлечении насекомых видимым и ультрафиолетовым светом (механизм этого посвящена обширная литература, краткий обзор можно посмотреть, например, здесь: Чернышев, 1996).

### **Техника работы**

**1. Источник света:** лампы, излучающие не только видимый, но и ультрафиолетовый свет (с длиной волны 400–100 нм). Это лампы белого и голубоватого цвета: лампы дневного света (свет в полдень) 4500–5500 К; люминесцентные лампы дневного света 5600–7000 К. На упаковках ламп обычно указывается цветовая температура в градусах по Кельвину (К). В настоящее время можно приобрести самые разные лампы бытового назначения: люминесцентные, «энергосберегающие», светодиодные, близкие по цветовой температуре к дневному свету. Но наиболее «уловистыми» являются лампы, излучающие не только видимый, но и невидимый нами (однако хорошо заметный насекомым) ультрафиолетовый (УФ) свет. Нами много лет с успехом применяются лампы в тепличных хозяйствах Foton Lighting E40 250 Вт 6400 К и аналоги. Хорошо себя зарекомендовали применяемые лампы ДРЛ 250 и ДРЛ 400 Вт. Они дают холодный свет. Более мощные (500–1000 Вт) лампы применять возможно, но при такой сильной освещенности многие насекомые садятся далеко от источника света и освещенного экрана, на окружающие растения и другие предметы, что затрудняет их обнаружение. Для светоловушек стоит применять менее мощные лампы – 50–150 Вт. Они лучше концентрируют насекомых, прилетающих к источнику света. В местах, где летом редко бывает яркое освещение (тенистых лесах, глубоких оврагах), хороший результат дают маломощные светодиодные лампы, работающие на автономных источниках питания (аккумуляторах, батареях).

В настоящее время появилось много новых источников света, пригодных для ловли насекомых (например, <https://entomon.ru/prochee-entomologicheskoe-oborudovanie/prisposobleniya-dlya-nochnogo-lova>, <http://naturaliste.ru/catalog/s15>).

**2. Выбор места лова на свет.** Учитывая относительно высокую трудоемкость метода, а также дальность привлечения насекомых, для одного участка ООПТ выбирается, как правило, одна точка лова на свет. По возможности это место не должно находиться вблизи других искусственных источников света. При выборе места необходимо обеспечить наилучшую видимость источника света насекомыми (непосредственно перед источником света не должно быть преграды в виде строений или стены леса, наиболее результативны учеты на расстоянии 100 м от лесного массива и дальше). Следует выбирать участки с наиболее высокими ночными температурами, хорошо прогреваемые днем, без ветровых коридоров. Очень результативными местами ночных ловов являются крупные лесные поляны, склоны долин, парковое редколесье, перекрестки просек в лесных массивах с хорошим обзором и т.п. При выборе мест лова на искусственные источники света следует обращать внимание на набор видимых от лампы окружающих биотопов и их флористическое разнообразие. Это в итоге дает понимание набора прилетевших на свет насекомых.

**3. Время лова на свет.** Наиболее результативны сборы при отсутствии или минимизации других источников света (при облачности, малом лунном освещении). Много зависит и от сезона лова и от предшествующих погодных условий. В целом насекомые лучше всего летят на свет с 22 до 24 часов [Голуб и др., 2012], однако некоторые чешуекрылые и жуки прилетают в более позднее время – до 2–3 часов ночи. Минимальная температура, результативная для сборов ночных летающих насекомых на свет, обычно начинается с 10–12 °С. Для разных экологических и

таксономических групп она разная. Некоторые чешуекрылые и водные жуки летят даже при температурах, близких к 0 °С. Но в целом наиболее массовый ночной лёт насекомых в условиях средней полосы начинается при 15–17 °С. Интенсивный лет наблюдается при ночных температурах более 20 °С, особенно в пасмурную, безветренную и безлунную ночь. Влияет на лёт насекомых и смена атмосферного давления [Чернышев, 1996].

#### **4. Техника работы при двух вариантах лова**

**Визуальный учет и ручной отлов.** Это наиболее результативный метод, который обеспечивает лучшую сохранность коллекционных образцов, а также позволяет не уничтожать многие особи, фотографируя их, однако отличается высокой трудоемкостью. Для ручного отлова необходимо обеспечить светлый фон за источником света (вертикальную поверхность), а также под и перед ним (горизонтальную поверхность). Для этого подходит белая материя (простыня), бумага, пленка. Захват насекомых осуществляют как при ручном сборе: жуков и других мелких насекомых – с помощью эксгаустера, бабочек стряхивают в морилку. Полезно иметь под рукой сачок для поимки крупных летающих бабочек. Важно не загораживать источник света, поэтому сборщик большую часть времени находится сбоку от него и подходит в те моменты, когда вблизи источника света скопилось достаточное количество насекомых. Некоторые насекомые садятся поодаль от источника света, поэтому время от времени следует обходить и осматривать более слабо освещенную окружающую территорию. Учитывая снижение внимания в процессе сбора, лов на свет рекомендуется проводить вдвоем. В настоящее время можно приобрести или изготовить самостоятельно очень удобные складные экраны для ловли насекомых на свет (например, <https://entomon.ru/prochee-entomologicheskoe-oborudovanie/prisposobleniya-dlya-nochnogo-lova>; <http://naturaliste.ru/catalog/s234>). Установка их занимает минимум времени, для них не нужно искать опоры для экрана, и работают они во все стороны.

При инвентаризации фауны на территориях населенных пунктов, где есть источники света, для привлечения насекомых следует применять мощные источники света, которые должны доминировать над остальными. Кроме того, нелишним будет сбор насекомых в местах, освещенных уже имеющимися источниками света.

**Светоловушки** изготавливаются разными способами, но всегда включают следующие элементы (рис. 13):

- источник света;
- сборную емкость;
- приспособления, облегчающие падение насекомых в сборную емкость.

В местах с неустойчивой погодой (дожди) обязательно применяются приспособления для защиты источника света и электрических соединений от дождя. Нелишним будет применение в светоловушках приспособления для автоматического включения и отключения источника света.

Если планируется проверять светоловушку не чаще, чем раз в 2–3 ночи, есть два варианта. Либо накопительная емкость должна содержать пропитанные ядом многочисленные укрытия для отловленных насекомых, в которых они быстро погибают и какое-то время не разлагаются (подсыхают), либо в сборную емкость наливается раствор консервирующей жидкости. Выбор состава – в зависимости от температуры и частоты проверки, аналогично оконным ловушкам (см. выше). М.Н. и С.Н. Цуриковыми [2001] предложен контейнер-накопитель, позволяющий собирать большинство насекомых живыми. Из такой ловушки надо выбирать материал ежедневно.

Тип сборной емкости и приспособления, облегчающие падение насекомых в нее, могут быть разными. Сейчас легко найти широкий ассортимент готовых светоловушек, но большинство из них – бытовые, предназначенные для уничтожения комаров, ос, мух и других «бытовых» насекомых (например, на сайтах <https://aerofrog.ru/>, <https://aliexpress.ru/>, <https://promberg.ru/>). Для инвентаризации фауны многие из таких ловушек не подходят. Наиболее приемлемы конструкции, описанные в классических энтомологических руководствах [Плавильщиков, Кузнецов, 1952; Фасулати, 1971]. Их довольно просто изготовить самим. В простейшем случае, при сборе насекомых у стены или окна здания, в качестве барьера может выступать сама стена здания, а в качестве сборной емкости – широкий, белый изнутри таз, заполненный фиксатором и расположенный прямо под лампой или прожектором. Для более результативного сбора нами используется модификация описанной выше оконной ловушки, в верхней части лопастей которой делается прорезь и вставляется лампа (рис. 13). Воронка изготавливается из темного материала. Вместо стакана под конусом ставится ведро или обрезанная 5-литровая бутылка с фиксирующей жидкостью с детергентом.

**Проверка ловушки** осуществляется обычно каждое утро, но есть приспособления для более редкой проверки. В местах невысокой уловистости проверять светоловушки можно раз в 7–15 дней. Если ночи достаточно теплые («уловистые»), то выбирать улов надо чаще во избежание переполнения и порчи нежных мелких чешуекрылых.

В «сухих» светоловушках с приемной емкостью с пропитанными ядом укрытиями выборка проводится не реже чем раз в три дня. Предварительно перед разборкой в емкость помещают вату с эфиром или брызгают дихлофосом, чтобы уморить оставшихся в живых насекомых. Затем содержимое вместе с укрытиями вытряхивают в заранее подготовленный полиэтиленовый мешок или пластиковое ведро с плотной крышкой. Ловушку заряжают новой порцией ядовитых укрытий, а улов транспортируют в лабораторию. Содержимое пакета высыпают в большую светлую кювету (лучше под тягой или в хорошо проветриваемом помещении) и разбирают. Из «мокрых» светоловушек содержимое сначала аккуратно сливают через мелкое сито, потом промывают чистой водой, дают стечь и подсушивают на фильтровальной бумаге или стопке газет. Затем в зависимости от задач и конкретного таксона монтируют на булавки, раскладывают на ватные матрасики или в пробирки.

### **Трудоёмкость и квалификация исполнителей**

Лов насекомых на свет – увлекательное занятие, популярное среди школьников и других любителей природы. Однако, чтобы минимизировать пропуск редких видов и избежать избыточного сбора массового материала, один из учетчиков должен иметь опыт энтомологических исследований. Примерные затраты времени указаны в табл. 4.7.

*Таблица 4.7. Примерные трудозатраты на лов насекомых на свет*

*(начало)*

<b>Наименование</b>	<b>Трудозатраты</b>
<i>Ручной отлов (на 1 учет)</i>	
Ночной сбор насекомых	6 часов × 2 чел.
Разбор материала ночного сбора (раскладывание на матрасики и в пробирки)	1–2 часа × 1 чел.

Таблица 4.7. Примерные трудозатраты на лов насекомых на свет

(окончание)

Наименование	Трудозатраты
<i>Отлов с помощью светоловушек</i>	
Изготовление светоловушки	от 8 до 16 часов
Установка светоловушки (монтаж на месте, в зависимости от конструкции)	от 1 до 2 часов × 1 чел.
Выборка материала из светоловушки	0,5 часа
Первичная камеральная обработка (в зависимости от наполнения ловушки)	
разборка для сушки	от 1 до 2 часов
сушка материала	около суток
разборка после подсушивания	от 1 до 8 часов
Подготовка: изготовление ватных матрасиков	1 шт. – 20 мин., на выборку – от 1 до 5 шт.

### Оборудование и материалы

Таблица 4.8. Оборудование и материалы для лова насекомых на свет

(начало)

Наименование	Количество
1. Для сбора беспозвоночных	
А. Ручной отлов	
Источник электроэнергии, 220 В	1 шт.
Лампа Foton Lighting E40 250 Вт 6400 К или аналоги // ДРЛ 250 и ДРЛ 400 Вт	минимум 2 шт. на сезон
Генератор (инверторный), на 0,8–1,0 кВт	1 шт.
Патрон с проводом, выключателем и вилкой	1 комплект
Удлинитель, 25–30 м, с сетевым фильтром на 4 розетки	1 шт.
Белая крепкая и легкая ткань (типа парашютного шелка)	2 × 4 м
Телескопические стойки или палаточные дуги для стоек	2 шт. по 2,5 м или 2 дуги по 4 м
Кольшки, оттяжки (шпагат), 6 м	12 шт.
Эксгаустер	2–3 шт.
Сменные емкости для эксгаустера	3 шт.
Сухая морилка	4 шт.

Таблица 4.8. Оборудование и материалы для лова насекомых на свет

(окончание)

Наименование	Количество
Влажная морилка	1–2 шт.
Спирт этиловый	100 мл
Этилацетат	20 мл
Фотоаппарат (для профессиональной макросъемки)	1 шт.
Фонарик (яркий, светодиодный)	1 шт.
Аккумуляторы АА Ni-Mh, емкость 2700 мА·ч	8 шт. на сезон
Б. Отлов с помощью светоловушки	
Светоловушка (разные модели)	1 шт.
Формалин, 36 %	3–5 л на сезон
Детергент	500 мл на сезон
Дихлофос (аэрозоль)	3 фл. на сезон
Сито	1 шт.
Пластиковые емкости для транспортировки материала, 5 л	1 шт.
2. Для первичной камеральной обработки	
Пинцет	2 шт.
Фильтровальная бумага или газеты	1 упаковка
Белый кювет, 40 × 50 см	1 шт.
Ватные матрасики, 12 × 18 см	1–5 шт. на 1 выборку
Пробирки с защелкивающейся крышкой	5 шт. на 1 выборку

#### 4.7. Приманки в учете беспозвоночных

**Целевое назначение:** выявление видового состава экологических групп беспозвоночных, которые плохо обнаруживаются при ручном сборе и «пассивными» ловушками; дополнение видовых списков многих таксонов беспозвоночных. Количество собранных при помощи приманок беспозвоночных в большей степени определяется их активностью в зависимости от биологических особенностей вида и условий среды, чем плотностью вида в природе, поэтому оценка обилия этим методом проблематична. Специфичность для конкретной группы и необходимость в целом более частого обслуживания ограничивает их применение при мониторинге, однако для инвентаризации некоторых групп они необходимы.

**Классификация приманок** может осуществляться по природе стимула: зрительные, запаховые, акустические, – а также по биологическому значению



моделируемого фактора (стимула): питание (падальные ловушки), размножение (феромонные ловушки), переживание неблагоприятных периодов (убежища).

Среди широко используемых приемов привлечения беспозвоночных, основанных на зрительных стимулах, можно назвать уже рассмотренный лов на свет, а также цветные ловушки Мёрике (pan traps) [Grootaert et al., 2010; Голуб и др., 2012; Гребенников, 2015].

**Убежища.** Простейшие приспособления для привлечения беспозвоночных представляют собой искусственные убежища для переживания неблагоприятных периодов суток или года. Преимущества этого приема – в его простоте и возможности прижизненного учета беспозвоночных. На поверхности почвы можно разложить различные предметы, создающие благоприятные микроклиматические условия для беспозвоночных в дневное время: доски, куски рубероида, тротуарной плитки и других материалов. Устроенные убежища по-разному привлекают обитающих в биотопе группы беспозвоночных, в зависимости от их биологии и от термо- и гигростатических свойств укрывающего материала. При определенном опыте, используя разные по свойствам укрытия, можно добиться привлечения достаточно широкого спектра целевых групп животных (как беспозвоночных, так и позвоночных). В утреннее или дневное время такие убежища осматриваются, как и естественные убежища при ручном сборе. Таким способом можно выявить дождевых червей, наземных моллюсков, мокриц, многоножек, жуков и других беспозвоночных. Особенно эффективны такие убежища для сбора моллюсков, которые плохо учитываются почвенными ловушками. Для сбора слизней рекомендуется применять куски арбузных или тыквенных корок, которые привлекают их не только как убежище, но и как пищевой ресурс. В кронах деревьев и кустарников в качестве простейших убежищ можно размещать влажные куски ткани. Этот прием позволяет обнаружить уховерток, некоторых жужелиц и пауков. Перспективны зимовочные и дневные убежища, в качестве которых можно использовать стожки сена, кучи растительных остатков и т.д. Зимовочные убежища раскладываются перед началом осенних миграций беспозвоночных (обычно в сентябре) и собираются после наступления осенних холодов до устойчивого установления снегового покрова (обычно в ноябре). Дневные убежища из сена и травы перспективнее раскладывать в местах с относительно ровным, открытым и сильно прогреваемым днем грунтом. К этой же группе убежищ-ловушек относятся и ловчие пояса (из соломы, ветоши, бумаги), оборачиваемые вокруг стволов деревьев [Фасулати, 1971]. Много других убежищ и приспособлений для привлечения беспозвоночных описано в руководстве М.Н. и С.Н. Цуриковых [2001].

Наиболее простые приемы, основанные на запаховых стимулах в рамках пищевого поведения беспозвоночных, – ловушки для сбора некрофагов и копрофагов и ловушки с брагой для летающих насекомых (ферментные кроновые ловушки).

### **Ловушки для некрофагов и копрофагов**

Существует достаточно много различных вариантов ловушек на некрофагов (падальщиков) и копрофагов (навозников) [Фасулати, 1971; Цуриков, Цуриков, 2001; Голуб и др., 2012]. Простейшая, но эффективная ловушка для *некрофагов* представляет собой почвенную ловушку (см. выше), рядом с которой помещена приманка (рис. 14). Приманку удобнее поместить в разрезанную 1,5–5-литровую пластиковую бутылку (размер бутылки зависит от размера приманки), заклеить место разреза, горлышко завязать марлей или иной сетчатой тканью для защиты от мух. Бутылку с приманкой необходимо закрепить на поверхности почвы для защиты от позвоноч-

ных животных. Горлышко бутылки надо расположить над горловиной почвенной ловушки. Почвенная ловушка должна быть солидного объема (2–5 л), поскольку падальщиков может набираться очень много, включая кротов и землероек. Чтобы ловушка не утрачивала аттрактивные свойства, приманку необходимо менять (в зависимости от погодных условий, обычно через 7–15 дней). Нелишним будет прикрыть горлышко бутылки с приманкой и ловушки навесом из полиэтилена на проволочном каркасе (см. выше). Кроме того, для отпугивания нежелательных «посетителей» (лис, куниц, хорьков, ворон, соек и даже кабанов) вплотную к падальной ловушке обычно устанавливаются и настораживаются несколько давилок (ловушек Геро, в быту называемых мышеловками). Это обычно отучает четвероногих и пернатых «ржетилов» безнаказанно мешать исследованиям.

Отдельные группы насекомых привлекают приманки из мумифицированных позвоночных. Наблюдается зависимость и от размеров, и от природы приманки (рыбы, земноводные, птицы, млекопитающие). Не рекомендуется использовать в качестве приманки имеющиеся в продаже отдельные куски мяса: это значительно обедняет разнообразие привлекаемых падальщиков.

Для *копрофагов* в принципе можно использовать и вышеописанный вариант ловушки. Но он малоэффективен в затененных местах, особенно под пологом леса. Поэтому мы используем 2–4 почвенные ловушки, между которыми выкладывается свежий навоз, приманка частично ограничивается от окружающей среды и ловушек (рис. 15). Посещаемость и фауна помета (навоза) различных видов животных может сильно различаться. Также существенно различаются уловы в навозные ловушки по сезонам и в зависимости от биотопа. Следует учитывать, что в местах, где мало или вовсе нет крупных копытных, особенно жвачных животных, фауна навозников сильно обеднена. В средней полосе большим разнообразием навозников отличаются пастбища вблизи скотных дворов и конюшен.

Выбирать материал из этих ловушек следует так же, как и из «классических» почвенных ловушек (см. выше). Частота проверки в принципе такая же, как и при проверке почвенных ловушек (раз в 10–15 дней). Более частая проверка позволяет получать более детальные данные о фенологии и других аспектах биологии изучаемых сапрофагов, их хищников и паразитов.

В биотопе, в котором установлены почвенные ловушки, достаточно одной падальной и одной навозной ловушки, которые устанавливаются не ближе 50 м от линии почвенных и не ближе 100 м друг от друга (если позволяет площадь биотопа).

Временные затраты на такие ловушки примерно как на 10 почвенных ловушек.

### **Ферментные кроновые ловушки**

Для сбора многих насекомых, особенно связанных с верхними ярусами лесных биогеоценозов, эффективны ферментные кроновые ловушки [Егоров, Иванов, 2018; Ruchin et al., 2020]. Они основаны на привлечении насекомых «бродящими» приманками, в качестве которых используются в разном сочетании пиво, вино, сахарный сироп или скисшее варенье с добавлением сухих дрожжей. Такие ловушки позволяют обнаружить много дендробионтных видов жесткокрылых и чешуекрылых, в естественных условиях проходящих дополнительное питание на вытекающем соке деревьев, в том числе многие редкие виды. Авторы в качестве ловушки используют отработанные 30-литровые пивные кеги, заполненные на 1/5 фиксатором (2%-м формалином) с прорезанными 3–4 окнами в боковых стенках. Приманка заливается в 5-литровую пластиковую бутылку с прорезями в верхней части, которая

подвешивается внутрь кега (рис. 16). Ловушка вешается на дереве на определенной высоте (обычно 3–7 м). Выборку материала производят не реже одного раза в неделю. Экспонировать такие ловушки следует в периоды максимальной активности приоритетных видов.

#### 4.8. Почвенные раскопки (пробы) и пробы подстилки

**Целевое назначение.** Почвенные раскопки (пробы) – один из немногих количественных методов исследования животных, позволяющий определять плотность животного населения. Учитывая, что обитатели почвы составляют большую часть биомассы животного населения в умеренном климате и являются хорошими индикаторами истории экосистем и воздействий на экосистемы [Гиляров, 1941, 1975; Криволуцкий, 1978, 1994; Кузнецова, 2009], почвенные раскопки следует признать одним из важнейших методов изучения экосистем. В то же время для выявления видового состава территорий почвенные раскопки с учетом их трудоемкости являются менее эффективным по сравнению с другими методом (за исключением таксонов, проводящих большую часть жизни в почве, – дождевых червей, многоножек-землянок и некоторых других, для которых этот метод является основным).

Методы изучения более мелких размерно-экологических групп – микрофауны и нанофауны – в настоящем руководстве не рассматривается в связи с их труднодоступностью при инвентаризации ООПТ, связанной с высокой квалификацией исследователей, трудоемкостью, необходимостью дорогостоящей приборной базы (см. главу 1). Но биоиндикационная значимость таких беспозвоночных очень велика [Криволуцкий, 1978, 1994; Кузнецова, 2009 и многие другие]. Для ознакомления с методами следует обратиться к специальной литературе [Методы почвенно-зоологических исследований, 1975; Количественные методы..., 1987; Потапов, Кузнецова, 2011].

Подстилка представляет собой одну из зон сгущения жизни, где благодаря наличию большого объема растительных остатков складывается благоприятная по микроклиматическим параметрам среда со сложным и неоднородным пространством. Здесь в изобилии имеется пища в виде тех же растительных остатков и разлагающих их грибов и бактерий. Поэтому в подстилке наблюдается концентрация беспозвоночных различных ярусов. Разбор проб подстилки наряду с ручным сбором на валежнике служит основным методом учета наземных моллюсков, большинства групп многоножек, многих личинок насекомых. Пробы подстилки важны для выявления многих жуков, особенно мелких и мало передвигающихся по поверхности почвы, в особенности перед зимовкой. Учитывая большую подвижность и агрегированность обитателей подстилки, а также значительную изменчивость ее состава в зависимости от погодных условий и сезона, пробы подстилки следует считать менее строгим в количественном отношении методом по сравнению с почвенными раскопками, однако его самостоятельное применение оправдывается меньшей трудоемкостью и степенью воздействия на природные комплексы.

**Принцип действия.** Метод основан на извлечении всех находящихся в единице (пробе) субстрата животных. Извлечение относительно крупных беспозвоночных (мезофауны) осуществляется обычно механическим путем – вручную, иногда с применением сит. Применяются также различные методы экстракции, однако по некоторым оценкам ручной разбор не уступает им по эффективности [Smith et al., 2008]; к отдельным группам беспозвоночных, например, наземным моллюскам, ме-

тоды экстракции плохо применимы [Sherley, Evans, 2016]; кроме того, ручной разбор минимален в отношении материально-технического обеспечения.

### Техника работы

**1. Сезонный аспект.** По сравнению с другими ярусами биогеоценоза животное население в почве наиболее стабильно во времени. Однако следует учитывать окукливание почвообитающих личинок и последующий выход имаго из почвы для размножения и расселения, а также вертикальные миграции обитателей почвы в связи с изменениями температуры и влажности. Для выявления беспозвоночных в подстилке наиболее благоприятны весна (апрель – середина мая) и осень. В это время подстилка наиболее мощная, а травянистые растения меньше мешают ее отбору. Весной во взрослом состоянии в подстилке можно обнаружить большую часть наземных моллюсков, многоножек, пауков, жуков. В то же время некоторые беспозвоночные с одногодичным развитием, зимующие на стадии яйца, во взрослом состоянии выявляются только осенью (некоторые слизни). Поэтому оптимально учет проводить дважды за год [Cameron, Pokryszko, 2005]. С учетом минимизации трудозатрат пробы почвы можно рекомендовать брать 1 раз, пробы подстилки – 2 раза.

**2. Места отбора проб.** Зависят от цели исследования. Если необходимо определить средние значения в пределах участка местообитания, пробы отбирают по регулярной схеме. Различные варианты схемы отбора проб приведены в пособиях К.К. Фасулати [1971], В.Б. Голуба с соавторами [2012] и других. Расстояние между местами отбора проб обычно принимается не менее 5 м [Anderson, Ingram, 1994]; на таком расстоянии автокорреляция отсутствует, и отбор проб можно вести любым методом [Покаржевский и др., 2007]. Если стоит задача наиболее полного выявления видового состава, отбор проб целесообразно проводить в предположительно наиболее богатых неоднородностях (парцеллах) и охватить разные парцеллы и микросайты (под деревьями разных пород, в окнах между деревьями, в понижениях микро рельефа, на повышенных, прогреваемых участках и т.д.).

**3. Количество и размер проб.** Необходимость взятия нескольких проб в одном местообитании обусловлена неоднородностью распределения животных. Данные по каждой пробе подвергают статистической обработке, в результате можно оценить изменчивость параметров, что важно для планирования дальнейших исследований, а также сравнивать местообитания с использованием статистических методов. Также очевидно, что чем меньше размер пробы, тем больше должно быть их количество. Остальные вопросы методики разрешаются разными авторами и организациями неодинаково. Наиболее распространенные размеры почвенных проб: 50×50 см, 25×25 см, 10×10 см. Согласно международному стандарту оценки качества почвы (ISO 23611-1-2018 Soil quality – Sampling of soil invertebrates – Part 1: Hand-sorting and extraction of earthworms), для учета дождевых червей применяют пробы 50×50 см [Gardi et al., 2009]. В отечественной практике применяются пробы размером 50×50 см или 25×25 см [Количественные методы..., 1987]. Современными авторами для экономии трудозатрат предлагается разбирать большее количество размером 10×10 см или даже меньших размеров [Покаржевский и др., 2007], но для учета почвенной мезофауны пробы с длиной стороны меньше 10 см не рекомендуются [Coleman et al., 1999]. В пробах небольшого размера выше процент выявления беспозвоночных при ручной разборке, а также благодаря меньшим трудозатратам на одну пробу можно увеличить их количество и получить более точную оценку плотности беспозвоночных, однако происходит недоучет крупных беспозвоночных

[Покаржевский и др., 2007]. Для проб подстилки обычно рекомендуется размер 50×50 см [Количественные методы..., 1987; Бабенко и др., 2010], поскольку более крупные пробы слишком трудоемки, а в пробах меньшего размера содержится мало крупных беспозвоночных.

Для инвентаризационных и мониторинговых исследований региональных ООПТ и при проведении ОВОС целесообразно рекомендовать пробы как почвы, так и подстилки размером 25×25 см. Почвенные пробы большего размера (50×50 см) слишком трудоемки для взятия и разбора (рекомендуется разбирать такую пробу вчетвером), неудобны для транспортировки в лабораторию, где зачастую пробы разбирать удобнее. Пробы меньшей площади трудно взять в точных размерах без специального оборудования. Кроме того, они могут привести к слишком заметному недоучету крупных беспозвоночных. При определении размера пробы подстилки мы исходим из необходимости ее ручного разбора в лабораторных условиях. Что касается недоучета крупных обитателей подстилки, это ограничение снимается, если разбор подстилки применяется вместе с почвенными ловушками или ручным сбором.

Относительно количества проб позиции разных исследователей также неодинаковы. В отечественной практике почвенно-зоологических исследований обычно исходят из необходимости обследовать суммарно 1 м<sup>2</sup>, что означает разобрать 4 пробы размером 50×50 см или 16 проб размером 25×25 см [Количественные методы..., 1987]. При уменьшении размера проб до 10×10 см предлагается увеличить их количество до 25–30 [Покаржевский и др., 2007]. В то же время считается, что в однородном местообитании количество проб может быть небольшим – от 6 [Голуб и др., 2012], а в международной практике – не менее 5 [Sutherland, 2006], но предпочтительно 10 [Anderson, Ingram, 1994]. Для учета обитателей подстилки рекомендовано 20–30 проб [Бабенко и др., 2010]. Учет наземных моллюсков в подстилке обычно проводят на квадратах размером 25×25 см или 20×20 см, общая площадь 1–4 м<sup>2</sup>, либо путем просмотра 10–20 л подстилки из одного местообитания [Cameron, Pokryszko, 2005]. В случае применения последнего подхода при мощности лесной подстилки 5 см, как в хвойных лесах (см., например, Воробейчик, 1995), необходимо использовать 6–7 проб подстилки размером 25×25 см, а если подстилка достигает лишь 2 см, как в березняках [Воробейчик, 1997], то количество проб возрастает до 16.

Учитывая, что инвентаризационные и мониторинговые исследования биоразнообразия региональных ООПТ, а также исследования в рамках ОВОС не ставят своей целью подробное структурно-функциональное изучение почвенной биоты, можно рекомендовать в одном местообитании минимум 8 проб размером 25×25 см, однако для количественной характеристики почвенной биоты следует соблюдать стандарт 16 проб. Поскольку население подстилки изменчиво по сезонам, при его изучении следует также ориентироваться на 16 проб (по 8 весной и осенью).

**4. Глубина отбора пробы** зависит от изучаемых целевых групп и свойств почвы, но обычно составляет 30–50 см [Бабенко и др., 2010; Голуб и др., 2012].

**5. Техника взятия пробы.** Для взятия почвенной пробы на выбранном участке вначале срезают крупные растения (вырывать их нельзя, поскольку с корнями могут быть потеряны беспозвоночные). Для взятия пробы рекомендуется использовать прямоугольную лопату (с незакругленными краями лезвия). Кроме того, полезно иметь обычную садовую лопату и саперную лопатку. При взятии пробы нужно следить, чтобы края ямы были отвесными.

**6. Варианты разбора проб:** 1) на месте в полевых условиях; 2) в лаборатории. Первый вариант позволяет минимизировать воздействие на природный комплекс,

поскольку после разбора почву можно послойно положить в яму. Однако в этом случае: 1) исследователь зависит от погодных и других внешних условий; 2) неэффективно расходуется полевое время, которое можно употребить на учет организмов при помощи других методов; 3) в силу менее удобной организации рабочего места выше вероятность пропустить беспозвоночных, а для нахождения мелких подстилочных обитателей (моллюсков, многих жуков) визуальный просмотр пробы в полевых условиях нереален. Поэтому предпочтительнее разбор проб в лаборатории. Возможно, будет комбинированный вариант – взятие подстилки и верхних слоев гумусового горизонта в лабораторию и разбор основной толщи на месте. Для транспортировки в лабораторию можно использовать полиэтиленовые пакеты для мусора (следует выбирать наиболее прочные). Если разбор будет производиться не сразу, для предотвращения гибели беспозвоночных рекомендуется использовать «дышащие» матерчатые мешки. До разбора пакеты с пробами желательно хранить в холодильнике. При высокой влажности (оптимальной для разбора считается такая влажность, когда почва не пристает к руке, но сохраняет форму, если ее сжать, а подстилка влажная, но не мокрая) пробу следует подсушить, раскрыв пакет и накрыв его тонкой тканью для предотвращения ухода беспозвоночных.

**7. Просеивание почвы и подстилки.** В литературе часто встречается рекомендация использовать колонку сит для сортировки беспозвоночных и почвенных агрегатов по размеру. Современными авторами указывается на нецелесообразность использования сит в большинстве случаев для разбора почвы [Бабенко и др., 2010; Дедюхин, 2011]. Более эффективно просеивание для извлечения беспозвоночных из подстилки, но только в случае относительно сухих субстратов. Помимо колонок сит, применяются также сифтеры – сита-мешки [см. Количественные методы..., 1987]. Окончательный разбор субстрата осуществляется вручную.

**8. Техника ручного разбора.** Проба порциями рассыпается на светлой поверхности (полотне, бумаге, газете) тонким слоем и осматривается визуально, при этом руками разрушаются возможные укрытия беспозвоночных: разламываются почвенные агрегаты, разделяются слипшиеся листья и т.д. Эффективный разбор проб требует некоторого опыта узнавания таксонов. Большинство беспозвоночных заметны на фоне почвы или подстилки благодаря подвижности, цвету и блеску, однако некоторые мелкие улитки (*Punctum*, *Vertigo*) сливаются с листьями и становятся заметными только при подсыхании. Большая часть мелких форм держится в умеренно влажных зонах подстилки и самого верхнего слоя почвы. При хранении пробы в пакете особенно много беспозвоночных сверху и на самом дне. Улитки обычно держатся на умеренно влажных листьях деревьев (очень немногие на траве). Многоножки могут забираться в небольшие щели между склеившимися листьями и т.д. В более сухих зонах могут быть жуки, клопы, паукообразные. В крупных агрегатах почвы без видимых растительных остатков животных немного, однако здесь могут скрываться дождевые черви, некоторые многоножки и личинки насекомых, поэтому такие комки тоже следует разламывать и осматривать.

Наиболее внимательно следует разбирать дернину проб с луговых участков, особенно тех, где произрастают куртинные злаки и осоки. Кусочки дернины – это самые трудоемкие элементы пробы. Мы рекомендуем вначале разбирать кусочки дернины вручную, а затем помещать их в емкость с водой и по мере выявления выбирать оттуда пропущенных беспозвоночных.

Для обнаружения моллюсков и мелких малоподвижных беспозвоночных при разборе проб нужно обеспечить яркое освещение рабочего места. Некоторые ав-

торы [Стойко, Булавкина, 2010] рекомендуют использовать лупу (удобнее пользоваться налобной лупой-очками).

Захватывать крупных и среднего размера беспозвоночных можно руками или пинцетом. Мелких беспозвоночных следует брать смоченным тонким пинцетом за счет поверхностного натяжения, не сдавливая, или кисточкой. Для очистки пинцетов от слизи и почвы следует запастись бумажными салфетками.

Для складывания собранных беспозвоночных необходимо приготовить несколько емкостей под разные таксоны. Минимум отдельно складываются дождевые черви, моллюски (улиток и слизней желателно помещать отдельно) и членистоногие (в некоторых случаях членистоногих удобнее сразу сортировать по группам в зависимости от специалистов). Членистоногих лучше сразу помещать в спиртовой раствор (для экономии спирта при испарении можно вначале помещать их в слабый раствор, а для хранения заменять его на более крепкий). Моллюсков удобнее помещать в воду (можно при этом различить живые особи и раковины), затем подвергать жесткой или мягкой фиксации (см. ниже).

### **Трудоёмкость и квалификация исполнителей**

Взятие пробы может производить любой сотрудник, получивший инструкцию и способный распознавать относительно однородные участки местообитаний на местности. Разбор проб вначале следует производить совместно с опытным специалистом (первые 2 пробы при разборе толщи почвы с небогатой подстилкой и первые 3–4 пробы при разборе мощной и богатой подстилки). Примерные трудозатраты даны в табл. 4.9.

*Таблица 4.9.* Примерные трудозатраты на учет беспозвоночных методом ручного разбора проб почвы и подстилки

<b>Наименование</b>	<b>Трудоёмкость на 1 пробу</b>	<b>Трудоёмкость на 1 местообитание</b>
Взятие почвенной пробы	5–10 мин.	×16 = 80–160 мин.
Взятие пробы подстилки	2 мин.	×16 = 32 мин.
Ручной разбор (извлечение беспозвоночных) 1 почвенной пробы размером 25×25 см с маломощной подстилкой	2 часа (от 0,5 часа)	×16 = 32 часа
Ручной разбор 1 почвенной пробы размером 25×25 см с мощной подстилкой или луговой дерниной	4 часа (до 6 часов)	×16 = 64 часа
Ручной разбор 1 пробы подстилки размером 25×25 см	1–2 часа	×16 = 32 часа
Сортировка выбранных беспозвоночных, размещение в емкости для хранения	15–20 мин.	×16×2 = 640 мин. (около 10 часов)
Итого		около 52 часов

## Оборудование и материалы

Таблица 4.10. Оборудование и материалы, необходимые для учета беспозвоночных при помощи ручного разбора проб почвы и подстилки (на 1 местообитание)

Наименование	Количество
Лопата (остро заточенная)	1 шт.
Полиэтиленовая пленка (для разбора в полевых условиях)	1 шт.
Мешки для мусора на 30 л (прочные)	16–20 шт.
Пинцет	1 шт.
Кисть (№ 1–2)	1 шт.
Спирт этиловый	1 л
Пластиковые емкости для выборки беспозвоночных	5 шт.
Пробирки с защелкивающейся крышкой	70 шт.

### 4.9. Общие рекомендации по фиксации, хранению и камеральной обработке материала

В настоящем разделе даны краткие сведения о минимально необходимом для камеральной обработки собранных беспозвоночных оборудовании, некоторых приемах фиксации и камеральной обработки материала. Более подробную информацию можно найти в рекомендуемой литературе [Душенков, Макаров, 2000; Голуб и др., 2012].

Камеральная обработка собранных беспозвоночных включает разбор проб – сортировку по таксонам; изготовление препаратов; определение видов. Кроме того, определенная часть времени уходит на поддержание существующих коллекций и препаратов (замену фиксирующей жидкости, борьбу с вредителями и т.д.).

Минимум оборудования для камеральной обработки материала, собранного при помощи различных методов:

- бинокляр;
- емкости для разбора проб и оборудование для подготовки к их разбору;
- емкости и приспособления для хранения материала;
- пинцеты, дополнительные инструменты для разбора проб;
- консервирующие жидкости;
- материалы и оборудование для изготовления этикеток;
- материалы и оборудование для изготовления препаратов, монтировки коллекций, определения беспозвоночных.

Бинокляр (микроскоп стереоскопический) нужен как для сортировки, так и для определения беспозвоночных. Предпочтение следует отдавать моделям,



обеспечивающим большее линейное поле зрения, чтобы исследователь мог одновременно рассматривать несколько объектов. Многие модели оборудованы встроенными осветителями, однако можно приобрести осветители отдельно (например, кольцевые осветители, которые закрепляются вокруг объектива). На этапе первичной обработки материала (сортировки таксонов) достаточно увеличения  $\times 8$ . Для определения беспозвоночных может потребоваться увеличение до  $\times 32$  и даже более. Для измерения размеров полезно иметь окуляр-микrometer.

Емкость для разбора проб (лоток или кювета) должна быть широкой, прочной и не пропускающей воду, светлой однотонной окраски или прозрачной (в последнем случае можно подложить белую бумагу). Размер емкости зависит от размера пробы, для почвенных ловушек это не менее листа формата А4, но удобнее более крупные. Например, удобны кюветы для проявки фотографий. Для других выборок достаточными могут быть более мелкие емкости, вплоть до чашек Петри. При работе с беспозвоночными в целях инвентаризационных и мониторинговых исследований не требуется стерильность, поэтому емкости можно использовать многократно.

Для промывки проб от фиксирующей жидкости (например, формалина) и загрязнений используется сито. Учитывая, что многие беспозвоночные очень малы, нужно использовать мелкаячеистое сито (размер ячеек не более 0,5 мм). Промывку проб проводят под краном с небольшим напором воды, чтобы не поломать беспозвоночных. После промывки содержимое сита осторожно высыпает в проборазборную кювету, при необходимости смывая остатки водой (не следует соскребать пинцетом материал с сита, поскольку можно легко повредить беспозвоночных).

Разбор проб обычно осуществляют в воде. Для сортировки беспозвоночных также удобно использовать плоские емкости с водой, поскольку спирт быстро испаряется, и уже после выборки всех экземпляров нужного таксона переносить их в жидкость для хранения.

Нужны следующие виды пинцета: мягкий (небольшое усилие при сжатии), средний анатомический и более мелкие (глазные), следует иметь несколько штук, поскольку иногда удобно работать двумя руками. Удобен также пинцет с изогнутыми концами для перемещения и удержания мелких беспозвоночных. Нужны также препаровальные иглы. Если в продаже имеются только слишком толстые иглы, их можно изготовить из энтомологических булавок или швейных иголок. Для вскрытия беспозвоночных нужны также острые скальпели, микроскальпели, ножницы. При вскрытии беспозвоночное нужно закрепить, для этого применяют ванночки с воском или парафином. При отсутствии готовых ванночек для вскрытия их можно изготовить из небольших медицинских металлических ванночек, залив их расплавленным на водяной бане парафином.

Этикетки в зоологических исследованиях традиционно пишутся тушью, однако в настоящее время можно применять этикетки, напечатанные на лазерном принтере или написанные гелевыми ручками (учитывая разнообразие чернил, необходимо предварительно проверить, что они не размываются в спирте).

Для защиты этикеток от повреждения их удобно помещать в небольшие пакеты с замком (zip-lock). Этикетку в пакете можно помещать как в мешок с пробой почвы или подстилки, так и в емкость с консервирующей жидкостью, не боясь соответственно повреждения животными или истирания о стенки емкости при перевозке.

Для хранения большинства беспозвоночных применяется этиловый спирт различной крепости, иногда с добавлением глицерина или других веществ. Однако в некоторых случаях применяется хранение в формалине, например в целях сохранения формы внутренних органов для определения репродуктивного состояния жуков-жужелиц (личное сообщение А.В. Маталина, 2011), сохранения окраски животных.

Усыпление беспозвоночных обычно осуществляется этилацетатом в сухой морилке (см. п. 7.2) или спиртом во влажной морилке. Для наземных моллюсков применяют «жесткий» (непосредственно помещают в 70%-й этиловый спирт) и «мягкий» способы фиксации [подробнее см. Стойко, Булавкина, 2010; Методы полевых экологических исследований, 2014; Балашов, 2016]. «Мягкий» способ фиксации включает помещение моллюсков в емкость с водой без доступа кислорода, для этого емкость доверху наполняют водой (желательно кипяченой, но не горячей) и закрывают крышкой. Гибель моллюсков наступает обычно спустя 12–24 часа (быстрее при высокой температуре воздуха, быстрее у мелких животных, быстрее у слизней, чем у улиток), этот факт можно проконтролировать по реакции щупалец на препаровальную иглу. Усыпленных таким способом моллюсков переносят в спирт. Следует помнить, что при длительном пребывании в воде после гибели моллюски быстро портятся. Спирт после помещения в него моллюсков (особенно в случае жесткой фиксации) заметно мутнеет, поэтому через 1–2 дня его рекомендуется заменить свежим, а слизней также очистить от чехла слизи механическим путем. Отработанный спирт можно использовать для фиксации новых моллюсков.

Хранение большинства групп насекомых осуществляется на **ватных энтомологических матрасиках**. Промышленного производства энтомологических матрасиков нет, поэтому их приходится изготавливать самостоятельно. Для изготовления матрасиков потребуются рулонная вата, гигроскопичная бумага и острые ножницы. Конверты для матрасиков допустимо изготавливать из газет. На изготовление одного матрасика следует закладывать 20 мин. Матрасики целесообразно изготовить в достаточном количестве до начала сезона. Полезно заранее вырезать лекала соответствующего размера. При выборе размера матрасиков необходимо продумывать, какие коробки будут использоваться для их сушки и хранения. Более детально требования к матрасикам и техника укладки на них насекомых изложены в рекомендуемой литературе.

Работа с большинством групп насекомых требует монтировки образцов на **энтомологические булавки** с размещением в **энтомологических коробках**. Этим вопросам также уделено достаточно внимания в литературе.

**Трудоемкость** первичного разбора проб рассматривалась выше при обсуждении отдельных методов сбора. Трудоемкость определения беспозвоночных в камеральных условиях оценить сложнее, она зависит как от особенностей объекта, так и от квалификации (опыта) специалиста. В соответствии с МУК 5.1.973-00 «Расчетные затраты времени на основные виды паразитологических исследований в центрах госсанэпиднадзора» на определение 1 экз. имаго двукрылых (синантропных мух и кровососущих комаров) предусмотрено 15 мин. Учитывая большее разнообразие изучаемых в процессе инвентаризации беспозвоночных, расчетные затраты следует увеличить по сравнению с этой нормой. Во многих случаях опытный специалист может определить материал и за гораздо меньшее время, но при расчете затрат необходимо учитывать дефицит таких специалистов. При этом, учитывая огромное разнообразие бес-

позвоночных и периодические «встречи» в разбираемом материале «сложных» видов, часть видов может остаться неопределенной или определенной только до рода. В этих случаях временные затраты на «возню» с такими видами могут перекрыть время на определение всего остального материала.

## Глава 5. Исследования позвоночных животных

### 5.1. Выбор методов учета позвоночных

Полевых методов и технологий изучения экологии (численности, стациальной приуроченности, кормовой базы, возрастного и полового состава, смертности и т.п.) позвоночных животных множество [Новиков, 1949; Методы полевых экологических исследований, 2014]. Применение их зависит от конкретных задач проводимого исследования. В данном случае мы обсуждаем лишь те методы, которые реально применяются или которые следует применять при паспортизации и ведении кадастра ООПТ, а также при проведении ОВОС. Подробное описание этих давно применяемых методов было бы излишним, для ознакомления с ними мы отсылаем читателя к рекомендуемой литературе по разделу.

Первое, что следует учитывать при выборе методов исследований позвоночных ООПТ, – это размер и структурные характеристики обследуемой территории. Например, «точечный» гидрологический памятник природы типа родника или водопода с охранной зоной до 30–100 м вряд ли стоит обследовать на наличие крупных позвоночных, для существования которых необходима, как правило, гораздо более обширная территория. Но такой водный объект может использоваться «местными» позвоночными в качестве водопоя, что должно отражаться при паспортизации. Возможно и использование ближайшего к роднику углубления русла, особенно вблизи рек, как места нерестилища земноводных или обитания некоторых рыб (гольяна-красавки – *Phoxinus phoxinus*) или миног (ручьевой миноги – *Lampetra planeri*). Другой пример исследования особо охраняемого природного объекта – это крупное старое дерево или группа таких деревьев. В таких случаях следует изучить эти старовозрастные, зачастую дуплистые деревья как местообитания позвоночных-дендробионтов. При этом необходимо описывать вид дерева, его возраст, то, какие плоды оно приносит, санитарное состояние, гнездовую привлекательность, окружающую рекреационную нагрузку на объект и т.п. С таким объектом могут быть связаны местные популяции некоторых птиц, летучих мышей или грызунов. В подобных случаях желательно указывать максимально выявленные консортивные связи этого объекта (то, какие другие организмы связаны с ним прямо или опосредованно).

Даже такой геологический объект, как крупный ледниковый валун или скала-останец, тоже привлекает позвоночных, например, как присадка для хищных птиц. Зачастую вокруг такой присадки можно обнаружить «залежи» погадок – излюбленный объект исследования орнитологов и териологов. Такое использование позвоночными геологического памятника природы также следует отметить при паспортизации.

Чем больше площадь изучаемой территории, тем выше ее потенциальная емкость для животных. А чем более мозаична эта территория по набору биотопов, тем выше ее потенциальное биоразнообразие. Поэтому все фаунистические исследования должны опираться на предварительные геоботанические, бонитировочные, лесоустроительные или ландшафтные исследования. Причем совсем мелкие, незначительные по площади, даже очень контрастные по сравнению с остальными выделами биотопы, не удовлетворяющие, однако, жизненные потребности даже мелких видов позвоночных, можно не учитывать при выборе методик фаунистических исследований.

В соответствии со стациальной приуроченностью позвоночных животных средней полосы европейской России все разнообразие биотопов условно можно разде-

лить на четыре основные группы: лесные, открытые пространства, водно-болотные и урбанизированные территории. Для каждой из этих групп биотопов существуют свои подходы, варианты и методики учетов позвоночных, что обязательно следует учитывать при планировании обследования территорий.

Второе, что обязательно следует учитывать при инвентаризации и мониторинге ООПТ или при ОВОС, – это сезонность исследований. В идеале для получения репрезентативных списков позвоночных животных, встречающихся на крупной (в несколько сотен га и более) и разнообразной по биотопам исследуемой территории, требуется как минимум один полный год исследований. Более того, как уже упоминалось выше, этим фаунистическим исследованиям должны предшествовать ландшафтно-ботанические изыскания. Это не значит, что мелкие по площади объекты не надо изучать в течение всего года: на обследование таких «точечных» объектов затрачивается меньше дней, но охватывать они должны все сезоны. Такие учеты ведутся в рамках кадастра ООПТ. Однако на паспортизацию ООПТ или исследования в составе ОВОС, как правило, отпускается намного меньше времени, чем год. Поэтому, чтобы учеты позвоночных были сколько-нибудь результативны, их следует начинать как минимум с середины весны, когда начинается прилет гнездящихся птиц, наступает период нереста у земноводных, а невысокий травяной покров позволяет учитывать рептилий на маршрутах. Сведения о крупных животных обычно получают в результате зимних маршрутных учетов (ЗМУ), приходящихся в средней полосе обычно на конец января – начало февраля. Часть сведений о позвоночных можно собрать в ближайших охотничьих хозяйствах и при помощи опроса местных жителей.

Третье требование к выбору методов – это специфика методик учета различных таксономических и экологических групп. Методика учета зависит не только от систематической принадлежности организма, но и от биотопической приуроченности (например, неодинаково учитываются водно-болотные и лесные птицы или звери), ярусной приуроченности (наземные, подземные или древесные виды), обилия в природе и значения для человека (охотничье-промысловые, «краснокнижные» или мелкие, но многочисленные виды позвоночных). Наиболее точными являются видоспецифичные (видовые) методы исследований, однако они, как правило, сложны и трудоемки, поэтому их обычно применяют только научные академические организации при проведении исследований по конкретным научным темам. В практике кадастровых исследований ООПТ и в рамках ОВОС чаще используются комплексные методы (по группам видов), поскольку основная задача таких исследований заключается в общей характеристике биоразнообразия позвоночных, а проводятся они в ограниченные сроки, часто не совпадающие с оптимальными сроками учета конкретного вида животных. Вместе с тем в случае установления существенной связи ключевого или «краснокнижного» вида с обследуемой ООПТ возникает необходимость дополнительного видового исследования.

Важно различать методы относительного и абсолютного учета. Относительные учеты отражают численность учитываемых животных или их следов жизнедеятельности на единицу маршрута или метода за определенный отрезок времени в определенных биотопах. Абсолютные учеты дают плотность вида в конкретных местообитаниях. При паспортизации чаще всего применяются относительные методы, поскольку они обычно менее трудоемки по сравнению с абсолютными методами. При ОВОС зачастую возникает необходимость (в зависимости от объекта строительства и наличия «краснокнижных» видов) применять наряду с относительными методами и абсолютные методы учетов.

В настоящей главе обсуждаются наиболее простые и реально используемые для обследования ООПТ методы учета позвоночных животных.

## 5.2. Учеты круглоротых и рыб

Прежде чем приступать к учетам круглоротых и рыб, следует изучить необходимые бонитировочные свойства этого водного объекта ООПТ (если таковых нет или они выявлялись давно и могут не соответствовать современному состоянию водоема, то надо начать с этого). Поскольку паспортизация ООПТ или ОВОС – это всегда комплексное обследование территории и ее биоты, то фактическая бонитировка проводится ответственным за изучение растительности водного объекта, на что и следует опираться зоологам.

### Учеты миног

Класс Круглоротые – Cephalaspidomorphi, семейство Миноговые – Petromyzontidae

В реках и ручьях юга лесной зоны европейской России обитает три вида миног. Чаще обнаруживается европейская ручьевая минога (*Lampetra planeri*), реже – украинская минога (*Eudontomyzon mariae*). Каспийская минога (*Caspiomyzon wagneri*) практически перестала встречаться в реках средней полосы после строительства на реках Волга, Дон и Днепр каскада водохранилищ и гидроэлектростанции. Для миног характерно развитие с личиночной стадией – пескоройкой. Пескоройка настолько отличается от взрослых миног, что ее до XIX века выделяли в самостоятельный род. Личинки живут, зарывшись в грунт, как у берегов в заиленных участках, так и в основном русле рек, особенно средних и малых, иногда встречаются среди зарослей макрофитов. По характеру питания пескоройки – детритофаги (питаются мертвым органическим веществом, втягивая его через ротовое отверстие с током воды). Взрослые половозрелые миноги не питаются, по завершении брачного периода откладывают икру и погибают.

Взрослые половозрелые особи ручьевой миноги встречаются весной (апрель – май) на участках с быстрым течением и каменистым дном, где они скапливаются во время нереста, нередко в больших количествах [Соколов и др., 1992; Атлас..., 2002]. Это самое подходящее время для прямых визуальных маршрутных учетов. Учетчику нужно достаточно аккуратно, стараясь сильно не сотрясать почву во время ходьбы, идти вдоль берега небольших каменистых речек и ручьев, впадающих в более крупную реку или водоем. Замечено, что обычно миноги ежегодно нерестятся в одних и тех же стациях. Здесь и следует их учитывать и при необходимости ежегодно проводить мониторинг. Относительное обилие измеряется в количестве особей на единицу длины маршрута (водотока). Если сезон нереста прошел, то можно проводить поиск пескороек, перекапывая штыковой лопатой или многозубчатыми вилами илисто-песчаное дно вдоль берега, особенно в местах выхода ключей. Подсчет числа пескороек на единицу обследованной площади дает приблизительную плотность вида в этих местообитаниях. Этот метод учета личинок миног требует от учетчика значительной мышечной силы и выносливости.

Вышеописанные учеты целесообразно проводить на тех ООПТ, где обитает или может обитать один из видов миног (учитывая бонитировку водного объекта). При встречах нерестящихся миног или их личинок следует отбирать образцы для дальнейшей идентификации. Украинская минога занесена в ряд региональных Красных книг, что следует учитывать при ОВОС.

**Временные затраты** на учеты нерестилищ много складываются из затрат на маршрут вдоль ручьев и рек с учетом средней скорости учетчика 1–2 км в час и времени на отбор коллекционных образцов. Затраты времени на поиски пескороек – примерно 1 час на перекапывание полосы донного грунта шириной 2 м и длиной 10–15 м.

### Учеты рыб

Класс Лучеперые рыбы – Actinopterygii

При инвентаризации рыб как одной из важнейших составляющих биоты водных объектов обычно исследуют: какие виды здесь обитают, их количественные соотношения, их возрастной состав, вопросы, связанные с размножением (плодовитость, нерестовые участки, сроки и условия икрометания), кормовые условия, т.е. изучают их экологию [Никольский, 1974; Моисеев и др., 1981]. При первичной паспортизации водных ООПТ обычно достаточно выявить видовой состав ихтиофауны, относительное обилие видов и наличие редких («краснокнижных») видов. При проведении ОВОС водных объектов часто необходимо учитывать и другие составляющие ихтиологических исследований.

Для больших рыбных водоемов (более 10 га) и для крупных рек, таких, например, как Ока, Волга или Днепр, ихтиологический материал собирается методом промысловых или контрольных уловов. Так как на крупных внутренних водоемах промысел обычно в разные сезоны неодинаков, сбор основного ихтиологического материала следует приурочить к главным сезонам промысла. Сбор ихтиологического материала на крупных водных объектах чаще всего производится ставными сетями (с ячеей от 10 до 100 мм), плавными сетями и закидным неводом [Романов, 2009; Калайда, 2013 и другие]. На малых водоемах и реках, где регулярного промысла нет, ихтиологический материал следует собирать после окончания нереста основной массы рыбы.

Все методы определения **запасов рыбы** в акватории условно можно разделить на две группы: **прямые статистические** (по данным контрольных уловов) и **био-статистические** методы подсчета относительных показателей величины популяции, позволяющие косвенно охарактеризовать состояние рыбных запасов. Биостатистические методы в отношении ООПТ и при ОВОС наиболее приемлемы с природоохранных позиций. Большинство этих методов описано в обширной литературе по ихтиологии, рыбоводству и рыболовству [Правдин, 1966; Вышегородцев и др., 2002; Кириллов, 2002; Зиновьев, Мандрица, 2003; Котляр, 2004; Романов и др., 2009; Клайда, 2013 и многие другие].

Необходимо учитывать, что даже в сравнительно малом водоеме непосредственный пересчет рыб для количественной оценки того или иного вида практически невозможен. Поэтому излишний вылов рыбы, особенно на малых водных объектах ООПТ, нежелателен, в связи с чем наиболее приемлема методика, описанная О.Н. Артаевым [2014]. Суть ее заключается в следующем.

В *малых реках и ручьях* используется сачок трапециевидной формы, где нижняя и две боковые стороны имеют длину 1 м, а верхняя – 0,8 м. Сачок должен иметь карман длиной 1–1,5 м и мелкую ячею 6–8 мм. В небольших реках используется мелкочаеистый бредень (со стороны ячеи 6–8 мм) или мальковая волокуша. В крупных водоемах лучший результат дают тралы и неводы. В больших реках в местах с очень слабым течением, помимо бредня, можно устанавливать сети с ячеей размером 20, 30 и 50 мм. Также следует собирать материал в озерах и прудах с большим количеством коряг, со сплавидами и заросшими берегами. Но для вылова

мелких видов здесь же следует применять и указанный выше сачок с мелкой ячеей. При сравнении населения рыб разных водоемов и водотоков одной категории для большей достоверности надо использовать одинаковые орудия лова [Артаев, 2014].

Для **определения** собранного материала для средней полосы европейской России обычно достаточно таких известных руководств, как: «Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран» [Берг, 1948, 1949], «Определитель пресноводных рыб фауны СССР» [Веселов, 1977], «Определитель молоди пресноводных рыб» [Коблицкая, 1981], «Атлас-определитель рыб» [Мягков, 1994], «Атлас пресноводных рыб России» в 2 томах [2002].

Ряд мелких видов рыб, таких как щиповки (*Cobitis*), пескари (*Gobio*), бычки (*Gobiidae*), мелкие экземпляры некоторых «неузнаваемых» карповых (Cyprinidae) и «необычные» виды рыб необходимо фиксировать для дальнейшего тщательного определения и консультаций с ихтиологами-систематиками. Для этого обычно применяют 4%-й раствор формалина, но лучше фиксировать в 96°-м этиловом спирте с соответствующей месту и условиям сбора этикеткой [Артаев, 2014].

Для дополнения ихтиологического обследования водных объектов полезно проводить опрос местных рыбаков. При опросе желательно демонстрировать на узнавание (с неподписанными названиями) атласы или фотографии различных видов рыб. При этом следует учитывать, что во многих местностях рыбаки могут по-разному называть одни и те же виды рыб, при этом хорошо разбираясь в местной ихтиофауне и местах ее обитания.

**Трудозатраты** на изучение ихтиофауны водных объектов напрямую зависят от размера, биотопического разнообразия и возраста водоема. Соответственно, чем сложнее, старше и больше водный объект, тем больше трудозатраты на его изучение. **Сезонность** таких исследований, с учетом природоохранной ценности, – обычно июнь – август (после нереста большинства видов рыб).

### 5.3. Учеты земноводных и пресмыкающихся

Земноводные и пресмыкающиеся (устаревшее название – *зяды*) – небогатая видами в средней полосе группа наземных холоднокровных (пойкилотермных) позвоночных животных. Они напрямую зависят от наличия тепла во внешней среде. С этим связана их сезонная и суточная активность, что в свою очередь влияет на их биотопическое распределение в разные времена года и технологию учетов.

#### Учеты земноводных (класс Amphibia)

Немногочисленная в средней полосе европейской России группа амфибиотических позвоночных. Обычно в регионах их насчитывается от 9 до 12 видов. Земноводные в своем размножении связаны с временными или постоянными водоемами и водотоками. Они крайне чувствительны к загрязнению водоемов, к режиму влажности и обводненности территорий, к промерзанию почвы, к весенним палам травы у нерестовых водоемов, к интенсивности автотранспорта на дорогах, к рекреационной нагрузке и т.п. Поэтому состояние животного населения земноводных во многих случаях является хорошим показателем общего состояния окружающей среды, ее антропогенных изменений.

При инвентаризации земноводных ООПТ или проведении ОВОС следует иметь в виду, что подавляющее большинство земноводных средней полосы России является очень подвижным компонентом местных биотопов. Многие из них зимуют в одних стациях, откуда весной, в период размножения, мигрируют на нерестовые



водоемы, где устраивают шумные брачные «концерты» и откладывают икру. Выведшиеся из икры головастики часто образуют скопления, а после метаморфоза сеголетки покидают водоемы и начинают мигрировать на сушу в свойственные каждому виду окрестные биотопы (леса, луга, болота, сады и т.п.). В зависимости от погодных условий года (температур, осадков, влажности воздуха) они могут мигрировать дальше или ближе к водоемам или водотокам. В засушливые летние периоды года земноводные могут не покидать нерестовые водоемы, задерживаться на их берегах или возвращаться к водоемам, а при их высыхании мигрировать в соседние. Ближе к осени начинаются осенние зимовочные миграции. Суточная активность неодинакова у различных видов и зависит от погодных условий – температуры, влажности, осадков [Гаранин и др., 1989; Ананьева и др., 1998; Дунаев, 1999; Кузьмин, 1999 и другие]. Наличие доступных для зимовок и нереста земноводных мест, их удаленность от свойственных каждому виду биотопов определяет численность и видовой состав фауны изучаемой территории. Все это накладывает множество ограничений по времени и месту проведения учетов этого важного компонента биоты.

Для простой инвентаризации фауны земноводных региональных ООПТ достаточно провести весной в период нереста **обследование водоемов**, в которых есть вероятность обнаружения брачных скоплений и отложенной икры. Нелишним будет спровоцировать брачные песни земноводных с помощью звуковых записей различных обитающих в регионе видов. Здесь же на нерестовых водоемах следует учесть кладки с определением числа яиц [Ручин, 2014]. В конце весны – начале лета желательно провести повторное обследование этих водоемов с подсчетом и сбором головастиков и молоди тритонов. Учет *головастиков* амфибий проводится при помощи сачка, подобного сачку для учетов молоди рыб (см. выше). Количественно определять их численность сложно и для целей паспортизации ООПТ нет необходимости. Достаточно провести бонитировку и учет пригодных для нереста земноводных водоемов, включая глубокие лужи, пересыхающие только во второй половине лета и в аномально сухие годы [Гаранин, Щербак, 1989].

Некоторой спецификой отличаются учеты **зеленых лягушек** на водоемах и водотоках и по их берегам. Здесь следует применять два варианта: дневные учеты с берега (по берегу) и учеты с воды. По возможности их следует проводить одновременно тремя учетчиками: один идет вдоль берега, двое учитывают с лодки (гребец и учетчик с биноклем). Это дает наиболее точный результат. При учете зеленых лягушек периодически необходим отлов для более точного определения. На расстоянии маловероятно определить принадлежность лягушек к одному из видов рода *Pelophylax*, поэтому следует сделать фото образцов лягушек, измерения морфометрических параметров и отобрать коллекционный материал на ДНК.

При отсутствии очевидных нерестовых водоемов на исследуемой территории и вне брачного периода необходимо проведение **маршрутных учетов** (маршрутный метод, методы трансект, пробных лент и т.п.). По сути все эти методы близки [Динесман, Калецкая, 1952; Кузьмин, 1999, 2012; Лада, Соколов, 1999; Измерение и мониторинг..., 2003 и другие].

Длина маршрута и ширина трансект зависят от условий исследуемых биотопов. Чем гуще и выше травянистый покров, тем уже трансекта. Обычно применяется трансекта шириной от 2 до 5 м, длиной от 200 м до 5 км. Почвенно-растительные условия учетных маршрутов должны быть описаны, измерена протяженность каждого пересекаемого трансектой биотопа. Чем точнее необходим результат этих учетов, тем больше повторностей по данной трансекте необходимо набрать. Учеты обычно проводят в вечерние часы во влажную погоду. В солнечную погоду уче-

ты надо проводить сразу после захода солнца. В засушливое время земноводных учитывают ночью с фонарем, ночные учеты применяют для жаб и чесночниц. Погодные условия и часы учетов следует фиксировать в карточках учета. Усредненные результаты пересчитываются на единицу маршрута и на площадь выделов транскеты по типам биотопов.

**Временные затраты** на проведение маршрутных учетов разнятся, они напрямую зависят от опыта учетчиков, от вариантов обследуемых участков и их протяженности. Но в целом это всегда несколько часов, обычно это один ночной или водный маршрут в сутки, реже можно успеть два-три полноценных учета. Повторы учетов желательно проводить в точности по тем же маршрутам.

Существует ряд более трудоемких, но эффективных методов относительного учета земноводных. Это учеты с помощью **ловчих канавок, почвенных ловушек, ямок и заборчиков с ловчими емкостями** (подробности описаны ниже при характеристике учета мелких млекопитающих и в рекомендуемой литературе). Все эти методы трудоемки, особенно 20- или 50-метровые канавки с цилиндрами (или ведерками). Их надо закапывать на глубину 30–50 см, что не всегда позволяет почва. Они заметны на местности и часто являются объектом внимания людей, зверей и врановых птиц. Поэтому, несмотря на высокую уловистость данного метода, канавки и заборчики вблизи населенных пунктов, в часто посещаемых местах не стоит устраивать: в большинстве случаев они будут испорчены людьми и станут «проверяться» врановыми и собаками. Даже на «заповедных» территориях из них нередко выбирают материал лисицы, хори, куницы и даже кабаны. Чтобы избежать этого, на дно канавок или вдоль заборчиков мы помещаем цилиндры или ведерки не пустые, а заполненные фиксатором, обычно 2–4%-м раствором формальдегида. Этот раствор фиксирует материал и хорошо отпугивает своим запахом «воришек». По нашим данным, в такие канавки или заборчики с фиксатором попадаетея значительно (обычно в 3–4 раза) больше наземных позвоночных, чем в пустые без фиксатора. И проверять их можно не два раза в сутки, а раз в несколько дней или даже раз в полмесяца. Но этот метод стоит применять в исключительных случаях – только если стоит задача собрать подробный материал обо всех мелких наземных позвоночных, включая насекомоядных, грызунов, рептилий и т.п.

При обследовании ООПТ и ОВОС часто используются почвенные ловушки (Барбера), подробно охарактеризованные выше в главе 4. Наряду с беспозвоночными в них попадаетея достаточно много земноводных и других мелких позвоночных. Для целей первичной инвентаризации ООПТ этого материала вполне достаточно [Алексеев, 1996]. Вкупе с весенне-летним обследованием ближайших нерестовых водоемов и (или) проведением маршрутных учетов фауна и население земноводных будут изучены довольно точно.

Земноводные крайне уязвимы при различных строительных или земляных работах, создающих им препятствия на путях сезонных и суточных миграций или нарушающих целостность их нерестовых водоемов. Поэтому при проведении ОВОС надо особенно тщательно изучать местные условия обитания земноводных (определить нерестовые водоемы, места зимовок, пути миграций в разные сезоны).

#### **Учеты пресмыкающихся**

Пресмыкающихся (класс Reptilia) на юге лесной зоны европейской России мало. Обычно это три вида ящериц: веретеница ломкая, или медяница (*Anguis fragilis*), прыткая (*Lacerta agilis*) и живородящая (*Zootoca vivipara*) ящерицы. Три вида змей – обыкновенный уж (*Natrix natrix*), очень редкая здесь змея – медянка

(*Coronella austriaca*) и обыкновенная гадюка (*Vipera berus*); последняя по окраске чрезвычайно изменчива: от серой, желтовато-коричневой, бурой или красноватой с контрастным зигзагообразным рисунком на спине вдоль хребта до черной (меланисты). В последние годы в средней полосе (в Брянской, Калужской, Тульской, Орловской областях) стала появляться европейская болотная черепаха (*Emys orbicularis*), характерная для более южных регионов; часть наблюдаемых особей – это «беглецы» из террариумов, но в более южных районах черепаха встречается в дикой природе регулярно. Есть вероятность встреч на водоемах и красноухой черепахи (*Trachemys scripta*) – американской рептилии, которая в огромных количествах продается в зоомагазинах и выпускается нерадивыми хозяевами в местные водоемы.

Каждому из этих видов свойственно обитать в определенном наборе местообитаний, используя их в зависимости от сезона: есть места зимовок, есть места, где происходит некоторое скопление, например, гадюк во время размножения. Но все же эти животные в течение сезона активности относительно консервативны в отношении территорий. Для целей инвентаризации герпетофауны оптимальное время года – это весна, когда еще только начинает расти трава на открытых местах, а температура воздуха начинает подниматься до +16...20 °С. Учеты следует проводить аналогично маршрутным учетам земноводных, с той лишь разницей, что проходить маршруты следует в солнечную, маловетренную погоду утром, примерно до 12–13 часов. Сильно прогретшиеся на солнце пресмыкающиеся хорошо слышат шаги учетчика и часто заранее прячутся в укрытиях. Маршрут надо планировать по хорошо освещенным утром местам, где греются на солнце ящерицы и змеи. Ловятся пресмыкающиеся и в канавки, и в цилиндры с заборчиками, но гораздо реже, и в основном молодь.

Особенно стоит отметить, что довольно обычная в средней полосе веретеница не часто попадает на маршрутных учетах, что связано с ее скрытым образом жизни. Она обычна в большинстве биотопов, где много дождевых червей, ее излюбленной пищи. Но чаще всего при шумном подходе учетчика веретеница успевает скрыться в лесной подстилке или луговой ветоши. Она нередко прогревается, не покидая укрытия, лежа под листьями или ветошью. Из всех пресмыкающихся она чаще других попадает в канавки в лесных биотопах с богатой червями почвой. Поэтому при инвентаризации таких биотопов эту ящерицу следует искать под корягами, валежником и в лесной подстилке.

Время, затраченное на учеты пресмыкающихся, обычно не превышает 0,5–1 часа на 1 км маршрута. Учеты в средней полосе в мае начинаются в 8–9 часов утра и заканчиваются к 12–13 часам. Проводить учеты при высокой траве, которая появляется к июню, обычно малопродуктивно. Летом греющихся на солнце на открытых местах ящериц и змей обычно можно наблюдать только ранним утром.

#### 5.4. Учеты птиц

Птицы (класс *Aves*) – самый подвижный и разнообразный компонент нашей фауны позвоночных. В разные времена года видовой состав птиц ООПТ может очень сильно меняться в зависимости от ландшафта и набора биотопов. Учеты птиц требуют от учетчика много профессиональных навыков. Во-первых, учетчик должен хорошо и быстро узнавать по внешнему виду и полету не менее 200–300 видов птиц, которые могут здесь обитать или быть на пролетах. Учитывая половой, сезонный и возрастной полиморфизм в окраске оперения многих птиц, учетчику «в голове» надо держать много больше образов орнитофауны. Конечно, надо всегда иметь

с собой несколько хороших современных атласов-определителей птиц, благо сейчас для средней полосы России появились их различные варианты, как традиционные на бумажных носителях, так и цифровые для компьютеров (для PC-Windows), для смартфонов и планшетов Android, iPhone и iPad. Все это легко можно приобрести в интернет-магазинах. И все же без хорошего полевого опыта под руководством профессионального орнитолога даже наличие хорошего полевого определителя сильно не поможет. Во-первых, многих птиц удается увидеть одно мгновение. Во-вторых, учетчик обязан знать «на слух» голоса большинства местных птиц и их вариации в зависимости от сезона и периода жизни конкретных видов. Некоторые виды птиц в полевых условиях лучше отличаются по голосам, чем по внешнему виду. Нелишним будет учетчику иметь плеер или другое воспроизводящее звук устройство с голосами большинства этих птиц. Иногда для большей достоверности определения нужно подманивать птиц на воспроизводимый голос соответствующего вида. В-третьих, бывает нужным определять гнезда и яйца птиц, для чего имеются руководства [Никифоров и др., 1989; Михеев, 1996]. Конечно, в идеале хорошо бы иметь возможность добыть или сфотографировать «неузнанные» виды для дальнейшей идентификации. Поэтому, несмотря на то, что к настоящему времени методы учетов птиц хорошо разработаны и апробированы, полевой опыт учетчика в определении птиц должен быть на самом высоком уровне.

Как для птиц в целом, так и для конкретных групп и видов разработаны методы относительных и абсолютных учетов [Благосклонов и др., 1952; Бибби и др., 2000; Вергелес, 1994; Спиридонов, 2014 и многие другие]. Из всего разнообразия этих методов наиболее часто применяют в зависимости от целей исследований различные варианты относительных методов учета: *метод линейных трансект* (маршрутные учеты), *метод круговых учетов* (точечные учеты) и *метод картирования территорий* (площадочные учеты).

**Абсолютный учет** численности применяется для отдельных видов и групп птиц. Он предполагает прямой визуальный пересчет всех замеченных птиц (или их обитаемых гнезд) в четко ограниченных местообитаниях ООПТ. Это обычно гнездовья аистов, хищных птиц, колонии грачей, цапель, чаек, крачек, ласточек-береговушек, золотистых щурок и других. Прямые абсолютные учеты необходимо проводить по водоплавающим птицам на ООПТ с водными объектами (озерами, прудами, болотами, реками). Неплохие результаты дают учеты береговых видов с воды во время сплава по рекам, особенно в гнездовой период. При абсолютных учетах птиц в период размножения необходимо знать особенности их гнездовой биологии. Большинство учетов птиц в период миграций – это прямые подсчеты летящих или кормящихся в местах отдыха птиц. Исключение составляют лишь методы учетов летящих стай на фоне луны или других источников света, а также учеты сетями при кольцевании [Гаврилов, 1977; Бальчаускас, Жалакявичус, 1987; Дольник, 1981; Дольник и др., 1981; Люлеева, Яблонкевич, 1981; Михеев, 1984; Молодовский, 1997 и другие]. Если паспортизируется ООПТ или проводится ОВОС на территории, используемой птицами в перелетный или жировочный период, то здесь абсолютные учеты необходимо проводить в нескольких повторностях в течение всего этого периода. Это позволит определить зоологическую (природоохранную) ценность территории для птиц.

Численность учетных птиц при таких абсолютных учетах обычно не предполагает никакой дополнительной статистической обработки. Результаты обязательно должны сопровождаться четкими и полными описаниями условий проведения учетов (сроков, местности, биотопов, погодных условий и т.п.).

Из всего множества вариантов **относительного учета** наиболее «проста» и приемлема для задачи ведения кадастра региональных ООПТ и ОВОС *методика линейных трансект* (маршрутные учеты).

*Методика линейных трансект* (маршрутные учеты) используется чаще всего для получения приблизительных данных о численности (относительной плотности) населения птиц в разных биотопах. Преимущества данного метода – широкий охват территории, а также то, что его можно проводить в любой сезон года и в большинстве наземных биотопов. Недостатки – невысокая точность данных о плотности животного населения птиц и повышенные требования к квалификации учетчиков. Существуют различные варианты этого метода, различающиеся по технологии применения и видоспецифичности, что неоднократно освещалось в литературе [Благо-склонов и др., 1952; Равкин, 1961, 1967; Равкин, Доброхотов, 1963; Наумов, 1963; Jarvinen, Vaisanen, 1975; Приедниекс и др., 1986; Равкин, Челинцев 1990; Боголюбов, 1996, 1999, 2000; Романов, Мальцев, 2005; Головатин, 2013; Карабанина, Симонов, 2018; Бибби и др., 2000 и многие другие]. В каждом конкретном случае их применение должно соответствовать в первую очередь свойствам изучаемой ООПТ (ее размерам, набору биотопов, времени года и другому). Обычно эти методы используются на относительно больших территориях (площадью не менее 1 км<sup>2</sup>). Неодинаков результат использования этих методов для разных видов и групп птиц и в разные времена года. Например, они неприемлемы для учетов колониальных и водоплавающих птиц. Технология использования этих линейных методов и математическая их обработка описана в рекомендуемой литературе. В нашем контексте использование этих методов допустимо лишь на крупных ООПТ площадью более одного км<sup>2</sup>. Для более мелких (менее 1 км<sup>2</sup>) и линейных ООПТ, а также для ОВОС целесообразно применение методов *точечных* (круговых) и (или) *площадных* учетов относительного обилия.

*Временные затраты* на маршрутные учеты слагаются из времени на прохождение маршрута (не более 1 км в час в гнездовой период и не более 3 км в другие сезоны).

*Методика круговых учетов* (точечные учеты). При проведении точечного учета наблюдатель, не сходя с места, проводит учет на 360° вокруг фиксированного наблюдательного пункта. Рекомендованное время проведения такого кругового учета – 5 (до 20) минут в каждой выбранной точке [Recher, 1981]. Преимущество этого метода в том, что во время проведения точечного учета наблюдатели находятся на одном месте, поэтому увеличивается вероятность выявления осторожных видов, которые обычно прячутся при маршрутных учетах из-за движения учетчика и в результате недоучитываются. При точечных учетах для выявления присутствия ряда редких птиц возможно проигрывание фонограмм их голосов. Для получения оценок плотности на основании точечных учетов необходимо ограничить зону, в пределах которой производится регистрация объектов, до фиксированного радиуса от пункта наблюдения. Обычно наблюдательные пункты случайно размещаются по всему обследуемому участку. На небольших по площади ООПТ наблюдательные пункты предпочтительно располагать равномерно по всей площади ООПТ так, чтобы радиусы кругов наблюдения не пересекались друг с другом. На больших по площади ООПТ, но с сильно пересеченной местностью, где закладка трансект и движение по ним невозможны (наземные учеты водно-болотных птиц на мелководных заболоченных участках с топким грунтом и т.п.), также следует применять этот точечный метод. Подробности технологии описаны, например, в доступных методических пособиях А.С. Боголюбова [1996, 2002].

*Временные затраты* на данный метод слагаются из затрат на описание птиц одного пункта (от 5 до 20 минут), умноженных на число таких пунктов, и суммы времени на прохождение всего расстояния между всеми пунктами и возвращение на исходную (отправную) точку.

Самым точным, но наиболее трудоемким является *метод картирования территорий* (площадные учеты или методы пробных площадок). Этот метод (и его варианты) применим на очень небольших по площади ООПТ или при исследованиях ОВОС в тех случаях, когда ставится цель детального изучения влияния предполагаемых изменений окружающей среды на животное население птиц. Метод дает сведения об абсолютной численности популяций и размещении индивидуальных гнездовых участков. Такие исследования закладывают фундамент для дальнейших мониторинговых исследований в конкретных биотопах и их последующего сравнения. Основным недостатком этого метода является его применимость только в гнездовой период [Гудина, 1999]. В виде исключения его можно применять и в зимний период, когда основные миграции птиц минимальны, а многие оседлые виды держат территорию весь год. Технология применения этого метода учетов достаточно полно описана в рекомендуемой литературе [Вергелес, 1994; Боголюбов, 1996; Гудина, 1999 и другие].

Учеты каждой экологической или таксономической *группы* птиц обладают своей спецификой.

К *зимующим птицам лесов* применяются с некоторыми вариантами все вышеперечисленные методы. Кроме того, для выявления зимнего населения многих воробьиных птиц и дятлов зачастую достаточно использовать сеть разнообразных кормушек с разными наборами кормов. Такие «подкормочные птичьи площадки» помимо стандартного набора мелких зимующих птиц привлекают также некоторых дневных хищников (ястребов – перепелятника и тетеревятника) и врановых. Куриные птицы зимой обычно обнаруживаются по помету или следам на снегу. *Зимующие на открытой воде* водоплавающие птицы учитываются визуальным прямым подсчетом. Нелишним будет изучение зимующих птиц возле подкормочных площадок копытных, особенно тех, где используется зерно или комбикорма. Здесь концентрируются не только зерноядные птицы, но и некоторые грызуны, на которых охотятся хищные птицы, совы, врановые.

Наличие на изучаемой территории озер, прудов, болот или рек определяет необходимость проводить учеты *гнездящихся водно-болотных птиц*, а также использование этих угодий птицами во время пролетов в весенне-осенние миграции. При этом эти учеты следует разделить на учеты гнездящихся и учеты пролетных (мигрирующих) водоплавающих птиц, большая часть из которых относится к категории «охотничьей водоплавающей дичи». Водно-болотных охотхозяйствах обычно учитывают комплексно. Проводятся учеты успешности размножения водоплавающих птиц, учеты выводков и учет перед началом осенней охоты, которые позволяют устанавливать и корректировать сроки охоты и нормы добычи водоплавающих птиц, а также учет добытой дичи [Кандалова и др., 1971; Кологреева, 2017 и другие]. «Неводоплавающие» птицы, не относящиеся к «дичи» (мелкие пастушковые, кулики, цапли, поганки, чайки, крачки, воробьиные), в зависимости от видовой или экологической принадлежности учитываются по-разному. Например, колонии цапель, чаек, крачек подсчитываются непосредственно при их обнаружении (прямой абсолютный учет). А, например, выпь и ряд воробьиных в тростниковых и кустарниковых зарослях выявляют по голосам в начальный период размножения.

В целом учеты водно-болотной группы птиц сочетают в себе как абсолютные, так и различные относительные методы учетов. К учетчику предъявляются повышенные требования: помимо хороших знаний биологии и морфологии всех этих птиц, он должен иметь навыки передвижений по такой местности и обладать значительной выносливостью. Учеты водно-болотных птиц зачастую приходится проводить как с берега, так и с воды (с использованием плавсредств).

*Временные затраты* на проведение учетов водно-болотных птиц напрямую зависят от сложности изучаемых водно-болотных угодий. Небольшое озеро, пруд или болото площадью в 1–2 га потребуют не более 6–8 часов на один учет при 3–5 повторностях за полевой сезон. При учетах на обширных (сотни га) территориях с большим разнообразием различных водно-болотных станций необходимо предварительное бонитировочное обследование местности на предмет угодий, «свойственных» разным группам птиц. После чего закладываются постоянные маршруты, охватывающие наиболее характерные местообитания изучаемого района так, чтобы их протяженность примерно соответствовала соотношению площадей в исследуемой местности. На таких маршрутах в течение полевого сезона и проводятся учеты. Периодичность проведения учетов определяется характером поставленной задачи [Теплов, 1952; Кандалова и др., 1971; Приклонский, Панченко, 1973; Кологреева, Коновалова, 2017]. Для первичной инвентаризации таких водно-болотных ООПТ вполне достаточны учеты в период весенне-осенних перелетов и дважды в гнездовой период (в начале и в середине). При проведении ОВОС периодичность, локализация и видоспецифичность учетов напрямую связаны с типом предполагаемых воздействий на данную территорию (акваторию). Поэтому расчет временных затрат на проведение таких учетов также будет зависеть от целей и задач ОВОС.

Учеты птиц *берегов рек и озер* (куликов, ласточек-береговушек, зимородков и других) удобнее проводить с воды, используя байдарку или резиновую лодку. Оптимально использовать помимо учетчика-орнитолога еще одного помощника, который непосредственно занят управлением и греблей на используемом плавсредстве. Такой тандем наиболее продуктивен. Нередко подобные учеты совмещаются с учетами следов жизнедеятельности полуводных зверей (бобров, выдр, норок и других), обитающих по берегам.

При учетах на *открытых пространствах* в гнездовой период часть населения птиц могут составлять виды, гнездящиеся в других станциях, нахождение которых в изучаемом биотопе связано лишь с поиском пищи (врановые, чайки, скворцы и другие). Такие виды регистрируют отдельно от гнездового населения.

Хищных птиц, сов, аистов, врановых, цапель и других крупных птиц с заметными гнездами обычно учитывают «попутно» при проведении других орнитологических исследований. Обнаружение крупных гнезд или гнездовых колоний, а также нор (огари, сизоворонки, шурки) или дупел вызывает необходимость отличать занятые гнездовые постройки от незанятых, прошлогодних. В ряде случаев на это может уйти немало времени и сил.

Птиц, проявляющих свою голосовую активность в *ночное время* (выпь, журавли, коростели, погоныши, совы, козодои, соловьи, садовые камышовки, дрозды, зярянки), чаще учитывают по голосам, особенно весной.

Зимующих птиц на *урбанизированных и сельскохозяйственных* территориях удобно учитывать на подкормочных площадках. В гнездовое время необходимо разрабатывать линейные маршруты через разные участки территории города, села или в сельхозугодиях пропорционально их представленности на исследуемой территории. Следует учитывать, что в урбанизированных и сельских местообитаниях у

птиц место расположения гнезд и место добывания корма могут быть сильно удалены друг от друга, а индивидуальные гнездовые участки могут сильно пересекаться.

В заключение этого раздела следует отметить, что для ведения кадастра ООПТ и исследований при ОВОС необходимо владение всеми вышеперечисленными методами учетов птиц. Их результативность и достоверность исследования будет напрямую зависеть от квалификации учетчика-орнитолога, от свойств изучаемой территории, от набора видов птиц, посещающих ее или постоянно обитающих на ней, от времени года и погодных условий времени проведения учетов.

В ряде случаев стоит проконсультироваться по поводу «наличия – отсутствия» тех или иных «охотничьих» видов птиц у местных охотпользователей. Иногда среди охотников встречаются уникальные знатоки местных птиц, от которых можно получить полные сведения о населении птиц того или иного участка изучаемой территории. Также не стоит пренебрегать сведениями, полученными в результате учетов, проводимых школьниками и студентами под руководством опытных руководителей-орнитологов.

### 5.5. Учеты млекопитающих (зверей)

В регионах средней полосы европейской России обитает (с учетом видов-интродуцентов) порядка 70–80 видов зверей (класс Млекопитающие – Mammalia, подкласс Звери – Theria). Часть из них относится к охотничье-промысловым видам, которые в той или иной степени ежегодно учитываются охотпользователями или на федеральных ООПТ. Часть «неохотничьих» зверей (обычно это мышевидные грызуны) периодически учитываются другими организациями, например, санитарными или сельскохозяйственными службами. Но доступность этих сведений часто бывает проблематична, а охват обследуемых территорий обычно не совпадает с границами региональных ООПТ.

Видовое и экологическое разнообразие млекопитающих определяет необходимость применения к ним разных методов учетов. Кроме того, скрытый образ жизни многих зверей требует от учетчика не только знания внешнего облика объектов учета, но и опыта определения следов их жизнедеятельности. Как правило, чем крупнее зверь, тем заметнее его следы. Поэтому крупных и средних по размеру зверей (волка, лису, кабана, оленя, зайца, куницу и других) обычно учитывают одними методами, а мелких (землероек, мышей, полевок) – другими. Для некоторых зверей (летучих мышей, выхухоль, сонь, бобров и других) приходится применять видоспецифичные методы, определяемые особенностями биологии. Некоторые методы учетов основаны на новых достижениях техники (учеты стад с помощью летательных аппаратов, использование камер дистанционного слежения и т.п.).

На мелких «точечных» ООПТ обычно не проводят стандартные учеты крупных млекопитающих, радиус суточной активности которых значительно превышает эту территорию. Но, как упоминалось в начале этой главы, нужно оценивать значение изучаемой территории в жизни особи конкретного вида. Оно может быть связано с периодом размножения, местом зимовки, кормовой базой, стадией переживания неблагоприятных погодных условий и т.п. Особенно это важно при проведении ОВОС.

Разработанных методов учета млекопитающих множество (см. рекомендуемую литературу). Для наших целей первичной инвентаризации наиболее приемлемы: сбор сведений у местных охотпользователей; зимние маршрутные учеты, учеты мелких млекопитающих, учеты полуводных зверей, учеты рукокрылых (летучих мышей), учеты отдельных видов (крот, выхухоль, бобр, ондатра и другие).



### Учет охотничьих зверей

Начинать следует с *опроса* (устного или анкетирования) местного «охотничьего сообщества» граничащих с ООПТ охотхозяйств. Хотя последние иногда по разным причинам могут ошибаться в оценке численности «охотничьих» зверей, но состав фауны основных видов представляют достаточно полно. По возможности стоит почерпнуть сведения о местной охотничьей фауне из документов охотустройства ближайшего охотхозяйства, если такое проводилось.

Для подтверждения полученных сведений о крупных «охотничьих» зверях следует провести *зимние маршрутные учеты* (ЗМУ). Это в целом непростое и довольно трудоемкое мероприятие, достоверность результатов которого зависит не только от квалификации учетчиков, но и от множества других факторов. Подробности этого метода многократно и подробно обсуждались в литературе [Наумов, 2006, 2009; Машкин, 2013; Методы полевых экологических исследований, 2014 и другие]. Существуют утвержденные Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Методические указания...» [2012], регламентирующие проведение этих учетов. Проведение ЗМУ строго по этим указаниям необходимо для использования данных при определении квот добычи соответствующих видов охотничьих ресурсов, норм допустимой добычи охотничьих ресурсов и принятия решения органами государственной власти о регулировании численности охотничьих ресурсов. Для первичной инвентаризации ООПТ зачастую не требуется точного соблюдения всех тонкостей зимнего маршрутного учета, а есть простая необходимость выявить по зимним следам обитающие на данной территории виды зверей и птиц с характеристикой обилия в относительных градациях («много, средние, мало»). Но для ОВОС в некоторых случаях такое упрощение ЗМУ может оказаться неприемлемым [Наумов, 2009, 2013]. В любом случае изучаемые территории следует оценить с точки зрения «свойственности угодий» существующих здесь млекопитающих, в том числе и местных «краснокнижных» видов. Это важно по причине того, что изучаемые животные в среде обитания состоят из различных территориальных элементарных группировок («микрораспространений») и распределены агрегированно. Поэтому важно знать, в какой период жизни и в какой сезон какие биотопы (свойственные угодья) животным благоприятны, а какие – нет. Это и надо учитывать при проведении ОВОС.

Для большей достоверности при ОВОС или исследовании небольших по площади ООПТ следует проводить учет *методом двойного* и (или) *тройного оклада* учетных площадок. Учетчик обходит вокруг определенный участок угодий и подсчитывает все входные и выходные следы зверей, а затем по разнице тех и других следов определяет, сколько животных находится на данном участке. Либо можно проводить учеты методом *шумового прогона* [Методическое руководство..., 1999]. Кроме того, в охотоведческой среде активно обсуждается как наиболее достоверный, но довольно трудоемкий *трансектный метод*. Суть его в том, что одновременно проводится маршрутный и площадной учет диких животных, а также учет методом прогона и оклада [Наумов, 2009, 2013, 2014].

В целом при исследованиях фауны охотничьих видов в зависимости от ситуации (качества среды, размера ООПТ, времени года, наличия исполнителей, необходимой точности учетов, изучаемой экологической группы и т.д.) помимо перечисленных применяются многие другие известные методы учетов: учет копытных на подкормочных площадках; учет лосей по зимним экскрементам; учет норки и выдры по береговой линии водоемов; учет ондатры по норам и хаткам; учеты выхухоли; учеты бобра; учеты барсука; учеты кролика и т.д. Все эти методы и их применение в за-

висимости от ситуации подробно описаны в научной и охотоведческой литературе, и по ним даже существуют единицы измерения с оценкой средних трудовых затрат на эти единицы [Поярков, 1953; Жарков, 1963; Методы учета..., 1973; Методическое руководство..., 1999; Борисов, 2008; Марченко, 2011 и мн. др.].

### Учет мелких наземных млекопитающих

Другая группа зверей, изучаемая на ООПТ средней полосы и при ОВОС, – мелкие наземные млекопитающие: землеройки (отряд Насекомоядные), мышевидные грызуны: мышовки, мыши, полевки, хомячки (отряд Грызуны) – и их специализированный хищник – ласка (отряд Хищные). Существует достаточно много вариантов методов учетов и отлова этих зверей. Их уловистость и репрезентативность различны – они зависят от конструкций ловчих приспособлений, от продолжительности их экспозиции, от наличия и качества приманки, от задач исследования, времени года и т.д. Обзор большинства этих методов, их особенностей, включая этические аспекты, дан в работе Б.И. Шефтеля [2018]. Технологии применения на практике этих методов приводятся в рекомендуемой литературе [Кучерук, 1952, 1963; Наумов, 1955; Бородин, 1966; Карасева, Телицына, 1996; Карасева и др., 2008; Щипанов и др., 2008; Нумеров и др., 2010; Методы отловов..., 2019 и другие].

Учитывая то, что в задачи паспортизации региональных ООПТ не входит изучение «тонкостей» биологии и экологии мелких млекопитающих, в большинстве случаев необходимо и достаточно изучение видового состава этой части биоты ООПТ. Наиболее приемлемым методом остаются учеты с помощью *ловушек Геро* (плашек, давилок). Учитывая многолетний опыт профессиональных териологов, применять следует «малые» плашки (размер основания 6×13 см) на деревянной или дюралевого основе, с максимально большим размером дуги и по возможности с металлическим трапиком. В местах вероятного отлова крупных грызунов (обыкновенного хомяка, крысы, лесной сони, полчка, водяной полевки) необходимо использовать «большие» плашки-крысоловки (8×17 см.) Это позволяет реже повреждать черепа попавшихся зверьков [Шефтель, 2018]. Стандартная приманка для плашек – это кусочки хлеба, смоченные незодорированным подсолнечным маслом. Вполне допустимо вместо хлеба использовать кубики пенопласта или поролона, также пропитанные маслом. Для большей привлекательности ловушек Геро для землероек в качестве приманок следует использовать кусочки полукопченой колбасы, кусочки маринованного мяса, сала или рыбы. Ловушки обычно выставляют линиями по 25, 50 или 100 шт. с интервалом 5 м. Чаще всего ловушки устанавливают во второй половине дня и проверяют на следующее утро; затем их приводят в порядок и проверяют вечером.

Для кадастровых исследований насекомоядных перспективен метод учета мелких млекопитающих с помощью *живоловок* Н.А. Щипанова [Щипанов и др., 2008]. В свободной продаже их нет, что ограничивает их широкое применение, но они несложны в изготовлении своими силами. Их применение позволяет отлавливать больше землероек, чем ловушками Геро. При использовании этого метода рекомендуют заранее устанавливать укрытие с прикормкой, что даст более точные данные при учетах мелких млекопитающих [Александров, Шефтель, 2012].

При обследовании ООПТ ловушко-линии необходимо устанавливать во всех хорошо представленных здесь биотопах. Рекомендуется проводить сборы в одном биотопе не одни сутки, а двое-трое, что увеличивает вероятность отлова «редких» в данной местности видов. Во время учетов следует избегать аномальных погодных условий (дождей, снегопадов, сильных скачков погоды). Сборы «на фауну» следует приурочить ко второй половине лета, когда общая численность всех мелких млеко-

питающих максимальна, что увеличивает вероятность отлова всех видов, обитающих в данной местности.

При паспортизации больших по площади ООПТ, особенно малопосещаемых людьми, и при наличии достаточного количества помощников можно устраивать в разных биотопах 20-метровые канавки и (или) пластиковые заборчики (рис. 17, 18), на каждую канавку (заборчик) по два ловчих цилиндра (ведра с фиксирующим раствором) [Шефтель, 1983, 2018]. Они позволяют достаточно полно выявить большинство видов мелких млекопитающих – землероек, кротов, ежей, мышевидных грызунов и даже сонь, а также земноводных и ящериц.

Использование почвенных ловушек, помимо членистоногих и земноводных, позволяет учесть мелких грызунов, землероек и даже кротов и ласок [Алексеев, 1996], так что этот метод пригоден для паспортизации небольших ООПТ и в отношении мелких млекопитающих.

### **Особенности учета отдельных представителей млекопитающих**

Отдельно следует выявлять такие «древесные» виды, как белка (*Sciurus vulgaris*), летяга (*Pteromys volans*) и четыре вида сонь (Gliridae), обитающих в средней полосе. Белка обычно учитывается зимой во время ЗМУ, а в летний сезон часто обнаруживает себя тревожным «цоканьем». Напротив, летяга – крайне скрытный ночной зверек, и обнаружить его непросто. В средней полосе европейской России летяга крайне редка, занесена в ряд региональных Красных книг и в Красную книгу Международного союза охраны природы.

Поиски летяги целесообразно вести в подходящих для нее биотопах – это старовозрастные высокоствольные леса с дуплистыми лиственными деревьями, особенно пустотелыми осинами, а также с березами и ольхами, сержками которых в основном питается зверек в зимний период. Поиски летяги следует начинать ранней весной по весеннему снежному насту, избегая мелколесья, в котором она не встречается. Присутствие летяги сначала выявляется по наличию экскрементов у комлей старых дуплистых деревьев [Ивантер и др., 2009]. Экскременты летяги имеют форму рисового зернышка длиной 7–8 мм, цвет от ярко-желтого до желто-коричневого. После обнаружения таких деревьев следует устроить в этом лесу точку для вечерне-ночных наблюдений. Поздно вечером или ночью летяга может выдать себя планирующими перелетами с одного дерева на ствол другого. Иногда можно услышать здесь и ее голос (низкое стрекотание). Только после этого стоит говорить об обитании в этом лесу летяги.

Сони – ночные зверьки, их можно увидеть в сумерках или ночью в свете фонарика лазающими по стволам валежника, на дуплистых деревьях, на ветках густых зарослей кустарников или обнаруживать их гнезда в дуплянках птиц. Чаще всего они встречаются в старовозрастных широколиственных и смешанных лесах, в сосняках, неморальных и пойменных лесах, в парках и садах с обильным подлеском из крушины, орешника и валежником. Для выяснения их наличия на таких участках территории оптимально использование различных живоловок, установленных на валежнике, в дуплах, в развилках деревьев и т.п. Для большей уловистости в этих местах предварительно, примерно за неделю до отлова, ежевечерне насыпается корм (семечки подсолнечника, кусочки вяленого мяса, раздавленные ядра лесных орехов). Утром проверяется сохранность корма. Если он две-три ночи не поедается, то надо искать другое место прикормки. Если корм ночью поедается, то в этом месте следует установить живоловку. Хотя сам факт поедания корма – это не всегда гарантия отлова какого-либо вида сонь; на деревьях и на высоком валежнике есть

такая же вероятность отлова желтогорлой, лесной или полевой мыши, а вблизи населенных пунктов – и крыс. Установка на стволах ловушек Геро чаще всего заканчивается отловом птиц, особенно если они проверяются в светлое время.

*Летучие мыши* (рукокрылые) редко учитываются при паспортизации ООПТ и ОВОС. Это связано в первую очередь со сложностью их отлова, что требует определенного навыка, и необходимостью определять их в полевых условиях. Для этих рукокрылых зверьков, летающих в сумеречное и ночное время, а днем скрывающихся в дуплах, на чердаках, в пещерах и других укрытиях, применяются три основных направления учетов. Первое – это *поиск в укрытиях*, в том числе и в специально устроенных для них искусственных укрытиях (щелянках). Второе направление, активно разрабатываемое в последние десятилетия, – использование *ультразвуковых детекторов* для обнаружения летучих мышей в укрытиях, учета в местах охоты и изучения их поведения. В случае сомнений в определении при учетах вторым методом требуется визуальное подтверждение. Третье перспективное направление – это отлов рукокрылых *паутинными сетками*. Это либо ручные мобильные ловушки [Борисенко, 1999], либо стационарные паутинные сети [Влащенко, Гукасова 2009; Снитыко В., Снитыко Л., 2012].

Для целей первичной паспортизации ООПТ либо проведения ОВОС подходят все эти методы, в зависимости от конкретной ситуации и территории. Но наиболее полно состав местной фауны рукокрылых выявляется с помощью паутинных сетей. Рекомендуется применять ночной отлов (от заката до рассвета) паутинными сетками в июле, в трех типах местообитаний (лесных, околородных и опушечных) и по крайней мере в трех точках для каждого типа, а в дальнейшем повторять отловы в тех же точках спустя приблизительно две недели [Влащенко, Гукасова, 2009; Дудорова и др., 2014].

В целом на первичную инвентаризацию рукокрылых даже не очень большой ООПТ уйдет минимум 18–20 полных учетных июльских ночей при условии благоприятной погоды.

## Заключение

Проведенный в книге обзор опыта работы авторов и литературных данных показывает, что инвентаризация биоразнообразия на большинстве ООПТ регионального значения далека от полноты даже в отношении групп организмов, изучение которых требуется для ведения государственного кадастра ООПТ и Красных книг. Вместе с тем адекватное планирование инвентаризационных и мониторинговых исследований, включая выбор изучаемых групп организмов, пробных площадей, методов учета, позволит получить достоверные данные, достаточные не только для решения природоохранных и эколого-просветительских задач на ООПТ, но и для ведения регионального мониторинга биологического разнообразия. Обсуждение трудоемкости исследований биоразнообразия приводит к выводу о необходимости функционирования в каждом регионе структуры (исследовательского коллектива), занимающейся на постоянной основе инвентаризацией биоразнообразия на ООПТ регионального значения. Дополнительно требуется участие специалистов «федерального значения», осуществляющих видовую идентификацию сложных групп организмов из разных регионов России.

Обсуждаемые в настоящем издании трудозатраты на проведение различных видов учетов объектов животного и растительного мира необходимо принимать во внимание при планировании соответствующих работ, включая определение объема исследований и численности сотрудников. В данной работе сделана попытка частично разграничить объемы инвентаризационных исследований биоразнообразия в рамках комплексного экологического обследования, инвентаризационных исследований с целью ведения кадастра ООПТ и мониторинговых исследований. Для формирования стандарта качества инвентаризации и мониторинга биоразнообразия ООПТ в разных регионах страны целесообразна разработка примерных нормативов трудозатрат с обсуждением их экспертным сообществом. Вместе с тем следует принимать во внимание, что трудоемкость исследований существенно зависит от особенностей региона и конкретной ООПТ (а в случае оценки воздействия на окружающую среду – также от специфики намечаемой деятельности), поэтому ввести абсолютно жесткие универсальные нормативы вряд ли возможно.

Авторы надеются, что данная книга будет способствовать более осмысленной и продуктивной организации исследований биоразнообразия на ООПТ регионального значения и системы региональных исследований биоразнообразия в целом.

## Список цитируемой литературы

- Часть цитируемых источников – см. «Список рекомендуемой литературы».
- Александров Д.Ю., Шефтель Б.И. Оценка эффективности отлова мелких млекопитающих ловушками-живоловками // Зоологический журнал, 2012. – Т. 91 (5). – С. 629–634.
- Алексанов В.В., Алексеев С.К. Кадастр жуков жужелиц (Coleoptera, Carabidae) городского округа «Город Калуга». – Ижевск: ООО «Принт», 2019. – 276 с.
- Алексеев В.И., Шаповал А.П. Жесткокрылые (Coleoptera), пойманные световой ловушкой на Куршской косе: материалы 2009 года // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича, 2011. – № 9. – С. 4–19.
- Алексеев С.К. Использование ловушек Барбера для инвентаризации мелких позвоночных // Биологическое разнообразие Калужской области. Проблемы и перспективы развития особо охраняемых природных территорий: Материалы Калужской научно-практ. конф. Ч. 1. – Калуга, 1996. – С. 78–79.
- Алексеев С.К. Опыт инвентаризации фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Северо-Осетинского государственного заповедника // Проблемы инвентаризации живой и неживой природы в заповедниках. – М., 1988. – С. 109–114.
- Алексеев С.К., Алексанов В.В. Влияние конструкции почвенных ловушек на результативность учета жужелиц // Зоологический журнал, 2017. – Т. 96, № 3. – С. 295–304.
- Алексеев С.К., Серкина Л.С., Шашков М.П. К методике сбора напочвенной фауны с помощью ловушек Барбера // Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья: Тез. докл. VII конф. – Калуга, 1998. – С. 167–170.
- Баранов А.А. Флаговые и фокальные виды птиц Алтае-Саянского экорегиона и проблемы их охраны в связи с современными задачами экономического роста // Объединение субъектов Российской Федерации и проблемы природопользования в Приенисейской Сибири. – 2005. – С. 177–178.
- Браславская Т.Ю. О природоохранной ценности восточноевропейских широколиственных лесов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2017. – № 2. – С. 278–286.
- Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.
- Воробейчик Е.Л. Изменение мощности лесной подстилки в условиях химического загрязнения // Экология, 1995. – № 4. – С. 278–284.
- Воробейчик Е.Л. К методике измерения мощности лесной подстилки для целей диагностики техногенных нарушений экосистем // Экология, 1997. – № 4. – С. 265–269.
- Гиляров М.С. Методы количественного учета почвенной фауны // Почвоведение, 1941. – № 4. – С. 48–77.
- Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – С. 9–26.
- Гиляров М.С. Учет крупных почвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 12–29.
- Голуб В.Б. Л.Г. Раменский: оценка обилия растений по их проективному покрытию // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 157–163.
- Горбач В.В., Киммо С. Оценка встречаемости и относительного обилия видов в фаунистических исследованиях на примере дневных бабочек Финляндии (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) // Принципы экологии, 2012. – № 2 (2).

Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.

Грюнталь С.Ю. Организация сообществ жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесов Восточно-Европейской (Русской) равнины. – М.: Галлея-Принт, 2008. – 484 с.

Дгебуадзе Ю.Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Российский журнал биологических инвазий, 2014. – Т. 7, № 1. – С. 2-8.

Ершов Д.В., Лукина Н.В., Барталев С.А., Лупян Е.А. Спутниковый мониторинг биоразнообразия и динамики лесных экосистем северной Евразии. Памяти академика А.С. Исаева посвящается // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии: Доклады VII Всероссийской конференции. – М.: ЦЭПЛ РАН, 2019. – С. 7–9.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.

Козлов С.А. О необходимости расширения списка охраняемых видов биоты путем включения микроартропод в Красную книгу // Проблемы ведения Красных книг субъектов Российской Федерации. Материалы междунар. семинар. Сост. З.А. Неволлина, А.В. Зырянов, Н.И. Науменко. – Курган, 2010. – С. 69–70.

Козырев А.В., Козьминых В.О., Есюнин С.Л. Состав локальных фаун жужелиц Урала и Предуралья // Жуки и колеоптерологи. – Режим доступа: <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/lfcarrur0.htm>. 2000.

Криволицкий Д.А. Панцирные клещи как индикатор почвенных условий // Зоология беспозвоночных (почвенная зоология). – М.: ВИНТИ АН СССР, 1978. – Т. 5. – С. 70–134.

Криволицкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. – М.: Наука, 1994. – 268 с.

Крышень А.М., Полевой А.В., Гнатюк Е.П., Кравченко А.В., Кузнецов О.Л. База данных местообитаний (биотопов) Карелии. Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2009. – № 4. – С. 3–10.

Кузнецов С.А. Большой толковый словарь русского языка. – СПб.: Норинт, 2004.

Кузнецова Н.А. Население почвообитающих коллембол в градиенте загрязнения хвойных лесов выбросами Среднеуральского медеплавильного завода // Экология, 2009. – № 6. – С. 439–448.

Кулешова Л.В. Опыт комплексного мониторинга лесных сообществ на гарях 1972 года в Окском заповеднике // Мониторинг сообществ на гарях и управление пожарами в заповедниках. – М.: ВНИИприроды, 2002. – С. 6–35.

Латыпов Ю.Я. Распределение и численность четырех фокальных видов донных беспозвоночных // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота / отв. ред. Тюрин А.Н. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – Т. 2. – С. 618–619.

Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биологическое разнообразие. – М.: Владос, 2004. – 432 с.

Лукиянов С.В., Лобачев Е.А. Редкие и мониторинговые виды насекомых (Insecta), отмеченные в окрестностях Биологической станции Мордовского университета // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича, 2016. – № 17. – С. 138–150.

Мазин Л.Н., Куваев А.В. Красная книга Российской Федерации: прошлое, настоящее, будущее. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 60 с.

Макаров К.В., Лыник И.В., Маталин А.В. Конкретные и локальные фауны жесткокрылых острова Кунашир // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг. – Майкоп: Изд-во АГУ, 2013. – С. 54–56.

Макаров К.В., Маталин А.В. Локальная фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) как объект изучения (на примере карабидофауны Приэльтонья) // Виды и сообщества в экстремальных условиях. Сборник, посвященный 75-летию академика Юрия Ивановича Чернова. – Москва-София: Т-во научных изданий КМК – PENSOFT Pbl., 2009. – С. 353–374.

Маталин А.В. Об использовании световых ловушек в экологических исследованиях жужелиц (Coleoptera, Carabidae) // Зоологический журнал, 1996. – Т. 75, № 5. – С. 744–757.

Маталин А.В. Соотношение пеших и летных миграций в популяциях массовых видов жужелиц (Insecta, Coleoptera, Carabidae) в условиях юго-запада степной зоны // Зоологический журнал, 1992. – Т. 71, № 9. – С. 57–68.

Мордкович В.Г. Порядок доминирования экологических групп мезогерпетобия в ходе сезонного развития сообществ Барабинской лесостепи // Зоологический журнал, 1973. – Т. 52, № 10. – С. 1490–1497.

МСОП. Поддержание биологического разнообразия в производстве цемента и заполнителей: Система предоставления информации и показателей биологического разнообразия (СПИПБР). – Гланд, Швейцария, 2014. – 72 с.

Наумов П.П. Анализ методов учета ресурсов охотничье-промысловых животных // Проблемы устойчивого развития регионального АПК: мат-лы науч.-практ. конф., 6–9 февр. 2006 г. Факультет охотоведения. – Иркутск, 2006. – С. 54–56.

Наумов П.П. Ошибки и достоверность материалов при учетах численности ресурсов животного мира // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Секция «Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов»: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 28–31 мая 2009 г. / Иркут. гос. с.-х. акад., фак. охотоведения. – Иркутск, 2009. – С. 291–301.

Наумов П.П. Трансектный метод учета охотничьих животных – альтернатива зимнему маршрутному учету // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения проф. Василия Николаевича Скалона, 23–26 мая 2013 г., г. Иркутск. – Иркутск, 2013. – С. 251–257.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.

Покаржевский А.Д., Гонгальский К.Б., Зайцев А.С., Савин Ф.А., Добровольский Г.В. Пространственная экология почвенных животных. – М.: КМК, 2007. – 174 с.

Поспелов И.Н., Поспелова Е.Б. Повторная инвентаризация флоры низовий реки Бикады (Яму-Неру, Таймыр) через 70 лет // Бот. журн., 2001. – Т. 86, № 5. – С. 13–29.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990.

Решетникова Н.М. Динамика флоры средней полосы европейской части России за последние 100 лет на примере Калужской области: дис. доктора биологических наук: 03.02.01. – М., 2016.

Решетникова Н.М., Бобровский М.В. Многолетние изменения флоры сосудистых растений заповедника «Калужские засеки» // Ботанический журнал, 2016. – Т. 101, № 11. – С. 1321–1344.

Решетникова Н.М., Виноградова Ю.К. Классификация местообитаний видов аборигенной и чужеродной фракций флоры // Флористические исследования в Средней России 2010–2015. – 2016. – С. 82–86.

Ручин А.Б. Глава 9. Методы исследований амфибий и рептилий. В кн. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. колл.: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; ред. колл.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 184–204.



Сажнев А.С. К фауне редких жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) ООПТ «Буркинский лес» Саратовской области // Научные труды Гос. природ. заповедника «Присурский». – Чебоксары, 2010. – С. 123–125.

Сафонов М.А., Сафонова Т.И., Каменева И.Н. Многолетняя динамика видовой структуры локальной микобиоты в лесах предгорий Южного Урала // Фундаментальные исследования. – 2013. – Т. 3, № 10. – С. 575–579.

Сачков С.А. Предложения по экологическому мониторингу беспозвоночных животных Жигулевского государственного заповедника // Экологические проблемы заповедных территорий России. – Тольятти, ИЭВБ РАН, 2003. – С. 84–91.

Сионова М.Н. Влияние рекреации на биоразнообразие модельных групп организмов нижнего яруса широколиственных и сосновых лесов Калужской области: Автореф. дис. канд. биолог. наук: 03.00.16 / Сионова Марина Николаевна, КГПУ. – Калуга, 2005. – 24 с.

Спиридонов С.Н. Глава 10. Методы орнитологических исследований. В кн. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. колл.: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; ред. кол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 205–241.

Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. – Калуга: Изд-во Калуж. ЦНТИ, 2003. – 158 с.

Тихомирова А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. – М., 1975. – С. 73–85.

Цуриков М.Н. Пределы числа видов жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) региональной фауны (на примере Липецкой области) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2012. – Т. 117, № 5. – С. 18–24.

Цуриков М.Н. Классификация методов отлова жуков и других беспозвоночных // Жуки и колеоптерологи. Режим доступа: <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/tsurik4.htm>. Дата создания: апрель 2003.

Черняховский М.Е. Фауна прямокрылообразных насекомых Московской области // Научные основы охраны живой природы Подмосковья. – М.: Наука, 1988. – С. 72–78.

Шашков М.П. Популяционно-демографические подходы к изучению внутривидовых дождевых червей в лесах Калужской области // Лесоведение. – 2016. – № 1. – С. 55–64.

Шефтель Б.И. Зональные особенности населения насекомоядных млекопитающих Енисейской тайги и лесотундры. Животный мир Енисейской тайги и лесотундры и природная зональность. – М.: Наука, 1983. – С. 184–203.

Ширяев А.Г., Морозова О.В. Методологическая основа и результат картирования видового богатства микобиоты в континентальном масштабе // География и современные проблемы географического образования. – 2019. – С. 69–75.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm#Ref>. Дата создания: 2003.

Шляхтин Г.В., Голикова В.Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986.

Щербаков А.В., Полева С.В., Решетникова Н.М. К динамике изучения флоры особо охраняемой природной территории // История и развитие идей П.П. Семенова-Тян-Шанского в соврем. науке и практике школьного образования: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Т. 2. – Липецк, 2002. – С. 208–209.

Юрцев Б.А. Мониторинг биоразнообразия на уровне локальных флор // Бот. журн., 1997. – Т. 82, № 6. – С. 60–70.

Юрцев Б.А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор // Бот. журн., 1975. – Т. 60, № 1. – С. 69–83.

Яшина Т.В. Индикаторы оценки биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. Руководство по использованию. – Красноярск, 2011. – 56 с.

Andelman S.J., Fagan W.F. Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? // Proceedings of the National Academy of Sciences, 2000. – V. 97, No 11. – P. 5954–5959.

Andersen J., Arneberg P. Hand collection as a method for assessing the community structure of carabid beetles // Pedobiologia, 2016. – V. 59. – P. 73–81.

Anderson J.M. & Ingram J.S.E.I. Tropical Soil Biology and Fertility. A handbook of methods. CAB. – International UK, 1993.

Barrett K., Nibbelink N.P. & Maerz J.C. Identifying priority species and conservation opportunities under future climate scenarios: Amphibians in a biodiversity hotspot // Journal of Fish and Wildlife Management, 2014. – No 5 (2). – P. 282–297.

Barua M., Gurdak D.J., Ahmed R.A. & Tamuly J. Selecting flagships for invertebrate conservation // Biodiversity and Conservation, 2012. – V. 21 (6). – P. 1457–1476.

Beck M.W. Separating the elements of habitat structure: independent effects of habitat complexity and structural components on rocky intertidal gastropods // Journal of experimental marine biology and ecology, 2000. – V. 249 (1). – P. 29–49.

Breckheimer I.A.N., Haddad N.M., Morris W.F., Trainor A.M., Fields W.R., Jobe R.T., <..> & Walters J.R. Defining and evaluating the umbrella species concept for conserving and restoring landscape connectivity // Conservation biology, 2014. – V. 28 (6). – P. 1584–1593.

Callaghan D. The inventory of bryophytes at sites: completeness and survey effort // Journal of Bryology, 2012. – V. 34, No 1. – P. 37–44.

Cameron R.A.D. & Pokryszko B.M. Estimating the species richness and composition of land mollusc communities: Problems, consequences and practical advice // Journal of Conchology, 2005. – V. 38 (5). – P. 529–548.

Caro T. Conservation by proxy: indicator, umbrella, keystone, flagship, and other surrogate species. – Island Press, 2010.

Caro T.M. & O'Doherty G. On the use of surrogate species in conservation biology // Conservation biology, 1999. – V. 13 (4). – P. 805–814.

Chandler M., See L., Copas K., Bonde A.M., López B.C., Danielsen F., <..> & Rosemartin A. Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring // Biological Conservation, 2017. – V. 213. – P. 280–294.

Coleman D.C., Blair J.M., Elliott E.T. & Wall D.H. Soil invertebrates // Standard soil methods for long-term ecological research. – Oxford University Press, 1999. – P. 349–377.

Conrad K.F., Fox R. & Woiwod I.P. Monitoring biodiversity: measuring long-term changes in insect abundance // Insect conservation biology, 2007. – P. 203–225.

Corti R., Larned S.T. & Datry T. A comparison of pitfall-trap and quadrat methods for sampling ground-dwelling invertebrates in dry riverbeds // Hydrobiologia, 2013. – V. 717 (1). – P. 13–26.

Davies C.E., Moss D. & Hill M.O. EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: European Environment Agency-European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, 2004. – P. 127–143.

Deharveng L., Bedos A., Daugeron C., Villemant C. & Judson M.L. Organization, usefulness and limitations of an ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory): the inventory of terrestrial invertebrates in the Mercantour National Park // Zoosystema, 2015. – V. 37 (1). – P. 9–30.

Ducarme F., Luque G.M. & Courchamp F. What are “charismatic species” for conservation biologists // *BioSciences Master Reviews*, 2013. – V. 10 (2013). – P. 1–8.

Edwards C.A. The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates // *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1991. – V. 34 (1–4). – P. 145–176.

Fattorini S. Regional insect inventories require long time, extensive spatial sampling and good will // *PLoS One*, 2013. – V. 8, No 4. – e62118.

Fleishman E., Blai R.B. & Murphy D.D. Empirical validation of a method for umbrella species selection // *Ecological Applications*, 2001. – No 11 (5). – P. 1489–1501.

Foit J., Kašák J. & Nevorál J. Habitat requirements of the endangered longhorn beetle *Aegosoma scabricorne* (Coleoptera: Cerambycidae): a possible umbrella species for saproxylic beetles in European lowland forests // *Journal of insect conservation*, 2016. – V. 20 (5). – P. 837–844.

Gardi C., Montanarella L., Arrouays D., Bispo A., Lemanceau P., Jolivet C., <...> & Menta C. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges // *European Journal of Soil Science*, 2009. – V. 60 (5). – P. 807–819.

Gobbi M., Barragán Á., Brambilla M., Moreno E., Pruna W. & Moret P. Hand searching versus pitfall trapping: how to assess biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in high altitude equatorial Andes? // *Journal of Insect Conservation*, 2018. – V. 22 (3–4). – P. 533–543.

Gouix N., Sebek P., Valladares L., Brustel H. & Brin A. Habitat requirements of the violet click beetle (*Limoniscus violaceus*), an endangered umbrella species of basal hollow trees // *Insect conservation and diversity*, 2015. – V. 8 (5). – P. 418–427.

Grootaert P., Pollet M., Dekoninck W. & Van Achterberg C. (2010). Sampling insects: general techniques, strategies and remarks // Eymann J., Degreef J., Häuser J., Monje C., Samyn Y. and Vanden Spiegel D. (eds.) *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. Abc Taxa, Belgium*, 2010. – P. 337–399.

Grytnes J.A., Birks H.J.B. & Peglar S.M. The taxonomic distribution of rare and common species among families in the vascular plant flora of Fennoscandia // *Diversity and Distributions*, 1999. – No 5(5). – P. 177–186.

Hines J.W. & Heikkinen H.J. Beetles attracted to severed Virginia Pine (*Pinus virginiana* Mill.) // *Environmental Entomology*, 1977. – No 6 (1). – P. 123–127. <https://doi.org/10.1093/ee/6.1.123>

Home R., Keller C., Nagel P., Bauer N. & Hunziker M. Selection criteria for flagship species by conservation organizations // *Environmental Conservation*, 2009. – P. 139–148.

Hurme E., Mönkkönen M., Sippola A.L., Ylinen H. & Pentinsaari M. Role of the Siberian flying squirrel as an umbrella species for biodiversity in northern boreal forests // *Ecological Indicators*, 2008. – V. 8 (3). – P. 246–255.

Kim K.C. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter // *Biodiversity & Conservation*, 1993. – V. 2, No 3. – P. 191–214.

Knapp M., Knappová J., Jakubec P., Vonička P. & Moravec P. Incomplete species lists produced by pitfall trapping: How many carabid species and which functional traits are missing? // *Biological Conservation*, 2020. – V. 245. – P. 108545.

Knuff A.K., Winiger N., Klein A.M., Segelbacher G. & Staab M. Optimizing sampling of flying insects using a modified window trap // *Methods in Ecology and Evolution*, 2019. – No 10 (10). – P. 1820–1825.

Lambeck R.J. Focal Species: A Multi-Species Umbrella for Nature Conservation // *Conservation biology*, 1997. – No 11 (4). – P. 849–856.

Lawton J.H., Bignell D.E., Bolton B., Bloemers G.F., Eggleton P., Hammond P.M., <...> & Stork N.E. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest // *Nature*, 1998. – V. 391 (6662). – P. 72–76.

Leather S.R. (Ed.). *Insect sampling in forest ecosystems*. John Wiley & Sons, 2008.

Lee W., McGlone M., Wright E. Biodiversity inventory and monitoring: a review of national and international systems and a proposed framework for future biodiversity monitoring by the Department of Conservation // Landcare Research contract report LC0405/122. – Wellington, 2005. – 213 p.

Leibold M.A., Holyoak M., Mouquet N., Amarasekare P., Chase J.M., Hoopes M.F., <...> & Gonzalez A. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology // *Ecology letters*, 2004. – No 7 (7). – P. 601–613.

Lindenmayer D.B., Gibbons P., Bourke M.A.X., Burgman M., Dickman C.R., Ferrier S., <...> & Hobbs R.J. Improving biodiversity monitoring // *Austral Ecology*, 2012. – V. 37 (3). – P. 285–294.

Liu Y., Axmacher J.C., Li L., Wang C. & Yu Z. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) inventories: a comparison of light and pitfall trapping // *B. Entomol. Res.*, 2007. – V. 97 (6). – P. 577–583.

Löhmus A., Löhmus P. & Runnel K. A simple survey protocol for assessing terrestrial biodiversity in a broad range of ecosystems // *PloS one*, 2018. – V. 13 (12). – e0208535.

Longino J.T. & Colwell R.K. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological applications*, 1997. – V. 7 (4). – P. 1263–1277.

Loos J. et al. Developing robust field survey protocols in landscape ecology: a case study on birds, plants and butterflies // *Biodiversity and Conservation*, 2015. – V. 24, No 1. – P. 33–46.

Manley P.N. & Van Horne B. The Multiple Species Inventory and Monitoring protocol: a population, community, and biodiversity monitoring solution for National Forest System lands // *Monitoring Science and Technology Symposium: Unifying Knowledge for Sustainability in the Western Hemisphere Proceedings RMRS-P-42CD*. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2006. – V. 42. – P. 671–680.

Manley P.N., Van Horne B., Roth J.K., Zielinski W.J., McKenzie M.M., Weller T.J., <...> & Vojta C. Multiple species inventory and monitoring technical guide, version 1.0. US Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC [Online.], 2005. Available at [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5162596.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5162596.pdf).

Matalin A.V., Makarov K.V. Using demographic data to better interpret pitfall trap catches // *ZooKeys*, Special issue (eds. Kotze D.J., Assmann Th., Noordijk J., Turin H., Vermeulen R.): “Carabid Beetles as Bioindicators: Biogeographical, Ecological and Environmental Studies. Proceedings of the XIV European Carabidologists Meeting, Westerbork, 14–18 September, 2009”. – 2011. – V. 100. – P. 223–254.

Mazzei A., Bonacci T., Contarini E., Zetto T. & Brandmayr P. Rediscovering the ‘umbrella species’ candidate *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in Southern Italy (Coleoptera Cucujidae), and notes on bionomy // *Italian Journal of Zoology*, 2011. – V. 78 (2). – P. 264–270.

Mesibov R., Taylor R.J. & Brereton R.N. Relative efficiency of pitfall trapping and hand-collecting from plots for sampling of millipedes // *Biodiversity & Conservation*, 1995. – No 4 (4). – P. 429–439.

New T.R. Taxonomic focus and quality control in insect surveys for biodiversity conservation // *Australian Journal of Entomology*, 1996. – V. 35, № 2. – P. 97–106.

Nichols B.J. & Langdon K.R. The Smokies all taxa biodiversity inventory: history and progress. *Southeastern Naturalist*, 2007. – No. 6 (sp2). – P. 27–34. [https://doi.org/10.1656/1528-7092\(2007\)6\[27:TSATBI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1656/1528-7092(2007)6[27:TSATBI]2.0.CO;2).

Noss R.F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach // *Conservation biology*, 1990. – V. 4, No 4. – P. 355–364.

Nyundo B.A. & Yarro J.G. An assessment of methods for sampling carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in a montane rain forest // *Tanzania Journal of Science*, 2007. – V. 33. – P. 41–49.

Oberhauser K. & Guiney M. Insects as flagship conservation species // *Terrestrial Arthropod Reviews*, 2009. – No 1 (2). – P. 111–123.

Oliver I. & Beattie A.J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity // *Ecological applications*, 1996. – V. 6 (2). – P. 594–607.

Popic T.J., Davila Y.C. & Wardle G.M. Evaluation of common methods for sampling invertebrate pollinator assemblages: net sampling out-perform pan traps // *PloS one*, 2013. – V. 8 (6).

Powell J.A. Assessment of inventory effort for Lepidoptera (Insecta) and the status of endemic species on Santa Barbara Island, California // *Proceedings of the Sixth California Island Symposium*. Santa Barbara, CA: Santa Barbara Museum of Natural History, 2005. – P. 351–371.

Ramírez-Hernández A., Escobar F., Montes de Oca E. & Arellano L. Assessing Three Sampling Methods to Survey and Monitor Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Riparian Cloud Forests // *Environmental entomology*, 2018. – V. 47 (6). – P. 1565–1572.

Ranius T. *Osmoderma eremita* as an indicator of species richness of beetles in tree hollows // *Biodiversity & Conservation*, 2002. – V. 11 (5). – P. 931–941.

Regan H.M., Hierl L.A., Franklin J., Deutschman D.H., Schmalbach H.L., Winchell C.S. & Johnson B.S. Species prioritization for monitoring and management in regional multiple species conservation plans // *Diversity and Distributions*, 2008. – V. 14 (3). – P. 462–471.

Resources Inventory Committee. Species inventory fundamentals. Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No 1. – 1998. URL: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/natural-resource-stewardship/nr-laws-policy/risc/spifml20.pdf>.

Roberge J.M. & Angelstam P.E.R. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool // *Conservation biology*, 2004. – V. 18 (1). – P. 76–85.

Sasakawa K. Effects of pitfall trap preservatives on specimen condition in carabid beetles // *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2007. – V. 125 (3). – P. 321–324.

Sattler T., Pezzatti G.B., Nobis M.P., Obrist M.K., Roth T. & Moretti M. Selection of multiple umbrella species for functional and taxonomic diversity to represent urban biodiversity // *Conservation Biology*, 2014. – V. 28 (2). – P. 414–426.

Schipper J. & Rovero F. Effective Biodiversity Assessment and Monitoring // *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, 2018. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09844-4.

Sherley G., Evans A. Invertebrates: search and extraction methods // *Inventory and monitoring toolbox*. URL: <https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/science-and-technical/inventory-monitoring/im-toolbox-invertebrates-search-and-extraction-methods.pdf>. 2016.

Silvano A.L., Guyer C., Steury T.D. & Grand J.B. Selecting focal species as surrogates for imperiled species using relative sensitivities derived from occupancy analysis // *Ecological Indicators*, 2017. – V. 73. – P. 302–311.

Simberloff D. Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era? // *Biological Conservation*, 1998. – V. 83 (3). – P. 247–257. doi:10.1016/S0006-3207(97)00081-5.

Smith J., Potts S. & Eggleton P. Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems // *European Journal of Soil Biology*, 2008. – V. 44 (3). – P. 271–276.

Southwood T.R.E. & Henderson P.A. Ecological methods. John Wiley & Sons, 2009.  
Sutherland W.J. (Ed.). Ecological census techniques: a handbook. Cambridge university press, 2006.

Sverdrup-Thygeson A. & Birkemoe T. What window traps can tell us: effect of placement, forest openness and beetle reproduction in retention trees // *Journal of Insect Conservation*, 2009. – V. 13 (2). – P. 183.

Tuf I.H. Different collecting methods reveal different ecological groups of centipedes (Chilopoda) // *Zoologia (Curitiba)*, 2015. – V. 32 (5). – P. 345–350.

US Fish and Wildlife Service. Technical reference on using surrogate species for landscape conservation. Washington, DC, USA. <https://www.fws.gov/science/pdf/Surrogate-Species-Technical-Reference.pdf>. 2015.

Van Strien A.J., van Swaay C.A.M., Termaat T. Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models // *Journal of Applied Ecology*, 2013. – V. 50, No 6. – P. 1450–1458.

Vennila S. & Rajagopal D. Optimum sampling effort for study of tropical ground beetles (Carabidae: Coleoptera) using pitfall traps. *Current science*, 1999. – P. 281–283.

Wilkening A.J., Foltz J.L., Atkinson T.H. & Connor M.D. An omnidirectional flight trap for ascending and descending insects // *The Canadian Entomologist*, 1981. – V. 113. – P. 453–455. <https://doi.org/10.4039/Ent113453-5>.

Woodcock B.A. Pitfall trapping in ecological studies // *Insect sampling in forest ecosystems*, 2005. – P. 37–57.

Wünsch Y., Schirmel J. & Fartmann T. Conservation management of coastal dunes for Orthoptera has to consider oviposition and nymphal preferences // *Journal of Insect Conservation*, 2012. – No 16 (4). – P. 501–510.

WWF. Know your flagship, keystone, priority and indicator species. [https://wwf.panda.org/discover/our\\_focus/wildlife\\_practice/flagship\\_keystone\\_indicator\\_definition/](https://wwf.panda.org/discover/our_focus/wildlife_practice/flagship_keystone_indicator_definition/). 2020.

Zhang J., Drummond F.A., Liebman M. & Hartke A. Phenology and dispersal of *Harpalus rufipes* De Geer (Coleoptera: Carabidae) in agroecosystems in Maine // *Journal of Agricultural Entomology*, 1997. – No 14 (2). – P. 171–186.

## Список рекомендуемой литературы

### К разным главам книги

Битти К.Р., Кокс Н.А., Кьюзи М.И. Методические рекомендации по учету биоразнообразия при проведении оценки перспектив восстановления лесных ландшафтов. Издание первое. – Гланд, Швейцария: МСОП, 2018. – v + 43 с. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.10.ru>.

Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Под ред. О.В. Смирновой. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с. Кн. 2. – 575 с.

Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки / А.А. Алейников, О.Н. Бахмет, М.В. Бобровский и др., отв. ред. Л.Б. Заугольнова и Т.Ю. Браславская. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 383 с.

Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. коллектив: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; ред. кол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.

Смирнова О.В. Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере восточноевропейских лесов) // Лесоведение. – 2004. – № 3. – С. 15–27.

### К главе 1

Дмитриев В.В., Жиров А.И., Ласточкин А.Н. Прикладная экология. – М.: «Академия», 2008. – 608 с.

Изумрудная сеть территорий особого природоохранного значения. Руководство для органов государственной власти субъектов Российской Федерации, дирекций особо охраняемых природных территорий и органов местного самоуправления / Составители Н.А. Соболев, Н.М. Алексеева, Е.С. Пушай. – Санкт-Петербург, 2015. – 49 с.

Информационный сайт о Глобальной Системе о Биоразнообразии. <http://gbif.ru/>.

Ковалев Д.Н., Носков Г.А., Носкова М.Г., Попов И.Ю., Рымкевич Т.А. Концепция формирования региональных систем особо охраняемых природных территорий (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области). Часть I: Экологические аспекты // Биосфера, 2012. – Т. 4, № 4. – С. 427–462.

Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с.

Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Крылов А.В. Черная книга Калужской области. Сосудистые растения. – Калуга: ООО «Ваш Домь», 2019. – 342 с.

Хански И. Ускользящий мир: Экологические последствия утраты местообитаний. Пер. с англ. 2-е изд. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2015. – 340 с.

### К главе 2

#### Общие руководства по ГИС

Денисов Д.А. Методическое руководство по камеральной обработке и выводу материалов для отчетов и Летописи природы с использованием ГИС QGIS Desktop 2.10.1, ArcView GIS 3.2a, Global Mapper 14, табличных редакторов Microsoft Excel 2003, 2010, OpenOffice Calc и ряда иного программного обеспечения. – Нижний Новгород, 2016. – 208 с., с ил.

Коросов А.В., Зорина А.А. Экологические приложения Quantum GIS. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016. – 211 с.

Навигатор в телефоне. Настройка Locus Map для Android // ШУРИКTRAVEL. Сайт инструктора-проводника. Походы с Александром Сухопяткиным. [https://shuriktravel.ru/locusmap\\_firststep/](https://shuriktravel.ru/locusmap_firststep/).

Территория ГИС: Блог Александра Фадеева. <https://terraingis.ru/>.

Чащин А.Н. Основы обработки спутниковых снимков в QGIS: учебно-методическое пособие. – Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2018. – 47 с.

GIS-Lab: Географические информационные системы и дистанционное зондирование (неформальное сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ). <https://gis-lab.info/>.

KartenX: Фабрика картографии и геоинформатики [видеоканал] <https://www.youtube.com/c/KartenX/featured>.

#### **Анализ мультиспектральных снимков**

Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование. [http://mapexpert.com.ua/index\\_ru.php?id=20&table=news](http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news).

ДЗЗ для экологических задач. Часть 1: Введение в теорию ДЗЗ. [https://wiki.gis-lab.info/w/ДЗЗ\\_для\\_экологических\\_задач\\_Часть\\_1:\\_Введение\\_в\\_теорию\\_ДЗЗ](https://wiki.gis-lab.info/w/ДЗЗ_для_экологических_задач_Часть_1:_Введение_в_теорию_ДЗЗ).

Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+. <https://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>.

Sentinel 2 Bands and Combinations. <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations/>. Last Updated: November 23, 2019.

Sentinel Online. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial> (схема с каналами Sentinel).

#### **Источники данных**

Куршев Е. Карты для Locus'a. <https://melda.ru/locus/maps/>.

SRTM Data. <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>.

USGS: science for a changing world. <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

#### **К главе 3**

##### **Определители растений и аннотированные списки видов**

Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, А.К. Скворцов, А.В. Крылов, Н.В. Воронкина, М.И. Попченко, А.А. Шмытов. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 548 с., ил., 212 с. цв. ил.

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 11-е исправл. и дополн. изд. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2014. – 635 с.

Определитель сосудистых растений центра Европейской России / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. 2-е изд. испр. и доп. – М.: Аргус, 1995. – 560 с.

Плантариум: Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн-атлас и определитель растений. <https://www.plantarium.ru>.

Платформа iNaturalist <https://www.inaturalist.org/>.

Флора Восточной Европы / Под ред. Н.Н. Цвелева. – Т. 9, 10. – СПб.: Мир и семья, 1996–2001.

Флора европейской части СССР / Под ред. А.А. Федорова (т. 1-6) и Н.Н. Цвелева (т. 7, 8): В 8 т. – Л.: Наука, 1974–1989.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.

##### **Методы изучения растительности**

Булохов А.Д. Учебно-полевая практика по лесоведению: Учебное пособие. – Брянск: РИО БГУ, 2007. – 72 с.



Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. – Брянск: Издательство БГУ, 2003. – 359 с.

Заугольнова Л.Б., Мартыненко В.Б. Определитель типов леса Европейской России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cepl.rssi.ru/bio/forest/>. Дата обновления: февраль 2014.

Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области / отв. ред. И.А. Кузнецова. – Екатеринбург: Урал. – Следопыт, 2008. – 216 с.

Мартыненко В.Б., Баишева Э.З., Миркин Б.М., Широких П.С., Мулдашев А.А. О системе критериев оценки растительных сообществ для разработки региональной Зеленой книги // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2013. – Т. 15 (3–4). – С. 1364–1367.

Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / Под ред. А.В. Пугачевского. – Ин-т экспер. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2011. – 165 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Введение в современную науку о растительности. – М.: ГЕОС, 2017. – 280 с.

Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: Методическое пособие. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.

Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). – М., 2008. – 886 с.

### **Методы флористических исследований сосудистых растений**

Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во Наркомпроса, 1938. – 208 с.

Гнатюк Е.П., Крышень А.М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии). – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. – 65 с.

Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, А.К. Скворцов, А.В. Крылов, Н.В. Воронкина, М.И. Попченко, А.А. Шмытов. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 548 с., ил., 212 с. цв. ил.

Решетникова Н.М. Динамика флоры средней полосы европейской части России за последние 100 лет на примере Калужской области: автореф. дис. д-ра биол. наук / Н.М. Решетникова. – М., 2016. – 47 с.

Саксонов С.В. Теоретические основы регионального флористического мониторинга. – Тольятти: Кассандра, 2017. – 532 с.

Серегин А.П. Флора Владимирской области: анализ данных сеточного картирования. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 441 с.

Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 198 с.

Щербаков А.В., Майоров С.Р. Инвентаризация флоры и основы гербарного дела: Метод. рекомендации. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. – 50 с.

### **Мохообразные**

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 1. – М.: КМК, 2003.

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 2. – М.: КМК, 2004.

Игнатова Е.А., Игнатов М.С., Федосов В.Э., Константинова Н.А. Краткий определитель мохообразных Подмосквья. – М.: КМК, 2011.

Телеганова В.В. Мхи (Bryophyta) Калужской области / Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области». Вып. 5. – Калуга: ООО «Ваш Домъ», 2020. – 100 с., ил.

### **Грибы и лишайники**

Андреев М.П., Гимельбрант Д.Е. Флора лишайников России: Род *Protopermella*, семейства *Coenogoniaceae*, *Gyalectaceae* и *Umbilicariaceae* / М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант и др. (Книги, изданные при поддержке РФФИ). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 309 с.

Балашова Н.Б., Тобиас А.В., Гимельбрант Д.Е. Летняя практика по альгологии и микологии в Санкт-Петербургском университете: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. – 236 с.

Биоразнообразие и экология низших растений. Методика сбора, описания и определения агарикоидных базидиомицетов: Метод. указания для летней полевой практики / Сост. Л.Г. Переведенцева. – Пермь, 2007. – 28 с.

Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности грибов. Методическое пособие. – М.: «Экосистема», 2008. – 22 с.

Бондарцев А.С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1106 с.

Большаков С.Ю., Ивойлов А.В. Глава 3. Методика изучения видового разнообразия макроскопических грибов / В кн. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. колл.: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; ред. кол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 61–85.

Бондарцев А.С., Зингер Р.А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. – 1950. – Сер. II, вып. 6. – С. 499–543.

Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. – СПб.: Наука, 1998. – 391 с.

Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Вып. 1. Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые. – Л.: Наука, 1986. – 192 с.

Бурова Л.Г., Томилин Б.А. Изучение грибов как компонента биогеоценоза // Программа и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1974. – С. 122–131.

Ванин С.И. Лесная фитопатология. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 416 с.

Васильева Л.Н. Агариковые шляпочные грибы Приморского края. – Л.: Наука, 1973. – 330 с.

Васильева Л.Н. Изучение макроскопических грибов (макромицетов) как компонентов растительных сообществ // Полевая геоботаника: в 5 т. – М., Л.: Наука, 1959. – Т. 1. – С. 387–398.

Васильков Б.П. Съедобные и ядовитые грибы средней полосы европейской части России: Определитель. Изд. 2-е, перераб. – СПб.: Наука, 1995. – 190 с.

Вассер С.П. Флора грибов Украины. Агариковые грибы. – Киев: Наук. думка, 1980. – 328 с.

Вассер С.П. Флора грибов Украины. Аманитальные грибы. – Киев: Наук. думка, 1992. – 168 с.

Вассер С.П., Солдатова И.М. Высшие базидиомицеты степной зоны Украины. – Киев: Наукова думка, 1977. – 355 с.

Великанов Л.Л., Сидорова И.И., Успенская Г.Д. Полевая практика по экологии грибов и лишайников. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 112 с.

Вишневский М.В. Несъедобные, ядовитые и галлюциногенные грибы. Справочник-атлас. – М.: Формика-С, 2001. – 192 с.

Вишневский М.В. Определитель агарикоидных базидиомицетов Московской области. Часть 1: Определитель родов. – М.: ИД «Муравей», 1999. – 40 с.

Гарибова Л.В. Сбор и составление гербария грибов // Грибы СССР / М.В. Горленко, М.А. Бондарцева, Л.В. Гарибова [и др.]; отв. ред. М.В. Горленко. – М.: Мысль, 1980. – С. 54–60.

Грюнтер Г., Грюнтерт Р. Грибы / Пер. с нем. И. Шаталова. – М.: АСТ; Астрель, 2002. – 288 с.

Дудка И.А., Вассер С.П. Грибы. Справочник миколога и грибника. – Киев: Наукова думка, 1987. – 535 с.

Елеусенова Н.Г., Переведенцева Л.Г. Сосудистые растения и грибы-макромицеты заказника Верх-Кважва: научно-методические разработки по летней полевой ботанической практике. – Пермь: Пермский гос. пед. институт, 1988. – 100 с.

Жукова А.И., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Ледяева А.С. Лесное ресурсосведение. – СПб.: СПб ГЛТА, 2008. – 215 с.

Змитрович И.В. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 3. Семейства ателиевые и амилокортициевые. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 278 с.

Змитрович И.В., Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф., Спиринов В.А. Плевротоидные грибы Ленинградской области (с заметками о редких и интересных восточноевропейских таксонах). – СПб.: Изд-во ВИЗР, 2004. – 124 с.

Карманная энциклопедия. Грибы. – СПб.: ООО «СЗКЭО», 2010. – 608 с.

Кибби Дж. Атлас грибов: определитель видов / Пер. с англ. Е.С. Попова. – СПб.: ТИД Амфора, 2009. – 269 с.

Коваленко А.Е. Определитель грибов СССР. Порядок Hymenochaetales. – Л.: Наука, 1989. – 175 с.

Определитель лишайников России. Вып. 7 / Рос. АН, Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова; отв. ред. Н.С. Голубкова; сост. М.П. Андреев и др. – СПб.: Наука, 1998. – 165 с.

Кутафьева Н.П. Морфология грибов: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2003. – 215 с.

Леонтьев Д.В., Сербин А.Г., Росихин В.В., Буряк В.В., Панасенко А.И., Юрченко И.А., Кочергина А.В., Парченко В.В., Каплаушенко А.Г. Медицинская микология с основами микотоксикологии. Учебник для высших учебных заведений / Под ред. Д.В. Леонтьева, А.Г. Сербина. – Харьков, 2010. – 142 с.

Лессо Т. Грибы: определитель. – М.: АСТ, Астрель, 2003. – 304 с.

Лиштва А.В. Лихенология: учеб.-метод. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 122 с.

Методика выявления дикорастущих сырьевых ресурсов при лесоустройстве / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву [Сост. Бочаров И.В. и др.]. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1987. – 52 с.

Методика оценки запасов дикорастущих ягод (семейства брусничных) и грибов при лесоустройстве в центральной части подзоны южной тайги и северной подзоны смешанных лесов европейской территории РСФСР / Сост. А.Ф. Черкасов и др. – М.: ВНИИЛМ, 1990. – 28 с.

Методика сбора и описания агарикоидных базидиомицетов: метод. указания для полевой практики по систематике низших растений, спецкурсам по микологии и экологии грибов / Перм. ун-т; сост. Л.Г. Переведенцева. – Пермь, 2007. – 22 с.

Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие. – Рязань, 2011. – 360 с.

Нездойминого Э.Л. Определитель грибов России. Порядок агариковые. Вып. 1. Семейство паутинниковые. – СПб.: Наука, 1996. – 408 с.

Ниемея Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России // *Norrinia*, 2001. – Т. 8. – С. 1–120.

Николаева Т.Л. Флора споровых растений СССР. Т. VI. Ежовиковые грибы. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. – 433 с.

Определитель лишайников России. Вып. 6–10 / Отв. ред. Н.С. Голубкова. – СПб.: Наука, 1996–2008.

Определитель лишайников СССР. Вып. 1–5 / Отв. ред. И.И. Абрамов. – Л.: Наука, 1971–1978.

Переведенцева Л.Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – 199 с.: ил.

Переведенцева Л.Г., Переведенцев В.М. Грибы России. Книга 1. – Пермь: Изд-во ПГПУ, 1995. – 190 с.

Сафонов М.А. Трутовые грибы Оренбургской области. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2000. – 152 с.

Серганина Г.И. Шляпочные грибы Белоруссии. Определитель и конспект флоры. – Минск: Наука и техника, 1984. – 407 с.

Смицкая М.Ф. Флора грибов Украины. Оперкулятные дискомицеты. – Киев: Наук. думка, 1980. – 224 с.

Сонина А.В., Степанова В.И., Тарасова В.Н. Лишайники: учеб. пособие. Ч. 1: Морфология, анатомия, систематика. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. – 216 с.

Флора Беларуси. Грибы. В 7 т. Т. 1: Boletales, Amanitales, Russulales / О.С. Гапиенко, Я.А. Шапорова; под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 199 с.

Флора лишайников России. Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников // Андреев М.П., Ахти Т., Войцехович А.А., Гагарина Л.В., Гимельбрант Д.Е., Давыдов Е.А., Конорева Л.А., Кузнецова Е.С., Макрый Т.В., Надеина О.В., Рандлане Т., Саар А., Степанчикова И.С., Урбанавичюс Г.П. – М., СПб: Издательство: Товарищество науч. изд. КМК, 2014. – 533 с.

Эванс Ш., Кибби Дж. Грибы. Энциклопедия / Пер. с англ. и науч. ред. Е.Н. Лекомцевой. – М.: АСТ; Астрель, 2008. – 296 с.

Biodiversity of the Fungi. Inventory and Monitoring Methods / Eds. G.M. Mueller, G.F. Bills, M.S. Foster. Burlington: Elsevier Academic Press, 2004. – 777 p.

Buyck B., Læssøe T., Meyer M., Hofsetter V. Guidelines for the field mycologist with emphasis on the larger fungi // *Abc Taxa*. 2010. Vol. 8: Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories / Eds. J. Eymann, J. Degreef, C.L. Hauser [et al.]. – P. 308–330.

Collecting and Preserving Fungi. A Manual for Mycology / Ed. by A.P. Baxter, E. van der Linde. Johannesburg: ARC – PPRI, 1999. – 86 p.

Courtecuisse R., Duhem B. Mushrooms & toadstools of Britain and Europe. – London: Harper Collins, 1995. – 480 p.

Leonard P.L. A guide to collecting and preserving fungal specimens for the Queensland Herbarium. – Brisbane, 2010. – 45 p.

Moser M. Die Röhrlinge und Blätterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales) // Kleine Kryptogamenflora. Bd. 2b. 2. – Stuttgart, New York, 1983. – 533 S.

Nordic Macromycetes. Vol. 2. – Copenhagen: Nordsvamp, 1992. – 474 p.

#### К главе 4

Бабенко А.С., Булатова У.А., Нужных С.А. Методы учета почвенных беспозвоночных. Учеб. пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2010. – 55 с.

Балашов И.А. Стебельчатоглазые (Stylommatophora) (Фауна Украины. Моллюски. Т. 29. Вып. 5). – Киев: Наукова думка, 2016. – 592 с.

Беньковский А.О. Простой эксгаустер с резиновой грушей и сменными резервуарами <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/benexhau.htm> 2003.

Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 339 с.

Гребенников К.А. Ловушки Мерике: практика применения в Богдинско-Баскунчакском заповеднике // KGBase: K. Grebennikov – Biodiversity Data. Режим доступа: <http://kgbase.ru/?p=144>. Дата создания: 26.01.2015.

Дедюхин С.В. Принципы и методы эколого-фаунистических исследований наземных насекомых: Учебно-методическое пособие. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2011. – 93 с.

Дубатов В.В. Использование светоловушек для оценки обилия ночных чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) // Евразийский энтомологический журнал, 2012. – Т. 11, № 2. – С. 186–188.

Душенков В.М., Макаров К.В. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных. – М.: Издат. центр «Академия», 2000. – 256 с.

Егоров Л.В., Иванов А.В. Жесткокрылые (Insecta, Coleoptera), собранные ферментными кроновыми ловушками в Чувашии // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2018. – № 21. – С. 191–204.

Количественные методы в почвенной зоологии / Ю.Б. Бызова, М.С. Гиляров, В. Дунгер и др. – М., 1987. – 288 с.

Лобанов А.Л. Миниатюрный эксгаустер с металлическими трубками. <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/exhauall.htm>.

Любищев А.А. К методике количественного учета и районирования насекомых. – Фрунзе, 1958. – 167 с.

Лябзина С.Н., Узенбаев С.Д. Энтомологическая коллекция: методическое пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 36 с.

Мариковский П.И. Юному энтомологу. – М.: Детская литература, 1969.

Методы почвенно-зоологических исследований. – М., 1975.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под ред. С.Я. Цалолызина. – СПб., 1994–2004. – Т. 1–6.

Плавильщиков Н.Н., Кузнецов Н.В. Собрание и изготовление зоологических коллекций. – М.: Госкультпросветиздат, 1952.

Потапов М.Б., Кузнецова Н.А. Методы исследования сообществ микроартропод. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2011.

Самков М.Н., Чернышев В.Б. Оконные ловушки и возможности их использования в энтомологии // Зоол. журн., 1983. – Т. 62, вып. 10. – С. 1571–1574.

Стойко Т.Г., Булавкина О.В. Определитель наземных моллюсков лесостепи Правобережного Поволжья. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 96 с.

Тилли А.С. Мой любимый эксгаустер с резиновой грушей на основе столовой ложки. <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/tillyexh.htm>.

Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. Изд. 2. Учебн. пособие для университетов. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.

Цуриков М.Н. Гуманные методы исследования беспозвоночных // Заповідна справа в Україні, 2003. – Т. 9, вып. 3. – С. 52–57.

Цуриков М.Н. Светоловушка для мелких насекомых. <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/addpages/tsurikov/bpprsv7.html>. Дата создания: 2005.

Цуриков М.Н., Цуриков С.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России (Тр. Ассоциации ООПТ Центрального Нечерноземья России. Вып. 4). – Тула, 2001. – 126 с.

Черепанов А.С. Насос-эксгаустер из доступных материалов. [https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/pump\\_asp.htm](https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/pump_asp.htm). 2005.

Чернышев В.Б. Экология насекомых. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.

Чертопруд М.В. Гидробиологические экскурсии в Подмосковье. – М., 2005. – 49 с.

Ruchin A.B., Egorov L.V., Khapugin A.A., Vikhrev N.E. & Esin M.N. The use of simple crown traps for the insects collection // Nature Conservation Research. Заповедная наука, 2020. – V. 5 (1). – P. 87–108.

## К главе 5

### Позвоночные в целом

Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. – М.: Советская наука, 1949. – 601 с.

Нумеров А.Д., Климов А.С., Труфанова Е.И. Полевые исследования наземных позвоночных: учебное пособие. – Воронеж.: Воронеж. гос. ун-т, 2010. – 300 с.

Челинцев Н.Г. Математические основы учета животных. – М.: ГУ Центрхотконтроль, 2000. – 431 с.

### Миноги и Рыбы

Артаев О.Н. Глава 8. Методы ихтиологических исследований. В кн. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / Авт. колл.: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; ред. кол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 171–183.

Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Ред. Ю.С. Решетников. – М.: Наука, 2002. – 379 с. (1 т.); 253 с. (2 т.).

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948–1949. Ч. I. 1948. – 466 с.; Ч. II. 1949. – С. 469–925.; Ч. III. 1949. – С. 929–1382.

Веселов Е.Л. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 238 с.

Вышегородцев А.А., Скопцова Г.Н., Чупров С.М., Зуев И.В. Практикум по ихтиологии. – Красноярск, 2002. – 127 с.

Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: учебное пособие по спецкурсу. – Пермь: Пермский ун-т, 2003. – 113 с.

Калайда М.Л., Говоркова Л.К. Методы рыбохозяйственных исследований: учебное пособие для студентов вузов. – СПб.: Наука, 2013. – 288 с.

Кириллов Л.Ф. Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб: учебное пособие. Ч. I. – Якутск, 2002. – 40 с.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 207 с.

Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1981. – 384 с.

Мягков Н.Л. Атлас-определитель рыб. Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1994. – 282 с.

Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 367 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

Романов В.И., Петлина А.П., Шаропина И.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2009. – 220 с.

Соколов Л.И. Экология размножения европейской ручьевой миноги *Lampetra planeri* / Л.И. Соколов, Е.А. Цепкин, Е.Р. Барабанова // *Вопр. ихтиологии*, 1992. – Т. 32, вып. 2. – С. 181–185.

### **Амфибии и рептилии**

Ананьева Н.Б., Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. Земноводные и пресмыкающиеся. – М.: АБФ, 1998. – 576 с.

Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.

Банников А.Г., Даревский И.С., Рустамов А.К. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. – М., 1971. – 350 с.

Гаранин В.И., Панченко И.М. Методы изучения амфибий в заповедниках // *Амфибии и рептилии заповедных территорий*: Сб. научн. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М., 1987. – С. 8–25.

Гаранин В.И., Ушаков В.А., Щербак Н.Н. Фенология, сезонная и суточная активность // *Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся*. – Киев, 1989. – С. 117–120.

Гаранин В.И., Щербак Н.Н. Изучение биотопов // *Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся*. – Киев, 1989. – С. 111–117.

Динесман Л.Г., Калецкая М.Л. Методы количественного учета амфибий и рептилий // *Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных*. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 329–341.

Дунаев Е.А. Разнообразие земноводных. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 304 с.

Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / Пер. с англ. С.М. Ляпкина; под ред. С.Л. Кузьмина. – М.: Изд-во КМК, 2003. – 380 с.

Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 370 с.

Лада Г.А., Соколов А.С. Методы исследования земноводных. – Тамбов: Изд-во Тамб. ун-та, 1999. – 75 с.

Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. – Киев, 1989. – 172 с.

Щербак Н.Н. Количественный учет // *Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся*. – Киев, 1989. – С. 121–125.

### **Птицы**

Бакка С.В., Киселева Н.Ю., Комаров Л.П. Методические рекомендации по проведению наблюдений за пролетом птиц. – Н. Новгород, 2003. – 16 с.

Бальчаускас Л., Жалакявичус М. Точность методов изучения миграций птиц // *Изучение ночной осенней миграции птиц в электрическом свете теплиц*. – Вильнюс: Москлас, 1987. – С. 99–112.

Берман Д.И., Гибет Л.А. К методике учета мелких лесных птиц на больших площадях // Совещ. по вопр. организации и методам учета ресурсов фауны наземных позвоночных: Тез. докл. – М., 1961. – С. 138.

Бибби К., Джонс М., Мардсен С. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц. – М.: Союз охраны птиц России, 2000. – 186 с.

Благосклонов К.Н., Осоловская В.И., Формозов А.Н. Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 316 с.

Боголюбов А.С. (сост.). Методы учетов численности птиц: точечные учеты. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 9 с.

Боголюбов А.С. (сост.). Методы учетов численности птиц: учеты на постоянных площадях. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 17 с.

Боголюбов А.С. (сост.). Организация мониторинга популяций птиц-дуплогнездящих. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 6 с.

Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности птиц методом маршрутного учета. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1999. – 7 с.

Боголюбов А.С. Изучение численности (плотности населения) птиц различными методами. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 2002. – 14 с.

Боголюбов А.С. Методы учетов численности птиц: маршрутные учеты. Методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 17 с.

Боголюбов А.С. Простейшая методика количественного учета птиц и расчета плотности населения: методическое пособие. – М.: Экосистема, 1996. – 13 с.

Босак А.В. Перспективы использования дистанционных методов изучения хищных птиц // Методы изучения и охраны хищных птиц. – М., 1989. – С. 133–138.

Вергелес Ю.И. Количественные учеты населения птиц: обзор современных методов // Беркут. – 1994. – Т. 3, вып. 1. – С. 43–48.

Гаврилов Э.И. Методика сбора и обработки материалов по количественной характеристике видимых миграций птиц // Методы изучения миграций птиц. – М., 1977. – С. 96–117.

Головатин М.Г. Способ оценки плотности птиц при учетах на трансектах // Русский орнитологический журнал, 2013. – Т. 22. – Экспресс-выпуск 852. – С. 558–563.

Гудина А.Н. Методы учета гнездящихся птиц: картирование территорий. Запорожье. Дикое поле, 1999. – 241 с.

Дольник В.Р. Методы обнаружения и учета миграций птиц / Под ред. В.Р. Дольника. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1981. – 150 с.

Дольник В.Р., Большаков К.В., Жалакявичус М.М. Реконструкция полной картины дневного пролета и эффективность обнаружения ее разными методами // Методы обнаружения и учета миграций птиц. – Л., 1981. – С. 70–79 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР; Т. 104).

Исаков Ю.А. Методы количественного учета водоплавающих птиц // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 124–130.

Исаков Ю.А. Учет и прогнозирование численности водоплавающих птиц // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 57–63.

Кандалова Г.К., Панченко В.Г., Приклонский С.Г. Методические указания по учету водоплавающих птиц. – М.: «Колос», 1971. – 16 с.

Карабанина Е., Симонов С. Сравнительный анализ методов учета птиц: метод финских линейных трансект и модифицированный метод Кумари (на англ.) // Вестник охотоведения, 2018. – Т. 15, № 4. – С. 246–250.



Карякин И.В. Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). – Н. Новгород: Изд-во «Поволжье», 2004. – 351 с.

Кологреева Н.С., Коновалова М.А. Учет численности водоплавающих птиц в единой шкале измерения // Молодой ученый, 2017. – № 20 (154). – С. 168–170.

Лури В.Н. К методике учета запасов водоплавающих птиц на зимовках // Совещание по вопросам организации и методам учета ресурсов фауны наземных позвоночных. – М.: 1961. – С. 76–79.

Люлеева Д.С., Яблонкевич М.Л. Визуальные наблюдения формализованным методом дневного пролета птиц осенью 1977 г. на Куршской косе // Методы обнаружения и учета миграций птиц. – Л., 1981. – С. 24–36 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР; Т. 104).

Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. Сборник статей / Под ред. А.Н. Формозова. – М.: изд-во Акад. наук СССР, 1952. – 343 с.

Михеев А.В. Биология птиц. Определитель птичьих гнезд. – М.: Топикал, 1996. – 460 с.

Михеев А.В. Методы количественного учета во время перелетов // Отражение достижений орнитологической науки в учебном процессе средних школ и вузов и в народном хозяйстве. – Пермь, 1984. – С. 5–7.

Молодовский А.В. Полевой определитель стайных птиц. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 1997. – 311 с.

Морозов Н.С. Методология и методы учета в исследованиях структуры сообществ птиц: некоторые критические соображения // Успехи современной биологии, 1992. – Т. 112, вып. 1. – С. 139–153.

Наумов Р.Л. Методика абсолютного учета птиц в гнездовой период на маршрутах // Зоол. журн., 1965. – Т. XLIV, вып. 1. – С. 81–93.

Наумов Р.Л. Опыт абсолютного учета лесных певчих птиц в гнездовой период // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М., 1963. – С. 137–147.

Никифоров М.Е., Яминский Б.В., Шкляров Л.П. Птицы Белоруссии: Справочник – определитель гнезд и яиц. – Минск: Выш. школа, 1989. – 479 с.

Потапов Е.Р. Использование погадок для изучения питания хищных птиц // Методы изучения и охраны хищных птиц. – М., 1989. – С. 103–118.

Приедниекс Я., Курессо А., Курлавичюс П. Рекомендации к орнитологическому мониторингу в Прибалтике. – Рига, Зинатис, 1986. – 63 с.

Приклонский С.Г., Панченко В.Г. Учет водоплавающих птиц // Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. – Рязань, 1973. – С. 236–252.

Промптов А.Н. Птицы в природе. – М.: Учпедгиз, 1960. – 490 с.

Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). – Новосибирск, 1967. – С. 66–75.

Равкин Ю.С. Опыт количественного учета птиц в лесных ландшафтах в зимний и весенний периоды // Вопросы организации и методы учета ресурсов фауны наземных позвоночных. – М., 1961. – С. 128–131.

Равкин Ю.С., Доброхотов Б.П. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М., 1963. – С. 130–136.

Равкин Ю.С., Челинцев Н.Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. – М.: Изд. ВНИИ Природа, 1990. – 33 с.

Рогачева Э.В. Методы учета численности мелких воробьиных птиц // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 117–129.

Романов В.В., Мальцев И.В. Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учеты: учебное пособие. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 79 с.

Тарасов П.П. Методика работ с гнездами хищных птиц // Известия Иркутского противочумного института Сибири и Дальнего востока. – 1946. – Т. 6. – С. 205–214.

Теплов В.П. Учет животных на постоянных маршрутах // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 143–151.

Харченко Н.А., Лихацкий Ю.П., Харченко Н.Н. Биология зверей и птиц. – М.: ИЦ «Академия», 2003. – 384 с.

Чельцов-Бebutov А.М. Экология птиц. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 127 с.

Яковлев В.А. Методики учета птиц // Методы биологических и экологических исследований в работе с учащимися. Школьный экологический мониторинг. – Чебоксары, 1999. – С. 37–46.

Recher H.F. Report of working group on the need for standardized census methods // Stud. in Avian BioL, 1981. – No 6. – P. 580–581.

Jarvinen O., Vaisanen R.A. Estimating relative densities of breeding birds by the line transect method // Oikos, 1975. – V. 26, № 5. – P. 316–322.

#### Млекопитающие

Борисенко А.В. Мобильная ловушка для отлова рукокрылых // Plecotus et al., 1999. – Т. 2. – С. 10–19.

Борисов Б.П. Методические рекомендации по учету речного бобра на территории России. – М.: Мин. с/х РФ, 2008. – 19 с.

Бородин Л.П. Сравнительная оценка эффективности разных методов лова мелких млекопитающих // Труды Мордовского государственного заповедника. – Саранск: Мордовское книжное изд-во, 1966. – Вып. 3. – С. 186–202.

Влащенко А.С., Гукасова А.С. Разработка метода инвентаризации видового состава и структуры населения рукокрылых // Заповідна справа в Україні, 2009. – Т. 15 (1). – С. 49–57.

Дудорова А.В., Тамбовцева В.Г., Карпунина П.В., Миляева П.А., Лабудина А.А., Староверова В.И., Садков А.С., Глушенко Е.К., Еникеев Р.Р., Белова В.А., Егоршина А.Ю., Климонтов М.В. Эффективность паутинных сетей как метода изучения локальной фауны рукокрылых // Plecotus et al., 2014. – Т. 17. – С. 52–58.

Зонов Г.Б., Машковский И.К. Методы зимнего отлова и учета мелких млекопитающих в лесной зоне Восточной Сибири // Зоологический журнал, 1974. – Т. 53 (8). – С. 1245–1247.

Ивантер Э.В., Курхинен Ю.П., Кулебякина Е.В., Хански И.К., Задирака Е.С. Новый метод учета численности летяги (*Pteromys volans*, Rodentia, Pteromyidae), его апробация и первые результаты // Зоологический журнал, 2009. – Т. 88, № 11. – С. 1–6.

Карасева Е.В., Телицына А.Ю. Методы изучения грызунов в полевых условиях. – М.: Наука, 1996. – 227 с.

Карасева Е.В., Телицына А.Ю., Жигальский О.А. Методы изучения грызунов в полевых условиях. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 416 с.

Кучерук В.В. Новое в методике количественного учета вредных грызунов и землероек // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 159–184.

Кучерук В.В. Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 9–46.

Марченко Н.Ф. Методические особенности учета выхухоли русской // Поволжский экологический журнал, 2011. – № 1. – С. 97–102.

Машкин В.И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 432 с.

Методические указания по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом зимнего маршрутного учета, утвержденные приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 11 января 2012 года № 1 (зарегистрированы в Минюсте России 31 мая 2012 года, № 24403).

Методическое руководство по учету численности охотничьих животных в лесном фонде Российской Федерации (578 ОНП и ОХТ). Федеральная служба лесного хозяйства России: Приказ № 111 от 19 мая 1999 года. – 36 с.

Методы отловов, учетов и обработки мелких млекопитающих: учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Ин-т экологии и географии; сост. М.М. Сенотрусова. – Красноярск: СФУ, 2019. – 62 с.

Методы учета охотничьих животных в лесной зоне // Труды Окского государственного заповедника / Отв. ред. А.С. Рак. – Рязань, 1973. – 284 с.

Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. – М.: Наука, 1955. – С. 179–202.

Никифоров Л.П. Опыт абсолютного учета численности мелких млекопитающих в лесу // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 237–243.

Методические рекомендации МР 3.1. 0211-20. Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекционных болезней (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 03.09.2002).

Поляков В.С. Количественный учет речных бобров // Труды Воронежского гос. зап. – 1953. – № 4. – С. 51–76.

Жарков И.В. Современные способы учета бобров // Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учет. – М.: АН СССР, 1963. – С. 176–187.

Сапогов А.В. Зональные особенности населения мышевидных грызунов Енисейской тайги // Животный мир Енисейской тайги и лесотундры и природная зональность. – М.: Наука, 1983. – С. 204–215.

Снитыко В.П., Снитыко Л.В. Методы установки и использования паутинных сетей для отлова рукокрылых // Зоологический журнал, 2012. – Т. 91, № 12. – С. 1520–1526.

Тимошкина О.А. Методы полевых исследований мелких млекопитающих: метод. указания. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2012. – 20 с.

Тупикова Н.В., Заклинская В.А., Евсеева В.С. Учет численности и массовый отлов мелких млекопитающих при помощи заборчиков // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 231–236.

Шефтель Б.И. Методы учета численности мелких млекопитающих // Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2018. – V. 3 (3). – С. 1–21. DOI 10.21685/2500-0578-2018-3-4.

Щипанов Н.А., Литвинов Ю.Н., Шефтель Б.И. Экспресс-метод оценки локального биологического разнообразия сообщества мелких млекопитающих // Сибирский экологический журнал, 2008. – Т. 5 (10). – С. 783–791.

**Пример рабочих материалов для определения приоритетных видов  
при мониторинге биоразнообразия**

**Фрагмент предварительного списка приоритетных видов  
для инвентаризации и мониторинга биоразнообразия**

Тип местообитания	Группа организмов*	Название вида	Значение: «+» или «-»**	Примечания: литературные источники, контраргументы
Старовозрастные лиственные леса	Мхи	<i>Dicranum viride</i>	+	Телеганова, 2020
		<i>Neckera pennata</i>	+	
		<i>Leucodon sciuroides</i>	+	
	Моллюски	<i>Clausilia pumila</i>	+	
		<i>Merdigera obscura</i>	+	
		<i>Limax cinereoniger</i>	+	Связь с мертвой древесиной / находки вне старовозр. лесов
	Жуки	<i>Calosoma inquisitor</i>	+	
		<i>Osmoderma barnabita</i>	+	Ranius, 2002
		<i>Sinodendron cylindricum</i>	+	
		<i>Platycerus caraboides</i>	+	
		<i>Cucujus cinnaberinus</i>	+	
		<i>Prionus coriarius</i>	+	Сажнев, 2010
		<i>Leptura thoracica</i>	+	Сажнев, 2010
Цветковые р.	<i>Impatiens parviflora</i>	-		
Ракообразные	<i>Hyloniscus riparius</i>	-		
Старовозрастные ельники	Мхи	<i>Sphagnum wulfanum</i>	+	
	Плауновидные	<i>Huperzia selago</i>	+	
Минеротрофные болота	Цветковые р.	<i>Helodium blandowii</i>	+	
Олиготрофные болота	Цветковые р.	<i>Andromeda polifolia</i>	+	
	Цветковые р.	<i>Drosera rotundifolia</i>	+	

Тип местообитания	Группа организмов*	Название вида	Значение: «+» или «-»**	Примечания: литературные источники, контраргументы
Ксерофитные местообитания на песках (луга, сосняки) без высокой антропогенной нагрузки	Цветковые р.	<i>Artemisia campestris</i>	+	
		<i>Dianthus arenarius</i>	+	
		<i>Pulsatilla patens</i>	+	
	Прямокрылые	<i>Oedipoda caerulescens</i>	+	
		<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	+	
	Осы	<i>Bembix rostrata</i>	+	
Цветковые р.	<i>Solidago canadensis</i>	-		

\* До уровня, понятного неспециалисту.

\*\* «+» – ключевые виды, индикаторные виды, зонтичные виды, прочие характерные обитатели ценных местообитаний;

«-» – инвазионные виды, представляющие угрозу ценным местообитаниям.

Виды приведены в качестве примеров заполнения списка. В задачи книги не входит их обоснование в качестве приоритетных для конкретного региона. Число видов в предварительном списке должно быть больше, чем в этом примере: каждого специалиста следует попросить назвать один-три десятка видов.

#### Пример листа оценки приоритетности видов для мониторинга и инвентаризации биоразнообразия

Признак	Значение	Балл
Роль в экосистеме / свойства ключевого вида / инвазионные свойства	Показано влияние вида на разные группы организмов и свойства экосистем / инвазионный вид-трансформер	3
	На основе биологии вида можно предположить влияние вида на разные группы организмов и свойства экосистем / инвазионный вид с недоказанным влиянием на экосистемы	2
	Вид предположительно влияет на небольшую совокупность организмов одного типа микроместообитаний / устойчиво воспроизводящийся чужеродный вид	1

Признак	Значение	Балл
Охранный статус	Красная книга Российской Федерации	3
	Красная книга нескольких субъектов Российской Федерации	2
	Красная книга одного субъекта Российской Федерации	1
Распространение в регионе	В большинстве физико-географических или муниципальных районов	2
	В меньшей части физико-географических или муниципальных районов	1
	В одном локалитете	0
Специфичность для местообитания	Связан с местообитаниями одного типа, рассматриваемыми в качестве ценных для региона	3
	Связан с менее ценными специфичными местообитаниями / населяет ограниченный спектр типов местообитаний	2
	Оптимальные условия находит в ценных местообитаниях, но отдельные особи встречаются в широком спектре местообитаний	1
Простота идентификации / возможность прижизненного изучения	Надежно распознается по любительскому фото	2
	Надежно распознается специалистом в полевых условиях	1
	Распознается только специалистом в лаборатории (необходимо изъятие из среды)	0
Легкость учета	Легко обнаруживается при визуальном учете (ручном сборе)	2
	Учитывается при помощи специальных несложных техник или ловушек, используемых для учета широкого спектра видов	1
	Требуется применения специфических сложных техник учета, ловушек, экстракции, культивирования и т.д.	0
Возможное время учета	Учитывается на протяжении большей части полевого сезона (несколько месяцев); учеты можно проводить в разное время дня	2
	Учитывается в строго определенный сезон, продолжительность которого достаточна для учетов в разных локалитетах одной исследовательской группой / учеты можно проводить в строго определенное светлое время суток	1
	Учитывается очень короткое время в году / учеты только в темное время суток	0

**БЛАНК ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ**  
(ВАРИАНТ 1)

Описание фитоценоза № \_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Размер пробной площади \_\_\_\_\_  
 Название ассоциации \_\_\_\_\_  
 Географическое положение \_\_\_\_\_  
 Рельеф \_\_\_\_\_  
 Увлажнение \_\_\_\_\_ Почва \_\_\_\_\_  
 Мертвая подстилка \_\_\_\_\_  
 Антропогенное влияние \_\_\_\_\_

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА**

**Древесный ярус:** общая сомкнутость крон \_\_\_\_\_ формула  
 древостоя \_\_\_\_\_

№	Порода	Подъярус	Группа возраста	Высота	Диаметр ствола	Количество стволов

**Возобновление (всходы и подрост):** степень сомкнутости \_\_\_\_\_

№	Порода	Высота	Возраст	Обилие	Проис- хождение	Характер размещ.	Состоя- ние

**Кустарниковый ярус (подлесок):** степень сомкнутости \_\_\_\_\_

№	Порода	Высота	Обилие	Характер размещ.	Фенофаза

**Травяно-кустарничковый ярус:** общее проективное покрытие \_\_\_\_\_  
аспект \_\_\_\_\_

№	Название вида	Обилие/покрытие	Высота	Фенофаза	Размещение

**Мохово-лишайниковый ярус:** общее покрытие, % \_\_\_\_\_,  
мощность \_\_\_\_\_ см

№	Вид	Проективное покрытие	Характер размещения	Субстрат

Наличие пней, мертвых экземпляров и проч. \_\_\_\_\_

Общие замечания для всего фитоценоза и дополнительные наблюдения:  
\_\_\_\_\_

### БЛАНК ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ (ВАРИАНТ 2)

Геоботаническое описание № \_\_\_\_\_ Шифр \_\_\_\_\_

Дата описания «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Размер площади \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>

Название сообщества (ассоциации) \_\_\_\_\_

Авторы описания \_\_\_\_\_

#### Местообитание и местоположение

Географическое положение \_\_\_\_\_

Географические координаты \_\_\_\_\_ с.ш., \_\_\_\_\_ в.д.

Рельеф \_\_\_\_\_

Тип почвы (грунта) \_\_\_\_\_

Примечания \_\_\_\_\_

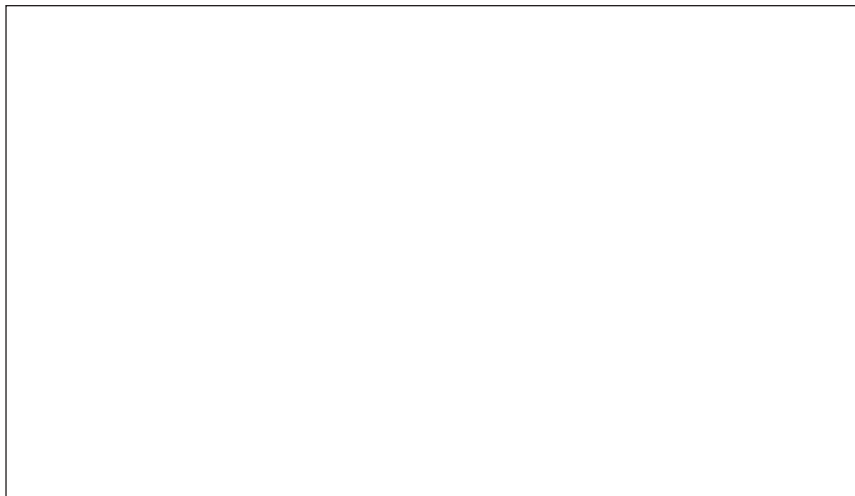


Флористический состав сообщества

Название вида	Обилие	Ярус	Название вида (продолжение)	Обилие	Ярус



**Неидентифицированные образцы растений  
Рисунки**



### Примерные трудозатраты на инвентаризацию биоразнообразия

Оценки основаны на опыте работы составителей в условиях Калужской области. Оценки носят примерный характер. Более подробно структура трудозатрат обсуждается при описании отдельных методов в соответствующих главах. Диапазон затрат на отдельные виды работ зависит от структуры местообитаний и погодных условий. В таблицу не включены затраты времени на изготовление оборудования и расходных материалов, а также на дорогу к месту проведения и обратно. Не включены затраты на видовую идентификацию, проводимую высококвалифицированными специалистами по отдельным систематическим группам в лабораторных условиях. Камеральные работы включают специфическую обработку материала в лабораторных условиях, не включают внесение данных в компьютер и последующие действия с ними. Исследования нормированы на одно местообитание (за исключением работ, при описании которых указана ООПТ), затраты на инвентаризацию ООПТ в целом зависят от числа типов местообитаний.

Содержание работы	Оценка трудозатрат
<b>А. Подготовительные камеральные работы</b>	
Картографический анализ ООПТ: дешифровка находящихся в открытом доступе материалов с целью выделения местообитаний и планирования маршрутов	От 4 до 8 чел./час
<b>Б. Учет объектов растительного мира</b>	
Инвентаризация сосудистых растений на площади до 2 га	От 4 чел./час
Инвентаризация сосудистых растений на площади до 20–30 га с однородной структурой	8 чел./час (1 день) × 2–3 выезда
Инвентаризация мохообразных	От 2 чел./час
Инвентаризация грибов-макромицетов	8 чел./час (1 день) × 10 выездов
Описание растительности 1 участка местообитания	2–8 чел./час
<b>В. Учет беспозвоночных животных</b>	
Учет обитателей травостоя методом энтомологического кошения	Полевые учеты: 1,5 чел./час × 3–5 выездов

Содержание работы	Оценка трудозатрат
Учет наземных беспозвоночных при помощи почвенных ловушек	<p>Для крупных участков: 38 чел./час полевых работ (14 выездов) + 130 чел./час камеральных работ</p> <p>Для малых участков: 19 чел./час + 71 чел./час камеральных работ</p>
Учет летающих насекомых при помощи оконных ловушек	<p>34 чел./час полевых работ (14 выездов) + 130 чел./час камеральных работ</p> <p>Для малых участков затраты могут быть снижены на 40 %</p>
Учет насекомых на свет УФ-лампы вручную	13 чел./час × 3 раза
Учет беспозвоночных при помощи ручного разбора подстилки	12 чел./час × 2 раза
Учет почвенных беспозвоночных при помощи ручного разбора почвенных проб	24 чел./час
Учет насекомых, обитающих в древесине, под корой и на стволах деревьев	4 чел./час
Комплексный учет наземных беспозвоночных с применением вышеуказанных методов	От 63 чел./дней
<b>Г. Учет позвоночных животных</b>	
Инвентаризация видового состава земноводных в нерестовом водоеме	2 чел./час
Маршрутный учет земноводных	0,5 чел./час на 1 км маршрута × 2 раза
Маршрутный учет пресмыкающихся	0,5 чел./час на 1 км маршрута
Маршрутный учет птиц	1 чел./час на 1 км маршрута в гнездовой период; 1/3 чел./час на 1 км маршрута в другие периоды
Точечные учеты птиц	5–20 мин на 1 пункт
Учет водно-болотных птиц	6–8 часов × 3–5 раз
Зимний маршрутный учет охотничьих животных (по разработанному заказчиком маршруту до 15 км)	От 4 чел./дней
Учет полуводных млекопитающих (за 1 км берегового маршрута)	От 1 чел./час

Содержание работы	Оценка трудозатрат
Учеты летучих мышей на площади 1 кв. км (с установкой ловчих сетей-паутинок)	18 чел./ночей на ООПТ
Инвентаризация видового состава наземных мелких млекопитающих	От 3 чел./дней

**Примерный минимальный перечень специалистов, необходимых для проведения комплексной первичной инвентаризации биоразнообразия ООПТ**

1. Ботаник: флорист + геоботаник.
2. Ботаник: бриолог (специалист по мохообразным) + флорист.
3. Миколог + лихенолог (специалист по грибам и лишайникам).
4. Зоолог-гидробиолог.
5. Зоолог-териолог (специалист по млекопитающим).
6. Зоолог-орнитолог (специалист по птицам).
7. Зоолог-ихтиолог (+ батрахолог, + герпетолог) (специалист по рыбам, земноводным, пресмыкающимся).
8. Энтомолог-карабидолог (специалист по жукам-жужелицам с дополнительной функцией изучения других немногочисленных групп членистоногих).
9. Энтомолог (по насекомым с неполным превращением).
10. Энтомолог-лепидоптеролог (специалист по чешуекрылым) или энтомолог-коллектор.
11. Энтомолог – коллектор перепончатокрылых и двукрылых.
12. Зоолог – коллектор беспозвоночных (ракообразных, паукообразных, моллюсков, червей).

**Примерный календарный график работ по инвентаризации биоразнообразия на ООПТ регионального значения**

Точные даты проведения учетов зависят от погодных условий года и района исследования.

Месяц	Виды работ
Январь – февраль	<p>Рекогносцировочное изучение территории при помощи картографических материалов.                      Выезды на ООПТ для ознакомления с условиями подъезда, возможными местами ночевки, размещения пробных площадей.                      Зимние маршрутные учеты (ЗМУ) позвоночных животных.                      Учеты зимующих и оседлых птиц.                      Сбор информации о фактическом и вероятном видовом составе фауны и флоры территории на основе литературных источников, архивных материалов, документации хозяйствующих субъектов.                      Подготовка оборудования и расходных материалов для полевых исследований</p>
Март – апрель	<p>Рекогносцировочное полевое обследование территории. Выбор пробных площадей. Учеты мест вероятного обитания летяги.                      Учеты мест зимней кормежки копытных по следам их жизнедеятельности (помету, пороям, поедям и задирам).                      Весенние учеты бобриных поселений.                      Инвентаризация лишайников, многолетних плодовых тел трутовых грибов.                      Установка оконных ловушек для инвентаризации летающих насекомых</p>
Апрель	<p>Установка почвенных ловушек для инвентаризации наземных беспозвоночных.                      Учеты весенних грибов</p>
Апрель, конец мая – начало июня	<p>Учет земноводных на нерестовых водоемах.                      Сборы ксилобионтов из валежника и под корой сухостойных деревьев</p>
Апрель – май	<p>Учет околотовных беспозвоночных.                      Учет миног.                      Учеты мигрирующих птиц на пролете</p>
Конец апреля – начало мая	<p>Весенние учеты сосудистых растений (выявление раннецветущих эфемероидов)</p>

Месяц	Виды работ
Май – октябрь	<p>Геоботанические описания.            Инвентаризация флоры высших растений.            Инвентаризация грибов-макромицетов по плодовым телам (раз в две недели на учетных площадках).            Визуальный учет и ручной сбор наземных беспозвоночных в разных микроместообитаниях.            Учет обитателей травостоя методом энтомологического кошения.            Учет беспозвоночных при помощи ловушек с использованием приманок.            Сбор насекомых на свет (до середины сентября).            Проверка почвенных и оконных ловушек (1 раз в 2 недели).            Первичная камеральная обработка собранного материала (все группы).            Маршрутные учеты земноводных в наземных местообитаниях (до августа)</p>
Май – июнь	<p>Учет беспозвоночных, обитающих в подстилке.            Маршрутный учет пресмыкающихся.            Маршрутные и площадные учеты птиц.            Промежуточный отчет о проведенных исследованиях</p>
Июнь – август	Учеты рыб
Июль	Учеты рукокрылых
Июль – август	Инвентаризация водной флоры и растительности
Сентябрь	Учет беспозвоночных, обитающих в подстилке
Август – октябрь	Учет мелких наземных позвоночных при помощи ловушек Геро, ловчих канавок или заборчиков
Октябрь	<p>Снятие почвенных и оконных ловушек.            Учеты мигрирующих птиц на пролете</p>
Сентябрь – ноябрь	Учеты полуводных млекопитающих (выхухоли, бобра, ондатры, выдры, норки)
Октябрь – декабрь	<p>Основной объем камеральной обработки материала (разбор проб, определение, подготовка коллекций).            Планирование пробных площадей и рекогносцировочное обследование территорий, планируемых для инвентаризации на следующий год.            Подготовка отчетов о проведенных исследованиях</p>



## Указатель специализированных терминов и сокращений

В указатель включены малознакомые широкому кругу читателей термины экологии и смежных наук, встречающиеся в разных параграфах книги. Для терминов, краткое пояснение значения которых дается в тексте, указаны только номера страниц с этим пояснением. Для терминов, не поясняемых в основной части книги, указаны все номера страниц, а краткое толкование дается в указателе. Его задача – пояснить смысл термина, употребляемого в данном тексте, поэтому оно не претендует на статус полноценного определения и не охватывает все смыслы термина в специализированной литературе.

*GBIF* – Global Biodiversity Information Facility, Глобальная информационная система о биоразнообразии

*ЗМУ* – зимние маршрутные учеты

*ОВОС* – оценка воздействия на окружающую среду

*ООПТ* – особо охраняемая природная территория

*Ассоциация растительная* 44

*Биотоп* 17

*Герпетобионт* 66

*Дендробионт* – обитатель древесного яруса 73, 82

*Зонтик, зонтичный вид* 12

*Инвазионный вид* – чужеродный вид, расселяющийся и внедряющийся в природные сообщества 23–25, 39

*Ключевой вид* 13–14

*Ксилобионт* 61

*Локалитет* 16

*Локальная флора (фауна)* 17

*Макромицеты* 51

*Микобиота* – совокупность грибов на изучаемой территории 51, 53

*Микросайт* 18

*Парциальная флора* 17

*Приоритетный вид* 13

*Стация (стациональный)* 17

*Таксоцен* – совокупность видов одной систематической группы, встречающихся на одной территории 27, 28

*Флаговый вид* 13

*Фокальный вид* 13

*Экотон* – пограничная зона между двумя или более контрастными местообитаниями, «опушка» 21, 62

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Общеметодологические подходы к организации региональных исследований биоразнообразия</b> ( <i>В.В. Александров, С.К. Алексеев, О.А. Новикова</i> ).....	6
1.1. О правовых основах необходимости кадастровых и мониторинговых исследований биоразнообразия.....	6
1.2. Разработка программы мониторинга биоразнообразия в системе экологического мониторинга.....	8
1.3. Целевые таксоны в инвентаризации и мониторинге биологического разнообразия.....	10
1.4. Пространственный аспект инвентаризации и мониторинга биоразнообразия.....	16
1.5. Временной аспект организации инвентаризационных и мониторинговых исследований.....	23
1.6. Типы данных о видах в инвентаризационных и мониторинговых исследованиях.....	26
1.7. Практические аспекты планирования исследований биоразнообразия на ООПТ регионального значения.....	28
<b>Глава 2. Использование геоинформационных средств для инвентаризации биоразнообразия</b> ( <i>В.В. Александров</i> ).....	33
2.1. Создание цифровой карты (слоя) границ изучаемого объекта.....	33
2.2. Предварительное ознакомление с территорией на основе готовых картографических материалов.....	35
2.3. Использование ГИС на этапе полевых исследований: мобильные приложения.....	38
2.4. Использование геоинформационных средств для инвентаризации биоразнообразия после полевых исследований.....	39
<b>Глава 3. Исследования объектов растительного мира</b> .....	41
3.1. Исследования растительности ( <i>В.В. Телеганова</i> ).....	41
3.2. Исследования флоры сосудистых растений ( <i>А.А. Шмытов</i> ).....	46
3.3. Изучение мохообразных ( <i>В.В. Телеганова</i> ).....	49
3.4. Исследования грибов и лишайников ( <i>М.Н. Сионова</i> ).....	51
<b>Глава 4. Исследования беспозвоночных</b> ( <i>В.В. Александров, С.К. Алексеев</i> ).....	55
4.1. Выбор методов учета беспозвоночных для инвентаризационных и мониторинговых исследований.....	55
4.2. Ручной сбор и визуальный учет беспозвоночных.....	58
4.3. Кошение энтомологическим сачком (укосы).....	64
4.4. Почвенные ловушки.....	66
4.5. Оконные, или барьерно-вороночные ловушки.....	72
4.6. Лов на свет и светоловушки.....	75

4.7. Приманки в учете беспозвоночных .....	80
4.8. Почвенные раскопки (пробы) и пробы подстилки .....	83
4.9. Общие рекомендации по фиксации, хранению и камеральной обработке материала.....	88
<b>Глава 5. Исследования позвоночных животных (С.К. Алексеев) .....</b>	<b>92</b>
5.1. Выбор методов учета позвоночных .....	92
5.2. Учеты круглоротых и рыб.....	94
5.3. Учеты земноводных и пресмыкающихся .....	96
5.4. Учеты птиц .....	99
5.5. Учеты млекопитающих (зверей) .....	104
<b>Заключение.....</b>	<b>109</b>
<b>Список цитируемой литературы.....</b>	<b>110</b>
<b>Список рекомендуемой литературы.....</b>	<b>119</b>
<b>Приложения .....</b>	<b>132</b>
Приложение 1. Пример рабочих материалов для определения приоритетных видов при мониторинге биоразнообразия.....	132
Приложение 2. Бланки геоботанических описаний (2 варианта) .....	135
Приложение 3. Примерные трудозатраты на инвентаризацию биоразнообразия .....	140
Приложение 4. Примерный календарный график работ по инвентаризации биоразнообразия на ООПТ регионального значения .....	143
Указатель специализированных терминов и сокращений .....	145

Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования  
биологического разнообразия в Калужской области»

**Вып. 8**

Виктор Валентинович Алексанов  
Сергей Константинович Алексеев  
Ольга Александровна Новикова  
Марина Николаевна Сионова  
Виктория Владимировна Телеганова  
Александр Анатольевич Шмыгов

**Методы инвентаризации и мониторинга  
биоразнообразия  
на особо охраняемых природных  
территориях регионального значения**

Верстка – В.О. Исаев  
Фото – С.К. Алексеев, Д.В. Хвалецкий, В.В. Телеганова  
Дизайн обложки – Н.Е. Прохорова

Подписано в печать 00.00.2021 г.  
Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная  
Гарнитура Times New Roman  
Усл. печ. л. 8,60 + цв. вкл. 0,47. Тираж 200. Заказ № 457

Отпечатано в обществе с ограниченной ответственностью  
«Тамбовский полиграфический союз»  
392000, г. Тамбов, Моршанское шоссе, 14А  
Тел. 8(4752) 53-26-27  
E-mail: info@tps68.ru  
www.tps68.ru

ISBN 978-5-907349-48-3



9 785907 349483 >