

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Гребенников И.Д., Мандрыка О.Н.,  
Глушковская Н.Б.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ ПО БИОЛОГИИ

Санкт-Петербург  
РГГМУ  
2022

УДК 57(072)(076.5)

ББК 28.я73

Г79

*Рецензент:* А.Т. Загидуллина, научный сотрудник автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

**Г79 Гребенников И.Д., Мандрыка О.Н., Глушковская Н.Б.**

Методические указания к учебной практике по биологии : Учебно-методическое пособие / И.Д. Гребенников, О.Н. Мандрыка, Н.Б. Глушковская. – Санкт-Петербург : РГГМУ, 2022. – 138 с.

ISBN 978-5-86813-560-6

В пособии рассматривается порядок проведения учебной ознакомительной практики, завершающей изучение дисциплины «Биология» и являющейся базой для изучения дисциплин естественнонаучного цикла направления подготовки «Экология и природопользование», уровень образования – бакалавриат.

Даны теоретические основы и методики проведения полевых и камеральных работ, правила техники безопасности при проведении учебных биологических исследований. Приведены краткие физико-географические описания мест проведения практики.

Пособие предназначено для студентов и преподавателей, участвующих в проведении учебной практики по биологии.

УДК 57(072)(076.5)

ББК 28.я73

© Гребенников И.Д., Мандрыка О.Н., Глушковская Н.Б., 2022

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2022

ISBN 978-5-86813-560-6

# Содержание

Введение . . . . .	5
1. Организация практики . . . . .	6
1.1. Общие положения техники безопасности на практике . . . . .	6
1.2. Правила проведения пеших экскурсий . . . . .	7
1.3. Меры охраны здоровья . . . . .	9
1.4. Правила поведения на воде . . . . .	10
1.5. Меры противопожарной безопасности . . . . .	10
1.6. Правила поведения на транспорте . . . . .	11
1.7. Основные меры охраны природы . . . . .	11
1.8. Меры безопасности при лабораторных работах . . . . .	12
2. Основные понятия, рассматриваемые в рамках практики по биологии . . . . .	12
2.1. Организация и состав луговых фитоценозов . . . . .	19
2.2. Организация и состав лесных фитоценозов . . . . .	25
2.3. Организация и состав болотных фитоценозов . . . . .	34
2.4. Водная и околоводная растительность . . . . .	40
2.5. Особенности экосистем урбанизированных территорий . . . . .	43
2.6. Псаммофитная и петрофитная растительность . . . . .	49
2.7. Городская фауна позвоночных животных . . . . .	50
2.8. Основные сведения из анатомии и морфологии сосудистых (высших) растений . . . . .	51
3. Физико-географическое описание точек проведения практики . . . . .	55
3.1. Рельеф и геологическое строение . . . . .	55
4. Выполнение практических работ в рамках практики по биологии . . . . .	62
4.1. Методика полевых работ . . . . .	62
4.1.1. Отбор образцов растений (гербарий) . . . . .	63
4.2. Методика камеральных работ . . . . .	65
4.3. Методика выполнения практических работ . . . . .	65
4.3.1. Изучение структуры растительных сообществ лугов . . . . .	65
4.3.2. Оценка условий местообитания с использованием экологических шкал Раменского и Эленберга . . . . .	67
4.3.3. Геоботаническое описание лесного фитоценоза . . . . .	70
4.3.4. Изучение городской флоры и фауны . . . . .	74
4.3.5. Определение растений с помощью определителя . . . . .	75
4.3.6. Изучение анатомического строения грибов . . . . .	75

4.3.7. Изучение анатомического строения высших растений . . . . .	79
4.3.8. Изучение методик биоиндикации водоемов . . . . .	81
4.3.9. Изучение оценки чистоты воздуха методами лихеноиндикации. . . . .	96
5. Форма аттестации и оформление отчета по практике . . . . .	103
Примерный план отчета по практике. . . . .	104
Общие требования к отчету . . . . .	106
Список литературы, рекомендуемой для подготовки отчета по практике . . . . .	106
Приложения . . . . .	108
П.1. Экологические шкалы растений, наиболее часто встречающихся на территории проведения практики (диапазонные шкалы увлажнения (У) и богатства-засоления почвы (БЗ) по Л.Г. Раменскому с соавт., 1956, оптимумные шкалы освещенности L, влажности F, кислотности почвы R по Г. Элленбергу, 1974) . . . . .	108
П.2. Учебное геоботаническое описание лесной растительности. . . . .	116
П.3. Учебное геоботаническое описание луговой растительности. . . . .	118
П.4. Титульный лист отчета о прохождении учебной практики по биологии . . . . .	120
П.5. Иллюстрации. . . . .	122

# Введение

Актуальность полевой практики по биологии определяется не только необходимостью разностороннего биологического образования для студентов-экологов, но и получением обучающимися практических навыков по определению различных видов растений и животных, описанию растительных сообществ и местообитаний животных, что может быть полезно для последующей профессиональной деятельности. Так, изучение растительности и животного мира входят в состав инженерно-экологических изысканий согласно п. 8.1.4. СП 47.13330.2012 (Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). Кроме этого, полученные базовые профессиональные навыки могут быть применены в ряде прикладных дисциплин, таких как прикладная геоботаника, ботаническое ресурсоведение, лесное и охотничье хозяйство.

Учебная практика по биологии проводится с целью закрепления теоретических знаний студентов и обучения их практическим навыкам работы в полевых условиях с биологическими объектами. Среди задач, решаемых в ходе учебной практики, выделяются следующие:

- получение обучающимися начальных навыков полевых биологических исследований;
- знакомство с основными приемами полевых геоботанических исследований (ведение полевого дневника, составление геоботанических описаний разных типов растительности, определение характеристик растительного покрова);
- изучение простейших методик и приемов биоиндикации (соотнесение облика растительности и животного населения биоценозов с действием абиотических, биотических и антропогенных факторов, оценка состояния воздушной среды методом лишеноиндикации, водной среды – методами биотического анализа);
- изучение простейших методик сбора и обработки гидробиологического материала;
- обучение приемам и методам камеральной обработки собранных полевых материалов.

Практика проводится летом после завершения второго семестра и включает полевой и камеральный периоды. Район проведения практики – Санкт-Петербург и ближайшие окрестности (южное и северное побережье Финского залива, парк Сергиевка, пос. Токсово

Всеволожского района Ленинградской области). Камеральная обработка собранного материала проводится на базе учебно-методической лаборатории экологии РГГМУ.

## **1. Организация практики**

Практика состоит из трех периодов: подготовительного, полевого и камерального.

Во время подготовительного периода студенты знакомятся с целями и задачами практики, с районом проведения практики и порядком выезда к месту ее проведения. Перед началом полевых работ проводится инструктаж по технике безопасности (ТБ), подбирается необходимое полевое снаряжение и полевая медицинская аптечка.

Студенты должны хорошо усвоить правила техники безопасности при:

- полевых выездах (правила ТБ при перемещении общественным транспортом, порядок передвижения пешком в районе автомагистралей и других местах работы транспорта и техники);
- работе в открытых травянистых и лесных фитоценозах;
- работе в прибрежной зоне водоемов при взятии гидробиологических проб;
- оказании доврачебной помощи.

### **1.1. Общие положения техники безопасности на практике**

1. Действие данной инструкции относится к практике по биологии, проводимой в лабораторных помещениях Университета, а также в виде экскурсий в пределах г. Санкт-Петербурга и ближайших окрестностях города.

2. Студенты в вопросах ТБ беспрекословно выполняют указания преподавателей.

3. На практике запрещено употребление спиртных напитков (в том числе пива) и иных наркотических средств.

4. Участники практики должны быть ознакомлены с данной инструкцией под расписку в журнале инструктажа по ТБ.

За нарушение данной инструкции участники практики могут быть отстранены от дальнейшего участия в практике распоряжением по факультету при согласовании с деканом факультета.

5. Руководитель практики обязан иметь при себе следующие документы:

- копию приказа о проведении практики, заверенную печатью учреждения;
- документ, удостоверяющий личность (паспорт);
- списки участников с контактными телефонами.

6. Участники практики обязаны:

- иметь личное снаряжение, оговариваемое до начала практики и необходимые документы (паспорт и полис медицинского страхования);
- соблюдать правила охраны природы, не уничтожать редкие виды животных и растений;
- знать и выполнять настоящую инструкцию;
- во всех необходимых случаях оказывать помощь другим участникам практики.

7. Ответственный за технику безопасности должен узнать способ связи с родственниками участников практики в случае экстренных ситуаций. Обо всех травмах и заболеваниях, ставящих под угрозу жизнь или способных вызвать длительные расстройства здоровья, должны быть поставлены в известность по телефону родственники пострадавшего и администрация Университета.

8. При нарушениях данной инструкции руководитель практики (ответственный за ТБ) может принимать любые меры, которые сочтет необходимыми, вплоть до удаления нарушителей с практики. О случаях явного нарушения инструкции руководитель практики должен поставить в известность администрацию Университета.

## **1.2. Правила проведения пеших экскурсий**

1. Запрещается перемещаться в одиночку на расстояние более 100 м от группы. Возможная причина нарушения данного пункта – необходимость оказания экстренной помощи пострадавшему, когда это невозможно сделать иным способом.

2. При выходе на экскурсию руководитель заботится об экипировке группы. Заранее оговаривается форма одежды; студенты должны в этом отношении беспрекословно выполнить указания преподавателя. При экскурсии в лес или на болото студенты должны

быть одеты в одежду с длинными рукавами и штанинами, в спортивную, туристскую обувь или резиновые сапоги (их можно взять с собой). С собой необходимо иметь репеллент, который наносится на одежду при входе в лесные сообщества. Необходимо иметь также плащи на случай дождя, деньги для проезда на транспорте, аптечку первой помощи, в которую входят перекись водорода, йод или зеленка, перевязочные средства, бактерицидный пластырь, обезболивающее средство.

3. На маршруте руководитель ведет группу, указывая путь следования и избегая опасных участков. При длительном движении группы на маршруте назначаются направляющий (проводник) и замыкающий из числа руководителей. Группа следует за направляющим и преодолевает препятствия тем же способом, что и он. Если необходимо остановиться, участник группы сообщает об этом направляющему, который останавливает группу и ждет. Замыкающий следит, чтобы никто из участников группы не отстал, при необходимости останавливает группу.

При передвижении по лесу необходимо держать интервал 1–2 м, ветви отгибать вниз. Преодолевать стволы упавших деревьев нужно тем же способом, что и впереди идущий – перешагивать (перелезть) через них или подлезать под ними.

При передвижении по верховому болоту (сплавине) не следует наступать в следы впереди идущего. Провалившись на болоте по пояс или глубже, следует спокойно лечь передней частью тела на сплавину, расставив руки, и позвать на помощь. Вытаскивать провалившегося лучше с помощью длинной палки, которую руководителю группы необходимо иметь с собой.

Труднопроходимые низовые болота следует обходить.

На дорогах с автомобильным движением группа следует за руководителем по обочине дороги по стороне со встречным движением. При отсутствии обочины группа следует колонной по одному правее руководителя.

Во время экскурсий и переходов запрещается:

- сбегать по склонам;
- пересекать глубокие овраги по висящим стволам деревьев без системы страховки;
- наступать на лежащие стволы и пни деревьев;
- идти по проезжей части дорог с автомобильным движением.

4. Вышедшая на маршрут группа не должна разделяться без веских на то оснований. При любом ЧП (травма, внезапное заболевание

и др.) группа сходит с маршрута и следует с пострадавшим до ближайшего населенного пункта или дороги, где руководитель группы принимает меры для оказания помощи или отправки пострадавшего в больницу. Руководитель группы может принять решение отправить с пострадавшим часть группы, если это необходимо для скорейшего оказания помощи пострадавшему. Сопровождать его при отправке транспортом должны не менее двух человек, один из которых – преподаватель.

### **1.3. Меры охраны здоровья**

1. Студентам необходимо иметь на практике аптечку, в которые входят: бинт, йод или зеленка, анальгин или другое обезболивающее средство, бактерицидный пластырь, антибиотик (одну аптечку на группу), а также (индивидуально) лекарства, которые могут быть нужны (противоастматические, антиаллергические и т.п.). Во время экскурсий необходимо брать аптечки с собой.

2. Запрещается пить некипяченую воду. При устройстве привала с принятием пищи в течение длительной экскурсии необходимо мыть руки или протирать их влажными салфетками.

3. Запрещается использовать в пищу дикорастущие растения без разрешения преподавателя.

4. В районах обитания иксодовых клещей преподаватели обеспечивают меры защиты от их укусов во время экскурсий. Этими мерами могут быть специальная форма одежды, обработка одежды репеллентами и др.

В случае укуса клещом студент должен сообщить об этом преподавателю, а тот – извлечь клеща и сообщить об этом ответственному за технику безопасности. Следует проследить, не появляются ли признаки болезни Лайма (первый симптом – крупная красная папула на месте укуса) и сразу же обратиться в больницу. Самостоятельно извлекать клеща студентам запрещается!

5. При укусах дикими хищниками или бродячими собаками необходимо отправить пострадавшего в больницу, где сделать прививки от бешенства; при глубоком инфицированном ранении и отсутствии прививки от столбняка – прививку от столбняка.

6. Обо всех возникающих заболеваниях и медицинских проблемах участники экскурсии должны незамедлительно ставить в известность одного из преподавателей.

Перед началом практики ее участники должны пройти инструктаж по правилам оказания первой помощи (при кровотечениях, травмах и переломах, остановке сердца и дыхания, ожогах, отравлениях)

## **1.4. Правила поведения на воде**

1. Любое использование плавсредств санкционируется ответственным преподавателем или руководителем практики. Преподаватель обязан лично убедиться в исправности плавсредства и его укомплектовании всем необходимым в данных условиях плавания.

2. При выходе на любом плавсредстве все находящиеся на нем люди должны быть одеты в спасжилеты (спасательные пояса).

3. Запрещается:

- студентам пользоваться плавсредствами в одиночку;
- без разрешения старшего группы вставать, меняться местами на плавсредстве;
- высаживаться с плавсредств на берег до возвращения без разрешения руководителя практики (ответственного преподавателя);
- купаться в водоемах без разрешения преподавателя;
- класть на борт или свешивать за борт руки и ноги, если это не необходимо для управления плавсредством.

4. При ухудшении погодных условий (усиление ветра, волнения, гроза, туман и т.п.) старший группы принимает меры для немедленного возвращения к лагерю или высадке на ближайший берег.

5. Правила пользования плавсредствами могут нарушаться при спасении утопающих или терпящих бедствие, если это невозможно сделать иным способом.

## **1.5. Меры противопожарной безопасности**

При обнаружении очага лесного пожара вблизи лагеря участник практики немедленно сообщает об этом руководителю практики. Руководитель практики организует тушение пожара, а если потушить его силами группы невозможно – выводит группу из опасного участка к ближайшему населенному пункту (если это невозможно – к берегу ближайшего водоема, на автодорогу) и принимает дальнейшие меры для эвакуации из района пожара. Об обнаруженном

пожаре как можно скорее поставить в известность местную полицию или пожарную охрану.

## **1.6. Правила поведения на транспорте**

1. При следовании железнодорожным транспортом студенты должны по возможности находиться в одном вагоне вместе с руководителями.

2. В пути следования запрещается:

– без разрешения руководителей переходить в другие вагоны и выходить в тамбуры;

– высовываться из окон, выбрасывать в окна мусор и иные предметы;

– садиться в поезд и выходить из поезда во время его движения;

– открывать двери тамбуров, прислоняться к дверям.

## **1.7. Основные меры охраны природы**

1. Участники и руководители практики обязаны стремиться минимизировать ущерб, наносимый природе пребыванием большой группы.

2. Участникам практики запрещается рвать или выкапывать охраняемые виды растений и ловить охраняемые виды животных. Сбирать незнакомые виды следует только после консультации с преподавателем.

4. Следует избегать массовых сборов любых организмов, которые могут приводить к их бессмысленной гибели и наносить ущерб популяции. Производить массовые сборы можно только в научных целях с разрешения преподавателей.

5. Без необходимости нельзя рубить и повреждать живые деревья и кустарники.

6. Следует свести к минимуму повреждения почвенного покрова. При необходимости выкапывания почвенного разреза снятый дерн следует сохранить и затем положить на место.

7. Запрещается сливать и высыпать на почву и в водоемы ядовитые и загрязняющие вещества.

8. В лесу запрещается шуметь, без научной необходимости разыскивать гнезда птиц, брать в руки яйца и птенцов.

## 1.8. Меры безопасности при лабораторных работах

1. Участники практики должны содержать рабочие места в чистоте и порядке.

2. В лаборатории запрещается:

- брать что-либо с рабочего места или класть что-либо на него без разрешения хозяина;
- оставлять без присмотра открытую посуду с химическими реактивами;
- пользоваться химреактивами без этикеток; пробовать вещества на вкус;
- смешивать кислоты и щелочи с водой без защитных очков, приливать воду к кислоте;
- пользоваться ядовитыми, едкими и легковоспламеняющимися веществами без разрешения преподавателя;
- есть и пить на рабочих местах или держать на них еду, пить из химической посуды;
- класть на лабораторные столы верхнюю одежду и сумки;
- бегать, прыгать, становиться без необходимости на столы и стулья, заниматься не относящимися к практике занятиями.

## 2. Основные понятия, рассматриваемые в рамках практики по биологии

**Прикладная геоботаника** – экономическая (хозяйственная) характеристика форм растительности и выяснение путей их улучшения, более рационального размещения и использования.

**Ботаническое ресурсоведение**, или экономическая ботаника – раздел ботаники; наука, изучающая возможности и пути хозяйственного использования растений, распространение и состояние ресурсов важнейших лекарственных и пищевых растений, а также другие аспекты использования растений человеком. Одной из современных задач ботанического ресурсоведения является создание системы информационного обеспечения по биоресурсам, включающей систему мониторинга.

Научные истоки современного ботанического ресурсоведения: лесная таксация с ее методами учета древесины в лесах, математической оценкой продукции леса на основе закономерностей роста деревьев и размещения их в пределах типов леса; луговедение с его

количественными методами изучения продуктивности сенокосов и пастбищ; геоботаническая картография.

В рамках данной практики изучение растительности будет происходить с учетом экологических особенностей различных видов.

**Экологические группы видов растений** – совокупность видов растений со сходным отношением к тому или иному фактору среды.

По отношению **к температуре** выделяют следующие экологические группы:

– *термофилы* или *мегатермы* – растения с оптимумом в области повышенных температур;

– *криофилы* или *микротермы* – растения, обитающие при низких температурах;

– *мезотермы* – растения умеренных зон.

Растения, произрастающие на холодных и влажных почвах, например, по краю многолетних залежей снега, выделяют в *психрофиты*.

Растения сухих и холодных местообитаний (сухих скал, песчаных тундр) относят к *криофитам*.

По отношению **к свету** выделяют следующие экологические группы:

– светолюбивые растения, или *гелиофиты*, приурочены к открытым пространствам и не переносят постоянного затенения;

– теневыносливые растения, или *гемисциофиты*, адаптирующиеся к слабой или меняющейся освещенности (широкая экологическая амплитуда по отношению к свету);

– тенелюбивые растения, или *сциофиты*, живущие в условиях низкой освещенности (например, растения нижнего яруса леса).

По отношению **к способу регулирования водного режима** организмы разделяют на две экологические группы:

– *пойкилогидридные* – не способные регулировать свой водный режим в связи с отсутствием приспособлений для защиты от испарения (наземные водоросли, лишайники, некоторые мхи и папоротники, погруженноводные покрытосеменные растения);

– *гомойогидридные* – имеющие специальные приспособления для регуляции водного режима, например, устьичные аппараты, водонепроницаемые клеточные оболочки и др.

**По приуроченности к разным условиям увлажнения** растения относят к следующим экологическим группам:

– *гидрофиты* – водные растения, свободно плавающие или укореняющиеся на дне водоема и полностью погруженные в воду,

иногда с плавающими на поверхности листьями или выставленными над водой цветками;

– *гелофиты* – полуводные растения, растущие в воде и в переувлажненных местообитаниях;

– *гигрофиты* – растения местообитаний с высокой влажностью воздуха и почвы.

Все они не выносят даже незначительную потерю воды, у них практически нет приспособлений, ограничивающих расход воды.

– *Мезофиты* – растения, произрастающие в условиях среднего, не избыточного увлажнения. К мезофитам относятся растения лугов, травяного покрова лесов, многие листовенные древесные и кустарниковые породы из областей умеренного климата.

– *Ксерофиты* – растения сухих местообитаний, способные переносить почвенную и атмосферную засуху. В зависимости от особенностей строения и способов регуляции водного режима выделяют несколько разновидностей ксерофитов:

- *эуксерофиты* имеют сравнительно неглубокую, хорошо развитую корневую систему и другие ксероморфные черты, а в засуху сильно сокращают транспирацию, хорошо выносят глубокое обезвоживание и перегрев (например, безлистные пустынные кустарники – саксаулы, эфедра);

- *гемиксерофиты* имеют глубокие корни, нередко достигающие грунтовых вод, и отличаются интенсивной транспирацией (например, верблюжья колючка);

- *пойкилоксерофиты* – засухоустойчивые растения с пойкилогидридным типом регуляции водного обмена, которые переносят засуху в состоянии анабиоза (лишайники и некоторые мхи);

- *суккуленты* – растения с сочными мясистыми листьями или стеблями, в которых запасается вода (кактусы).

По отношению **к гранулометрическому составу почвы** различают экологические группы растений:

– *псаммофиты* – приспособлены к обитанию на подвижных песчаных субстратах;

– *пелитофиты* – растут на глинистых субстратах;

– *алевритофиты* – на суглинистых и супесчаных субстратах;

– *хазмофиты* – на щебнистых субстратах;

– *петрофиты* или *литофиты* – на плотных скальных породах.

По отношению **к кислотности почвы** различают:

– *ацидофилы*, предпочитающие кислые почвы (вереск, рододендрон);

- *нейтрофилы* – растения почв с нейтральной реакцией (ясень обыкновенный, сныть обыкновенная);
- *базифилы* – растения щелочных почв (люцерна хмелевидная, тимьян Маршалла, саксаул);
- индифферентные виды – растения с широкой экологической амплитудой, живущие в широком диапазоне кислотности (сосна обыкновенная).

Некоторые растения проявляют положительную реакцию на высокое *содержание солей кальция*. Это *кальцефилы* (венерин башмачок обыкновенный, бук лесной). Противоположная группа растений – *кальцефобы*, произрастающие на болотах и кислых почвах (вереск, водяника). Отношение растений к содержанию кальция в почве, как правило, обратно их отношению к рН почвенного раствора: на карбонатных почвах произрастают базифилы, большинство из которых относится к ацидофобным растениям, или ацидофобам. Напротив, ацидофильные растения являются кальцефобами.

По отношению *к общему богатству почвы* различают следующие экологические группы:

- *олиготрофы*, довольствующиеся небольшим количеством питательных веществ;
- *мезотрофы*, приуроченные к почвам со средней обеспеченностью элементами минерального питания;
- *эвтрофы*, распространенные преимущественно на плодородных почвах.

Растения, особо требовательные к повышенному содержанию азота в почве, называют *нитрофилами* (малина, крапива).

От экологических групп следует отличать эколого-ценотические группы – группы видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов, присущих биотопам того или иного типа. Например, для лесов Восточной Европы выделены следующие *эколого-ценотические группы*:

- бореальная лесная (виды сомкнутых темнохвойных лесов);
- бореальная опушечная (виды, растущие в «окнах» и на опушках темнохвойных лесов);
- неморальная лесная (виды сомкнутых широколиственных лесов);
- неморальная опушечная (виды, приуроченные к «окнам» и опушкам широколиственных лесов);
- нитрофильная лесная (виды сомкнутых черноольховых лесов);

- нитрофильная опушечная (виды разреженных черноольховых лесов);
- боровая лесная (виды сомкнутых сосновых лесов северной части лесной зоны);
- боровая опушечная (виды разреженных сосновых лесов южной части лесного пояса) и др.

Также растительность можно разделить, исходя из того, определяют ли ее облик климатические факторы или специфические особенности среды обитания, на зональную, экстразональную и интразональную.

**Зональная растительность** – естественная растительность, характеризующая соответствующие биомы (тундру, тайгу, степь, пустыню и др.), природные пояса и зоны. Зональная растительность, встречающаяся за пределами основной зоны, на схожих (по климату и другим параметрам) местообитаниях – **экстразональная** растительность.

**Интразональная растительность** – естественная растительность, нигде не образующая самостоятельной зоны, а включенная в одну из основных зон растительности, например, сфагновые болота в тундре или лесной зоне.

На территории России выделяют несколько зон растительности.

**Зона арктических пустынь** – растительный покров несомкнутый, бедного видового состава и низкой продуктивности. Присутствуют обширные пятна голого грунта. Доминируют лишайники, преимущественно накипные, мхи (обычны гипновые мхи, сфагновые мхи появляются лишь на юге зоны в очень ограниченном количестве), водоросли. Из высших растений характерны камнеломка, полярный мак, крупка, звездчатка, арктическая шучка, мятлик и некоторые другие. Злаки массово встречаются на удобренном субстрате у гнездовой чаек и птичьих базаров. На границе распространения снега растут психрофиты – ледяной лютик и полярная ива.

**Зона тундр** делится на три подзоны.

*Арктическая тундра* – доминируют зеленые мхи и лишайники, некоторые злаки; нет кустарников. Растительность поселяется в основном по ложбинам и трещинам, окружающим голые пятна грунта (пятнистая тундра).

Зону арктических пустынь и подзону арктических тундр в литературе часто объединяют в так называемую «Высокую Арктику».

*Типичная лишайниково-моховая тундра* – доминируют лишайники, мхи (зеленые и гипновые), разнотравье и кустарнички. Пятна голого грунта занимают незначительные пространства.

*Южная кустарниковая тундра* – присутствуют три яруса растительности: верхний кустарниковый (карликовая береза, кустарниковые ивы и ольха); средний травянистый (наиболее типичны осока и кустарнички брусники и водяники); нижний лишайниково-моховой (преобладают бурые и зеленые мхи).

**Лесотундра** – переходная зона от тундры к лесу. Для нее характерно присутствие редкостойных лесов на междуречьях; на склонах речных долин и террас встречаются луга.

**Зона тайги** представлена светлохвойными и темнохвойными лесами. Господствуют леса из лиственницы, менее распространены леса из сосны, ели, пихты и сибирского кедра. Видовой состав западной и восточной тайги различен. В западной тайге основная лесообразующая порода – ель европейская. При перемещении на восток к ней добавляются ель сибирская, пихта, лиственница сибирская. На территории к востоку от Енисея, почти до берегов Охотского моря, господствующей лесообразующей породой является лиственница даурская. Лиственные породы в таежной зоне (прежде всего береза, осина, ольха) встречаются в первую очередь на нарушениях – вырубках и гарях, образуя вторичные мелколиственные леса. Среди лесов обычны луга и различные болота – верховые сфагновые, лесные переходные и низинные. Тайга в широтном направлении подразделяется на три подзоны.

*Северная тайга* занимает часть таежной зоны от лесотундры на севере до 64° с.ш. на Русской равнине, до 62° с.ш. в Западной Сибири и до 60° с.ш. на Среднесибирском плоскогорье. Средняя температура июля от 14 до 16°, безморозный период длится около 75–95 дней. Леса северной тайги редкостойные, низкорослые. Значительные площади заняты болотами, преимущественно верховыми, со сфагновым покровом. Зональные почвы глеево-подзолистые.

*Типичная (средняя) тайга* характеризуется более теплым летом, со средней температурой июля 16–18°. Безморозный период длится до 100–105 дней. Преобладают зеленомошные типы хвойных лесов, отличающиеся большей сомкнутостью и более высоким бонитетом по сравнению с северной тайгой. На Русской равнине самая распространенная ассоциация средней тайги – ельник-черничник. Эта подзона характеризуется условиями для развития подзолообразовательного процесса; главная роль в почвенном покрове принадлежит типичным подзолистым почвам.

*Южная тайга* в виде сплошной полосы распространена на Русской равнине и в Западной Сибири. Средняя температура июля

около 18–19°, безморозный период равен 105–120 дням. Степень заболоченности ниже, а бонитет хвойных лесов выше, чем в типичной тайге. В кустарниковом и травяном ярусах появляются виды, свойственные широколиственному лесам, в сухих сосновых лесах встречаются степные виды. Почвы дерново-подзолистые. Южная тайга – наиболее освоенная подзона тайги: в Европейской части РФ распаханность ее территории достигает 30 % и выше. Крупные площади подзоны покрыты вторичными березово-осиновыми лесами.

Данная полевая практика проходит на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, с растительностью, характерной для природной подзоны южной тайги.

**Зона смешанных и широколиственных лесов** представлена лесами, образованными дубом черешчатым, кленом обыкновенным (пятилопастным), липой, ясенем и другими лиственными породами. Из хвойных пород в Европейской части РФ в таких лесах растут ель европейская и сосна лесная. Под влиянием деятельности человека хвойно-широколиственные леса замещаются березняками, осинниками и кустарниковыми сообществами. Смешанные и широколиственные леса Дальнего Востока распространены в южной части бассейна Амура и в Приморье.

**Лесостепная зона** – переходная зона между лесом и степью. Широколиственные, мелколиственные и сосновые леса чередуются с разнотравными луговыми степями на черноземах. Господствующей лесообразующей породой в европейской лесостепи является дуб. В Западной Сибири лесные массивы распространены по западинам плоских водоразделов и образованы березовыми колками (рощами). В степях зоны преобладает разнотравье, а среди злаков велика доля корневищных (вейник, луговой мятлик, степная тимофеевка и т.д.).

**Степная зона** – безлесная; господствует травянистая растительность с преобладанием дерновинных злаков – ковыля, типчака, тонконога, степного овса и мятлика и полукустарников. Встречаются весенние и осенние эфемероиды. В северных районах зоны представлены разнотравно-злаковые степи, при движении к югу в связи с увеличением сухости климата сменяются ковыльно-типчаковыми. Значительные площади степей распаханы под сельскохозяйственные угодья.

**Зоны полупустынь и пустынь** – распределение почвенно-растительного покрова обусловлено мезо- и микрорельефом. Все

западины покрыты растительностью, в составе которой доминируют ковыль-волосатик, типчак, тонконог, житняк; солонцы покрыты сине-зелеными водорослями. На севере среди растений преобладают злаки. К югу начинают преобладать полыни, увеличивается проективное покрытие растений, устойчивых к засолению почв и эфемеров; растительный покров становится более разреженным.

## **2.1. Организация и состав луговых фитоценозов**

**Луг** – сомкнутое сообщество длительно вегетирующих травянистых мезофитов, не имеющих летнего перерыва в вегетации (в отличие от степей).

Луговой биоценоз – это комплекс живых организмов: высших растений, грибов, различных представителей животного мира. В состав экотопа входит надземная среда (аэротоп) и абиотическая часть почвы – эдафотоп, или почвенно-грунтовые условия. Основная особенность, отличающая травянистые биоценозы (луга или степи) от лесных – это общая маломощность растительного яруса с ежегодным разрушением его по окончании вегетации растений. Поэтому существование таких ценозов определяют, в первую очередь, факторы внешней среды. Например, в конце весны луговые растения испытывают резкие перепады температур – от замерзания ночью до перегрева на солнце днем. Большинство луговых растений на разных этапах своего развития вынуждены функционировать в условиях высокой солнечной радиации.

При длительном существовании лугового биоценоза формируется специфическое образование – дернина – важнейший поверхностный биогоризонт луговой почвы. В ней сосредоточена основная масса подземных органов растений и почвенных организмов, запасы минерального питания растений. В дернине интенсивно идут процессы фиксации и превращения азота, обмен с атмосферой углекислым газом и кислородом.

Травостой и дернина – два основных биогеоценотических горизонта, определяющих структуру лугов. Травостой, образованный надземными органами луговых растений, характеризуется ярко выраженной сезонной динамикой. Срок жизни прямостоячих надземных побегов равен вегетационному периоду. Ежегодно у луговых растений возникают новые побеги, достигающие к определенному времени максимальной мощности, после чего отмирают.

Процесс роста обычно резко нарушается в результате сенокосения или выпаса.

Виды, входящие в луговые сообщества, размещены таким образом, чтобы эффективно использовать различные световые горизонты в разные периоды вегетации. Структура луговых ценозов определяется закономерностями размещения в пространстве надземных и подземных частей: высотой отдельных ярусов травостоя, степенью заполненности органами растений отдельных высотных горизонтов. Распределение вегетативной массы по высоте связано с характером облиствения побегов растений разных видов (равномерным распределением листьев по всей высоте стебля или сосредоточением их в прикорневой розетке) и строением генеративных органов (присутствуют безлистные цветочные стрелки или раскидистые облиственные соцветия). Высотное распределение органов меняется в течение сезона в связи с динамикой роста и увеличением числа побегов на единицу площади.

Подземные органы растений на лугах также распределены на разных глубинах, но основная масса их сосредоточена в дернине – в 20–30-сантиметровом верхнем горизонте почвы.

Обычно растения на лугах представлены не единичными экземплярами, относящимися к какому-либо виду, а совокупностью особей этого вида – ценопопуляцией. Каждая ценопопуляция характеризуется числом растений, ее составляющих, и соотношением их возраста. Возрастные группы представлены: жизнеспособными семенами, находящимися в почве или на ее поверхности; молодыми нецветущими растениями (виргинильные особи); взрослыми цветущими и плодоносящими особями (генеративные особи); и растениями, сокращающими рост, слабоцветущими или нецветущими (сенильные особи). От соотношения возрастных групп в популяциях луговых растений зависит степень устойчивости луговых ценозов и возможности изменения их состава и строения. Наличие разных возрастных групп в составе популяции дает виду возможность более полно использовать среду, выживать в неблагоприятных условиях.

Помимо выраженной вертикальной структуры луговые ценозы обладают горизонтальным расчленением травяного покрова, проявляющимся в чередовании заметных по площади пятен, каждое из которых представлено одним видом или определенным набором нескольких видов. Эти участки называются микрогруппировками, а явление – мозаичностью. Мозаичное сложение луговых фитоценозов связано с особенностями экотопа и самих растений.

На лугах обычно распространена мелкоконтурная мозаичность. Наличие микрорельефа (микровысший, микропонижений, выбросов земли из нор грызунов) влечет за собой изменения в распределении видов растений, слагающих фитоценоз. Микрогруппировки могут возникать в результате особенностей размножения растений – одновидовые куртины могут формироваться при интенсивном вегетативном размножении или при массовом обсеменении какого-либо вида растения. Границы микрогруппировок могут быть резкими и размытыми, достаточно постоянными и быстро меняющимися.

Луговые ценозы характеризуются хорошо выраженной сезонной изменчивостью – сменой фенологического состояния компонентов сообществ, особенно ярко выступающей в динамике их цветения. Массовое цветение отдельных видов или групп видов, последовательно сменяющих друг друга в течение вегетационного периода, создают особый цветовой облик сообщества – **аспект**. Смена аспектов особенно ярко проявляется в многовидовых фитоценозах.

Число видов травянистых растений, входящих в состав конкретного луга, сильно варьирует – от двух-трех до сотни и более, в среднем около 40 видов. Флористическое богатство луга зависит от общего состава флоры региона, условий произрастания, времени существования сообщества, влияния деятельности человека.

В состав некоторых луговых сообществ входят мхи, образующие нижний ярус. Моховой покров свойствен лугам с низкотравными разреженными травостоями. Он всегда отсутствует на пастбищах, так как мхи не переносят вытаптывания. Существенным компонентом луговых биоценозов являются гетеротрофные организмы: бактерии, грибы и представители фауны. Они играют важную роль в разложении и минерализации отмерших организмов (сапротрофы), обеспечивают луговые растения доступными формами азота (азотфиксирующие бактерии), снабжают элементами минерального питания, находящимися в форме труднорастворимых соединений (грибы-микоризообразователи).

**Суходольные луга** располагаются на междуречных равнинах и склонах с глубоким залеганием почвенно-грунтовых вод, получающих влагу исключительно из атмосферных осадков. Такие луга формируются на месте отступивших или сведенных лесов и поддерживаются в безлесном состоянии за счет постоянного выпаса или сенокосения (илл. 1).

В этих условиях, кроме мезофитов, в состав луговой флоры входят и ксеромезофиты. Многие представители луговой флоры присутствуют и под пологом леса, разрастаясь на полянах, в окнах и на лесных опушках (это лугово-лесные или лесолуговые виды). На локальных понижениях всегда присутствуют растения болот, на сухих возвышениях – растения из числа рудеральных видов. После прекращения использования лугов (выпаса и сенокосения) на них возобновляется древесно-кустарниковая растительность, и с течением времени восстанавливаются исходные типы лесных ценозов.

**Пойменные луга** расположены в пойме реки и заливаются водой в половодье. Они высокопродуктивны благодаря вносу илистых взмученных в воде частиц, поддерживаются в безлесном состоянии из-за непереносимости древесными и кустарниковыми видами длительного периода затопления (верхушечные меристемы их побегов не переносят длительное перекрытие водой и глинистыми частицами, тогда как произрастающие травянистые растения пойменных лугов к этому приспособлены). Травянистые растения пойменных лугов – в основном мезофиты и гигромезофиты.

Поемность (затопление в период половодья) – важный экологический фактор, определяющий состав луговых пойменных ценозов. Реакция растений на затопление зависит от их состояния (покоя или активности) и длительности затопления – половодье в ранневесенний период, когда растения еще не тронулись в рост, они лучше выдерживают затопление, чем в период начала вегетации. Особенно неблагоприятно на луговые травы действует застой воды небольшой мощности в конце половодья при установлении теплой погоды, когда содержащийся в текучей воде кислород уже израсходован, а растения перешли в активное состояние и начали отрастать.

Ежегодное отложение наилка – важный экологический фактор, оказывающий непосредственное воздействие на виды растений, селящиеся в пойме. Перекрытие наилком может надолго задержать начало вегетации или совсем погубить их. Чем больше у растений выражена способность к вегетативному размножению, тем лучше они выносят перекрытие наилком, так как они легко перемещают подземные органы с почками возобновления из более глубоких слоев к поверхности почвы. Погребение наилком, состоящим из рыхлых, несвязанных песчаных и супесчаных частиц, растения выносят лучше, чем суглинистым и глинистым, так как последний, подсыхая, образует плотную корку, через которую побегам пробиться трудно.

В выработанных долинах выделяются три основные зоны, каждая из которых состоит из комплекса более мелких участков.

**Приусловая часть** (приусловой вал) тянется в виде гривы вдоль русла. Он сложен грубыми наносами, в основном песчаными, и хорошо дренирован рекой; по мере развития поймы может выходить из зоны затопления.

**Центральная зона** (центральная пойма) занимает центральную часть речной долины. Она обычно бывает заметно ниже приуслового вала, и обладает более или менее равнинным рельефом. Для нее характерно спокойное затопление и медленное отложение тонкого суглинистого наилка. Здесь развиваются наиболее богатые дерновые суглинистые почвы, занятые наиболее продуктивными луговыми сообществами (илл. 2).

**Притеррасная часть** (притеррасное понижение) находится в условиях близкого залегания грунтовых вод, сочащихся из-под уступа террасы или водораздела. Она наиболее удалена от русла реки и не дренируется ею. Полые воды здесь застаиваются и откладывают тонкий глинистый наилок. Сток поверхностных вод затруднен, в результате чего сильно развиты процессы заболачивания.

Луговая растительность различных частей поймы существенно различается. На песчаных наносах приуслового вала преобладают заросли корневищных злаков – костра безостого, пырея ползучего, двукисточника тростникового. Часты здесь и разнотравные сообщества из видов-псаммофитов. Почвы здесь бедные, с маломощным гумусовым горизонтом. Луга центральной поймы представлены различными сообществами; состав их зависит от условий рельефа и связанного с ним увлажнения. Для центральной поймы характерны более тяжелые наносы, чем на приусловом валу, приближенные к поверхности грунтовые воды и развитые дерновые почвы с выраженной дернисто-комковатой структурой. Большую площадь здесь могут занимать луга с господством овсяницы луговой, тимофеевки, лисохвоста, ежи сборной, а также видов разнотравья (девясил британский, подмаренники, борщевик сибирский) и многочисленных бобовых. В более влажных местах к злаковой основе присоединяются василистники светлый и простой, вербейник луговой, а в нижнем ярусе развивается сплошной покров из вербейника монетчатого.

Бессточные понижения в центральной части поймы заняты сообществами щучки дернистой и осок, из разнотравья встречаются таволга вязолистная, шлемник обыкновенный, дербенник

иволистный. Во многих местах поймы имеются незаливаемые участки, расположенные на повышенных элементах рельефа, и там развиваются луговые сообщества, близкие по составу к суходольным.

Пойменные луга занимают положение в ландшафте, не всегда подчиняясь принципу широтной или поясной зональности. В долинах крупных рек, особенно текущих в меридиональном направлении, ярко проявляется влияние растительности соседних природных зон. Так, лесные и луговые ценозы продвигаются по поймам далеко на север – в лесотундровую и тундровую зоны; в поймах лесной зоны встречаются луговые сообщества лесостепи и степи. В зоны степей и полупустынь луга могут продвигаться с севера лишь по поймам. Растительность пойм обычно относят не к зональным типам, а интразональным.

Кроме того, существуют другие типы лугов.

**Альпийские луга** – травянистые сообщества, существующие выше границы леса в горных ландшафтах.

**Маршевые луга** – травянистые сообщества, формирующиеся на пляжах, заливаемых солеными морскими водами.

**Тундровые луговины** – травянистые сообщества в арктических и субарктических ландшафтах. Формируются на хорошо прогреваемых (южной экспозиции) склонах, где происходит более глубокое сезонное протаивание тундровых почв или, наоборот, во влажных холодных местообитаниях рядом с многолетними перелетывающими залежами снега и льда.

### **Виды растений, характерные для лугов в районах проведения практики**

Борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum*)

Василек луговой (*Centaurea jacea*)

Василек шероховатый (*Centaurea scabiosa*)

Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides*)

Двуклесточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea*)

Донник белый (*Melilotus albus*)

Донник лекарственный (*Melilotus officinalis*)

Дрема белая (*Melandrium album*)

Ежа сборная (*Dactylis glomerata*)

Клевер гибридный (*Trifolium hybridum*)

Клевер луговой (*Trifolium pratense*)

Клевер пашенный (*Trifolium arvense*)  
Клевер средний (*Trifolium medium*)  
Колокольчик раскидистый (*Campanula patula*)  
Колокольчик скученный (*Campanula glomerata*)  
Кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis*)  
Лисохвост луговой (*Alopecurus pratense*)  
Марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum*)  
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata*)  
Нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*)  
Овсец пушистый (*Helictotrichon pubescens*)  
Пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*)  
Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*)  
Пырей ползучий (*Elytrigia repens*)  
Репешок аптечный (*Agrimonia eupatoria*)  
Таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*)  
Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*)  
Тмин обыкновенный (*Carum carvi*)  
Трясунка средняя (*Brisa media*)  
Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*)  
Тысячелистник птармика (*Achillea ptarmica*)

## 2.2. Организация и состав лесных фитоценозов

**Бореальная флора** (др.-греч. βορέας – северный) – комплекс видов растений северных территорий, занятых главным образом хвойными (таежными) лесами.

**Неморальная флора** (от лат. *nemoralis* – лесной) – комплекс видов растений, связанный с широколиственными лесами.

**Лесная зона** расположена между тундровой на севере и степной и пустынной зонами на юге. Характерной чертой ее является умеренно суровая или суровая зима и сравнительно теплое лето. Из-за обширности территории климатические и почвенные условия лесной зоны достаточно разнообразны. Ее делят на три основных подзоны: тайги (северная часть), хвойно-широколиственных и широколиственных лесов (южная часть). Границу между первыми двумя устанавливают по северному распространению дуба на водоразделах (по речным долинам он может заходить севернее).

Подзона тайги характеризуется господством хвойных пород (ели, лиственницы, пихты и кедра), встречается также сосна и

мелколиственные породы (береза, осина, ольха). В темнохвойных лесах (еловых, пихтовых, кедровых) под древесным пологом создается особая экологическая среда: значительное затенение, более ровная смена суточных температур, замедленный теплообмен между почвой и нижним слоем воздуха. Важную роль в разложении растительных остатков в темнохвойных лесах играют грибы. Для темнохвойных лесов характерны древостой из одной-трех пород без существенной примеси других видов. Флора трав и кустарничков здесь небогата и своеобразна как по видовому составу, так и по эколого-биологическим особенностям. Типичными являются мезофиты; они обычно имеют хорошо развитые голые темно-зеленые листовые пластинки, корневая система у них поверхностная, большинство трав имеет корневища и хорошо размножается вегетативным путем. Почти все лесные травы – микотрофы (живущие в симбиозе с грибами).

Вегетация трав под пологом темнохвойного леса начинается позднее, чем в лиственном лесу, а продолжается до поздней осени. После окончания цветения усиливается рост подземных органов. В тайге много вечнозеленых и зимнезеленых трав. Многие травы темнохвойных лесов (кислица *Oxalis acetosella*, грушанка *Pyrola* sp.) имеют широкий ареал и встречаются во всей подзоне.

Таежные леса подразделяют на зональные группы: северотаежную, среднетаежную и южнотаежную (илл. 3).

Темнохвойные леса на юге примыкают к хвойно-широколиственным и широколиственным лесам. Южнее таежной зоны темнохвойные леса встречаются в горах (в Карпатах, на Кавказе, Тянь-Шане, на юге Дальнего Востока).

В пределах таежной подзоны широко распространены лиственные леса (с доминированием видов *Larix* sp.), особенно типичны они для сибирской тайги в районах с наиболее континентальным климатом и многолетней мерзлотой. Лиственничники относятся к светлохвойной тайге. В травяном покрове лиственничников широко распространены виды, которые за пределами лиственничной тайги встречаются на болотах; присутствуют травы, характерные для степей, сухих лугов и сосняков (по экологической приуроченности это светолюбивые психрофиты и криофиты).

Подзона хвойно-широколиственных лесов представлена в районах, достаточно обеспеченных осадками, и по температурным условиям промежуточных между зонами хвойных и широколиственных лесов. Они не имеют сплошного широкого распространения.

Верхний ярус хвойно-широколиственных лесов составлен елью, пихтой, кедром, различными видами сосны, дуба, липы, ясенем, кленами, вязами, черной ольхой. Флористический состав травяного покрова разнообразен и зависит как от доминирования отдельных древесных пород, так и от локальных особенностей флоры. В него входят и бореальные, и неморальные виды.

Широколиственные леса приурочены к районам с влажным и менее континентальным климатом. Для них характерен быстрый круговорот веществ в почве, при наличии большого количества редуцентов. Из древесных пород для широколиственных лесов наиболее типичны различные виды дуба (черешчатый *Quercus robur* в Европейской части, монгольский *Q. mongolica* на Дальнем Востоке), довольно широко распространены граб, бук, липы, встречаются ясень, вязы, клены. В зависимости от густоты верхнего яруса в широколиственных лесах может быть значительно развит подлесок. Травяной покров показывает специфическую для широколиственных лесов динамику, связанную с сезонным присутствием листьев на деревьях и почвенным увлажнением. Обычны двудольные эвтрофные мезофиты (зеленчук, копытень и др.). Эти теневыносливые виды испытывают недостаток во влаге во второй половине лета. У большей части из них длительный период вегетации, некоторые из них являются зимне- или вечнозелеными. Особую группу в широколиственных лесах составляют световые эвтрофные мезофиты с периодом вегетации и цветения весной, до распускания на деревьях листьев – эфемероиды (пролеска, хохлатка и др.). Летом их надземные побеги отмирают, и обнаружить их участие в травостое сложно.

Пойменные леса во всех зонах образованы главным образом ивами, тополями и близкими к ним родами деревьев с мезофильным разнотравьем (таволга, вербейник, зюзник).

В широколиственных лесах степной зоны (так называемые байрачные леса) распространены светолюбивые засухоустойчивые виды, а также некоторые степные травы.

Большую площадь в лесной зоне занимают мелколиственные (березовые и осиновые) леса. Опад в таких лесах быстро разлагается, поэтому мощный горизонт подстилки, характерный для широколиственных лесов, отсутствует. В березовых и осиновых лесах из-за ажурности крон деревьев под кроны попадает много света, поэтому хорошо развиты кустарниковый и травяной ярусы. В травяном ярусе, кроме типично лесных, присутствуют светолюбивые луговые и

опушечные виды. Мелколиственные леса в Европейской части России практически все – вторичные, возникшие в результате выруб-ки или других нарушений хвойных или широколиственных лесов. В таких лесах сохраняются травы, характерные для ранее существовавшего здесь леса.

Довольно широко распространены сосновые леса, особенно из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Сосна отличается широкой экологической амплитудой по факторам увлажнения и богатства почвы, поэтому сосняки встречаются от Заполярья (в Мурманской области) до степей, в горах или на самых неплодородных почвах (песчаных, каменистых, торфянистых). Травяной покров сосновых лесов сравнительно беден и состоит в основном из видов, малотребовательных к богатству почвы: вереск, черника, брусника, щучка извилистая, ландыш, седмичник (илл. 4).

Особое положение занимают черноольховые леса, встречающиеся преимущественно на избыточно увлажненных заболоченных почвах, богатых питательными веществами (илл. 5). Черноольшаники распространены обычно на низменностях в условиях умеренного климата. Это достаточно древний тип лесов, близкий по структуре к лесным сообществам третичного периода. В черноольховых лесах можно встретить растения, характерные как для низинных болот (осоки вздутая, пузырчатая, вахта трехлистная, камыш лесной, тростник), так и для широколиственных лесов (папоротник телиптерис болотный, крапива двудомная, сныть).

## Основные типы динамики лесов

Лесное сообщество, как и любой живой объект, меняется во времени. Разные стадии существования одного сообщества могут сильно физиономически различаться. Наиболее широко принятой в современной экологии лесных сообществ является ярусно-мозаичная концепция леса как сложной системы. Лесной ценоз представляет собой пространственную мозаику, состоящую из элементов, которые развиваются относительно независимо, проходя определенные фазы развития. Для естественного лесного насаждения характерно разнообразие структуры и возраста элементов этой мозаики, которое формируется за счет образования в лесу прогалин (мест, где произошло выпадение одного или нескольких деревьев) и разновозрастной растительности, возникающей на месте этих прогалин – так называемая оконная или гар-динамика. В случае, когда

происходит массовое уничтожение деревьев в верхнем ярусе (вырубка, пожар), мы наблюдаем лесной древостой из деревьев приблизительно одного возраста.

### **Лиственнично-хвойная динамика**

Такой тип динамики характерен для территорий с достаточно благоприятными почвенными условиями (по богатству и увлажнению) подзоны южной тайги.

Типичная последовательность смены пород, характерная для этой динамики, выглядит так:

- лиственный молодняк;
- лиственный древостой со вторым ярусом из ели;
- смешанный лиственнично-еловый древостой;
- темнохвойный древостой с распадающимся лиственным поколением;
- темнохвойный древостой.

Лучше всего такой тип динамики наблюдается в условиях полного обезлесения (рубки, пожары, иногда – зарастание бывших сельскохозяйственных угодий).

Сосна при подобном типе динамики практически не участвует в строении древесного покрова – она не выдерживает конкуренции с лиственными породами на богатых почвах (в наиболее благоприятных локальных условиях помимо ели происходит возобновление широколиственных пород – липы, клена). С другой стороны, молодая ель не способна нормально выжить без защиты от избыточной освещенности, поэтому стадия мелколиственного леса в таком типе динамики обязательна.

### **Сосново-еловая динамика**

Такой тип динамики происходит при полном обезлесении на небогатых почвах. Здесь в отличие от предыдущего типа на обезлесенной территории формируется полог смешанного лиственнично-соснового молодого леса.

Типичная смена пород выглядит так:

- лиственнично-светлохвойный молодняк;
- лиственнично-светлохвойный древостой со вторым ярусом из ели;
- смешанный лиственнично-хвойный древостой;

- хвойный древостой с распадающимся лиственным поколением;
- хвойный древостой (сосново-еловый).

В некоторых случаях под пологом светлохвойно-лиственного леса происходит возобновление дуба, что является нетипичным для лесов южной бореальной подзоны.

При таком типе динамики на бедных почвах сосна присутствует в сложении древостоя практически на всех стадиях; следы ее присутствия обнаруживаются также в виде валежа и пней.

В случаях возобновления еловых лесов через стадию мелколиственного или мелколиственно-соснового нет непрерывного спектра возрастов деревьев ели; еловый древостой представлен практически одновозрастным поколением.

### **Сосновая пирогенная динамика**

Пирогенная (пожарная) динамика лесов связана с периодическим полным или частичным выгоранием участка леса в результате пожара, возникшего по естественной причине (от молнии) или в результате деятельности человека, и формированием на освобожденном месте нового поколения деревьев. Несмотря на то, что существуют и даже документально зафиксированы отдельные случаи возникновения лесных пожаров от естественных причин (молний), назвать этот механизм обновления лесов полностью естественным нельзя. Подавляющее большинство пожаров в таежных лесах Европейской части РФ связано с хозяйственной деятельностью человека.

Воздействие периодически повторяющихся на протяжении многих столетий или тысячелетий пожаров приводит к формированию светлохвойных таежных лесов, в лесах которых преобладают «пирогенные» породы деревьев – сосна и лиственница (на северо-востоке таежной зоны). Для сосны и лиственницы свежие гари или участки леса, пройденные низовыми пожарами, представляют оптимальные условия для возобновления и развития молодых поколений. Взрослые же деревья сосны и лиственницы способны переживать даже довольно сильные низовые пожары (илл. 6).

Пирогенная динамика осуществляется за счет наличия так называемых пожарных рефугиумов (участок, в течение длительного времени – превышающего срок жизни одного поколения деревьев – избежавший воздействия пожаров). Часто такими рефугиумами

оказываются избыточно увлажненные долины рек и ручьев, но иногда в силу случайных причин такие участки могут сохраняться и на хорошо дренированных территориях.

Семена сосны и лиственницы относительно тяжелы и распространяются ветром сравнительно недалеко (не более сотни метров). В результате в условиях, когда пожары случаются крайне редко, а участки новых и старых гарей разнесены в пространстве на многие километры, на участках гарей осуществляется возобновление через поколение мелколиственных пород. Заращение гарей березой и осиной характерно для обширных водораздельных пространств, где в прошлом воздействие пожаров было не столь частым, а большинство источников семян сосны и лиственницы (там, где они были) вырублено в течение последних полутора столетий.

Для таежных лесов, подвергающихся периодическому воздействию лесных пожаров, характерны нижеследующие особенности.

1. Наличие мозаики участков, с разной частотой и интенсивностью подвергающихся воздействию пожаров разных видов (низовых, при которых выгорает лишь лесная подстилка и лежащие на земле ветки, и верховых, при которых обгорает или стораеет весь древостой). Воздействие огня определяет все основные особенности структуры и динамики конкретного участка леса – возрастной состав древостоя, интенсивность гибели деревьев, количество валежа и мертвой органики на поверхности почвы, состав и структуру нижних ярусов леса. В зависимости от типа и интенсивности пожара могут формироваться как разновозрастные, простые по структуре леса, так и разновозрастные, состоящие из нескольких отдельных поколений. Леса представляют собой сложную мозаику с разной частотой выгорающих участков, в которую, как правило, вкраплены пожарные рефугиумы, характеризующиеся оконной мозаичностью древостоя.

2. Прерывистый возрастной спектр популяций лесообразующих пород. На наиболее часто выгорающих участках формируются сосновые леса, характеризующиеся преобладанием нескольких четко выраженных поколений, образование каждого из которых связано с воздействием низового пожара. Для ели, образующей второй ярус древостоя на участках, длительное время не подвергавшихся воздействию огня, характерно преобладание группы близких поколений с разбросом возрастов в пределах 60–80 лет. Даже на участках леса, весьма длительное время не подвергавшихся воздействию огня (в течение 200–250 лет), где ель нередко господствует в древостое,

возрастной спектр популяции ели не является непрерывным и характерным для устойчивой популяции; большинство таких еловых древостоев являются лишь условно-разновозрастными.

Входящие в состав таких лесов лиственные породы (береза, осина, ива козья) в большинстве случаев характеризуются также прерывистыми возрастными спектрами с наличием одного или нескольких четко выраженных поколений.

3. Наличие разноразмерного валежа, распределенного по площади неравномерно и с неравномерной представленностью разных степеней разложения. В составе крупномерного валежа, как правило, преобладает сосновый валеж. Лишь на участках длительно существующих пожарных рефугиумов, где уже практически произошло восстановление оконной динамики древостоя, крупномерный валеж может быть представлен еловой древесиной.

4. Отсутствие мощных органогенных почвенных горизонтов на незаболоченных участках и относительно малое количество мертвого органического вещества на поверхности почвы на участках, не относящихся к пожарным рефугиумам. Специфический почвенный микрорельеф, образующийся при вываливании деревьев с корнями, развит слабо, что связано с преобладанием усыхания деревьев на корню над вываливанием живых старых деревьев. В целом, влагоудерживающая способность этих лесов существенно меньше, чем у лесов с четко выраженной оконной динамикой.

5. Крайне неравномерный процесс гибели старых деревьев на различных участках леса, регулируемый сразу несколькими факторами – воздействием пожаров, гибелью старых и ослабленных деревьев от вредителей и болезней, воздействием экстремальных погодных условий (засух, особенно актуальных для участков с мало-мощными и бедными органическим веществом почвами).

### ***Виды растений, характерные для лесов в районах проведения практики***

Береза повислая (*Betula pendula*)

Береза пушистая (*Betula pubescens*)

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*)

Бузина обыкновенная (*Sambucus racemosa*)

Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*)

Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea*)

Вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*)

Ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*)  
Вороний глаз чктырехлистный (*Paris quadrifolia*)  
Гравилат речной (*Geum rivale*)  
Гравилат городской (*Geum urbanum*)  
Грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*)  
Дрема красная (двудомная) (*Melandrium dioicum*)  
Дуб черешчатый (*Quercus robur*)  
Дудник лесной (*Angelica sylvestris*)  
Ель обыкновенная (*Picea abies*)  
Звездчатка дубравная (*Stelaria nemorum*)  
Звездчатка ланцетолистная (*Stelaria holostea*)  
Земляника лесная (*Fragaria vesca*)  
Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*)  
Ива козья (*Salix caprea*)  
Ива ломкая (*Salix fragilis*)  
Ива ушастая (*Salix aurita*)  
Кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*)  
Копытень европейский (*Asarum europaeum*)  
Кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina*)  
Крушина ломкая (*Frangula alnus*)  
Купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*)  
Ландыш майский (*Convallaria majalis*)  
Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*)  
Майник двулистный (*Majanthemum bifolium*)  
Малина обыкновенная (*Rubus idaeus*)  
Медуница неясная (*Pulmonaria obscura*)  
Овсяница овечья (*Festuca ovina*)  
Ожика волосистая (*Luzula pilosa*)  
Орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*)  
Осина обыкновенная (*Populus tremula*)  
Осока (*Carex* sp.)  
Пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata*)  
Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*)  
Седмичник европейский (*Trientalis europaea*)  
Скерда болотная (*Crepis paludosa*)  
Смородина черная (*Ribes nigrum*)  
Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)  
Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*)  
Хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*)  
Хвощ луговой (*Equisetum arvense*)

Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*)

Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*)

Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*)

**Мхи:**

Дикранум метельчатый (*Dicranum scoparium*)

Кукушкин лен обыкновенный (*Polytrichum commune*)

Плагиомниум остроконечный (*Plagiomnium cuspidatum*)

Плевроций Шребера (*Pleurozium schreberi*)

Сфагнум Гиргензона (*Sphagnum girgensohnii*)

### **2.3. Организация и состав болотных фитоценозов**

Дать определение болотному биоценозу оказалось достаточно сложно. В 1907 г. В.Н. Сукачев, русский и советский геоботаник, основатель научного направления болотоведения, определял болото как биогеоценоз со своеобразной и сложной системой взаимосвязей компонентов, формирующийся в условиях обильного увлажнения.

По определению, принятому в 1934 г. на Всесоюзной конференции по болотному кадастру, болото – это избыточно увлажненные участки земной поверхности, покрытые слоем торфа глубиной не менее 30 см.

Позже, в 1963 г., Н.И. Пьявченко, советский ученый-болотовед, почвовед и геоботаник дает более развернутое определение: «Болото есть географический ландшафт, закономерно возникающий и развивающийся под влиянием взаимодействия факторов среды и растительности, которое определяется постоянной или периодической избыточной влажностью и проявляется в гидрофильности надпочвенного растительного покрова, болотном типе почвообразовательного процесса и накоплений торфа».

В 1966 г. на Специальном терминологическом совещании болотоведов было принято следующее определение: «Болото – тип земной поверхности, постоянно или длительное время обильно увлажненной, покрытой специфической растительностью и характеризующейся соответственным почвообразовательным процессом». Про толщину слоя торфа упоминания нет.

Основная особенность, отличающая болотные биогеоценозы от других, – длительное застойное или обильное слабопроточное увлажнение. Такой процесс может идти в условиях практически

любой природной зоны, поэтому болота являются интразональным типом растительности.

Другая особенность болот – своеобразие растительных сообществ, сочетающих в себе представителей определенных экологических и жизненных форм. В разной пропорции присутствуют: влаголюбивые растения – гигрофиты; водные – гидрофиты; мезофиты, приспособленные к средним условиям увлажнения; иногда ксерофиты и холодостойкие растения умеренных влажных поясов – психрофиты. В состав этих экологических групп входят различные жизненные формы растений – деревья, кустарники, травы, а также мхи и лишайники.

Третья особенность болотных биогеоценозов – болотный тип почвообразования. В болотах может отлагаться ил, органо-минеральные грязи, может происходить оглеение почвы (превращение окисных соединений, главным образом железа, в закисные, при котором почва принимает голубоватую или бледно-серую окраску). Часто происходит процесс, характерный исключительно для болот – образование и накопление торфа. Наличие торфа – не обязательный признак болота. Если болотообразование – интразональный процесс, охватывающий почти все географические зоны земного шара, то торфообразование – процесс с ярко выраженным зональным характером. Например, нет торфа в болотах степей и пустынь – остатки растений там быстро распадаются в условиях сухого воздуха и высоких температур. Нет торфа и во многих болотах тропиков – в них отлагаются ил и грязи; но слишком быстро идет разложение остатков растений. В приморских болотах быстрому разложению способствует соленая вода, в дельтах и речных заводях – проточность, насыщенность воды кислородом. В тундровых болотах ограничительным фактором торфонакопления является низкая продуктивность сообществ. Таким образом, торфяные болота – это частный случай, когда в условиях умеренного и холодного климата избыток влаги почти всегда ведет к образованию торфа.

Тип болота, площадь и глубина торфяной залежи, характер водного питания и водного режима болота, место его расположения, стадия развития и интенсивность болотообразования и прочие особенности каждого конкретного болота в значительной мере зависят от местных факторов (геоморфологические, гидрологические, гидрогеологические и почвенные условия, геолого-структурные особенности, растительность, антропогенная деятельность).

**Климатические условия** – количество атмосферных осадков, их распределение во времени, испарение и другие факторы определяют общее увлажнение территории. В зоне избыточного увлажнения среднее многолетнее значение годовых осадков значительно превышает испарение с суши, обуславливая более или менее постоянное увлажнение верхних горизонтов почвогрунтов.

За пределами зоны избыточного увлажнения роль климатических условий в заболачивании менее значительна. Наличие переувлажненных земель обусловлено сочетанием специфических местных факторов. Болота при этом располагаются лишь в отрицательных формах рельефа (котловинах, речных поймах, подножиях речных террас), где затруднен сток поверхностных вод или местность находится ниже уровня подземных вод.

**Геолого-структурные особенности территории** определяют рельеф местности, условия питания и разгрузки подземных вод. Крупные болотные системы расположены в глубоких геологических понижениях (депрессиях), в которые с приподнятых окружающих участков поступают поверхностные и подземные воды. Тектонические движения земной коры, вызывающие опускание поверхности Земли, способствуют заболачиванию. На развитие процессов заболачивания оказывает влияние состав подстилающих горных пород.

**Геоморфологические условия** – рельеф, уклоны поверхности, степень дренированности района (густота речной сети, глубина вреза русла рек и пр.) определяют степень переувлажненности местности. В районах с горным и холмистым рельефом, с хорошо развитой речной сетью не наблюдается возникновения болот, поскольку избыточная влага удаляется в виде поверхностного и грунтового стока. При равнинном рельефе с малыми уклонами избыток влаги из поверхностных почвогрунтов отводится чрезвычайно медленно, и создаются благоприятные условия для переувлажнения почвы. В соответствии с этим в зоне избыточного увлажнения болота могут располагаться на любых слабодренированных элементах и формах рельефа – на водоразделах и пологих склонах, на речных и озерных террасах, в поймах рек.

**Гидрологические условия** – режимы уровней, стока, русловых процессов рек, озер и самих болот определяют условия водного питания переувлажненных земель, их затопление и подтопление.

**Гидрогеологические условия** местности определяют степень участия подземных вод в водном питании болот.

*Почвенные условия* влияют на формирование избыточной влаги на поверхности и в почвенном слое, а также грунтовых вод. Почвы и подстилающие их грунты могут быть охарактеризованы водопроницаемостью и водовместимостью почвогрунтов, степенью однородности по глубине, слоистостью и наличием слабводопроницаемых слоев. Среди переувлажненных земель наиболее распространены глины, тяжелые и средние суглинки, торфяники, реже встречаются легкие суглинки, супеси и пески, когда они подстилается слабводопроницаемыми грунтами.

В зависимости от стадии формирования и условий водно-минерального питания болота (илл. 7) подразделяются на нижеследующие типы.

– Низинные (эвтрофные) – болота с богатым водно-минеральным питанием, в основном за счет грунтовых вод. Расположены в поймах рек, по берегам озер, в местах выхода ключей, в низких местах. Могут быть предшественниками переходных и верховых болот.

– Переходные (мезотрофные) – по характеру растительности и умеренному минеральному питанию находятся между низинными и верховыми болотами. Могут быть предшественниками верховых болот.

– Верховые (олиготрофные) – расположены обычно на водоразделах, водное питание преимущественно атмосферное. Из-за накопления торфа центральная часть болота со временем становится выпуклой.

Болота возникают при:

– зарастании водоемов;

– заболачивании почвы из-за изменения гидрологического режима.

Зарастание водоема происходит следующим образом. В мелких, стоячих или малопроточных озерах с пологими берегами в околводных зарослях гигрофитов (тростника, осок) накапливаются крупные растительные остатки, формирующие полужидкий субстрат, на котором поселяются мелкие травянистые растения (типа болотных подмаренников) и мхи. Если берег обрывается круто, из вегетативно подвижных гигрофитов с длинными горизонтальными побегами (сабельник болотный, белокрыльник болотный – илл. 8), может сформироваться так называемая береговая сплавина – плавающий мат из переплетенных корневищ и побегов растений, между которыми тоже скапливаются растительные остатки, и впоследствии формируется травяной торф.

Сплавина обычно формируется на подветренном берегу озера. Со временем такая сплавина может полностью затянуть водоем. Под спавиной достаточно долгое время может существовать линза воды, что делает опасным проход по такому болоту. На этой стадии болото имеет вогнутую или горизонтальную поверхность и называется низинным. В определенный момент корни растений не могут контактировать с грунтом и получать минеральное питание. Поэтому на смену тростнику и осоке (растениям-эвтрофам) приходят сфагновые мхи. Их поселение обычно начинается с центральной, наиболее бедной, части сплавины. Постепенно формируется переходное болото, обладающее мезотрофным уровнем богатства. Постоянное отложение и нарастание торфа постепенно приводит к образованию сфагнового торфяника, центр которого имеет превышение над переувлажненными окрайками. Это верховое болото. Оно накапливает в себе атмосферные осадки и подтягивает кверху воду бывшего, ныне погребенного, водоема. Так как сфагновые мхи создают крайне неблагоприятные условия для жизни микроорганизмов, выделяя бактерицидные вещества – фенокислоты (фумаровую, кофейную, пирокатехиновую и др.) и кумарины, а также закисляют среду, разложение отмерших остатков на таком болоте происходит крайне медленно, поэтому торфяная толща постоянно растет. Когда болото принимает холмообразную форму, торф с вершины, под действием силы тяжести, начинает скатываться валиками. Между валиками образуются глубокие мочажины или озерца, сами валики формируют более или менее приподнятые гряды (илл. 9).

Иначе происходит формирование болота на суше. Основная причина этого процесса – изменение водно-воздушного режима в поверхностных горизонтах почвы. В понижениях рельефа какой-нибудь из почвенных горизонтов становится менее проницаемым для воды. Во время обильных дождей вода долго стоит над ним, создавая избыточное увлажнение и ухудшая водно-воздушный режим в выше лежащих почвенных горизонтах. На уровне залегания грунтовой воды начинается процесс оглеения почвы. С усилением заболачивания мощность глеевого горизонта увеличивается, он вызывает подъем поверхности верховодки – безнапорных грунтовых вод.

Изменение экологических условий неизбежно ведет к смене растительности (это пример автогенной сукцессии, обусловленной внутриценозными причинами). Среди лесных зеленых мхов появляется кукушкин лен. Плотные плоские подушки кукушкина льна надолго задерживают воду и ускоряют процесс заболачивания.

Когда этот мох отмирает, он отлагает слои грубого торфа, на котором, внедряясь между живыми стеблями кукушкина льна, поселяется сфагнум. Сфагнум является индикатором того, что почвенный субстрат беден щелочами, да и сам сфагнум обладает свойством подкислять среду. Подобный процесс может происходить не только в лесах, но и на лугах. В ходе заболачивания суши сразу формируются болота олиготрофные, либо мезотрофные, переходящие позднее в олиготрофные, без начальной эвтрофной стадии.

Стоит упомянуть об еще одном типе болот с нетипичной трофностью, связанной со специфическим способом образования – это так называемые болота аапа-типа. Характерная их особенность – залегание в сильно обводненных понижениях с вогнутым поперечным профилем, часто достаточно выраженный грядово-мочажинный микрорельеф с расположением гряд и их фрагментов перпендикулярно направлению стока (илл. 10). В центральной части аапа-болот их сильно обводненные мочажины лишены сфагнового покрова; более возвышенная полоса вокруг грядово-мочажинной части занята мезотрофными травяно-сфагновыми сообществами, а периферия – древесно-кустарничково-сфагновыми олиготрофными или древесно-травяно-сфагновыми мезотрофными фитоценозами.

В зависимости от богатства водного питания торфяная залежь мочажин низинного или переходного типа, а возвышающихся над ними гряд – от мезотрофного до олиготрофного (илл. 11). Болота аапа-типа часто встречаются в пределах Балтийского кристаллического щита, где существует обильное питание болот мягкими грунтовыми водами, выходящими из трещин-разломов кислых коренных пород, дополненным атмосферными осадками, а также некоторой долей делювиальных вод, стекающих с прилегающих склонов.

В грядово-мочажинных комплексах аапа-болот растительность гряд представлена осоково-сфагновыми группировками из осоки волосистоплодной *Carex lasiocarpa*, пухоноса альпийского *Baeothryon caespitosum*, сфагнумов *Sphagnum papillosum*, *S. warnstorffii*, *S. fuscum*, и кустарничками. В мочажинах растут осока заливная *Carex limosa*, осока волосистоплодная *C. lasiocarpa*, вахта трехлистная *Menyanthes trifoliata*, хвощ топяной *Equisetum fluviatile*, а также гипновый мох *Scorpidium scorpioides*. Присутствие этих растений в мочажинах с мезотрофным торфом объясняется их широкой экологической амплитудой.

Считается, что мочажины аапа-комплексов первичны и представляют собой остатки предшествующих травяных сообществ,

образовавших торфяную залежь низинного типа. Гряды в этих комплексах вторичные, под ними отлагается торф переходного типа.

Приподнятые окрайки аапа-болот заняты мезотрофными или олиготрофными фитоценозами с обилием в моховом ярусе сфагнумов.

### ***Виды, характерные для болот в районах проведения практики***

- Белокрыльник болотный (*Calla palustris*)
- Береза карликовая (*Betula nana*)
- Багульник болотный (*Ledum palustre*)
- Вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*)
- Голубика (*Vaccinium uliginosum*)
- Камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*)
- Клюква болотная (*Oxycoccus palustris*)
- Мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata*)
- Морошка (*Rubus chamaemorus*)
- Осока топяная (*Carex limosa*)
- Осока вздутая (*Carex vesicaria*)
- Пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata*)
- Подбел многолистный (*Andromeda polifolia*)
- Пушица влагилищная (*Eriophorum vaginatum*)
- Пушица многоколосковая (*Eriophorum polystachion*)
- Росянка английская (*Drosera anglica*)
- Росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*)
- Сабельник болотный (*Comarum palustre*)
- Сфагнум (*Sphagnum* sp.)
- Шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustre*)

## **2.4. Водная и околоводная растительность**

**Водная растительность** – совокупность растений, живущих в воде, плавающих на поверхности или целиком погруженных в воду. В состав водной растительности входят различные водоросли, некоторые папоротникообразные и покрытосеменные. Водная растительность разделяется на растительность морей и пресных вод. Первая состоит преимущественно из микроскопических водорослей (главным образом диатомовых), а ближе к берегу – из бурых красных, зеленых водорослей. Во второй главную роль играют

зеленые водоросли и диатомовые, а в мелких водоемах, и в береговой зоне глубоких водоемов видное место занимают цветковые растения с папоротникообразными и моховыми.

Обитание в водной среде обусловило особые черты организации водных растений: значительное увеличение поверхности тела в сравнении с его массой, что облегчает поглощение необходимых количеств кислорода и других газов, которых в воде содержится меньше, чем в воздухе. Увеличение поверхности растения достигается развитием больших тонких листьев (рдесты), расчленением листовой пластинки на тонкие нитевидные участки (уруть, роголистники, водные лютики), сильным развитием воздухоносных полостей и больших межклетников. Корневая система водных растений развита слабо, корневые волоски отсутствуют: вода с растворенными в ней минеральными веществами может проникать непосредственно в листья. Большая плотность водной среды обуславливает слабое развитие механических элементов в листьях и стеблях водных растений; немногочисленные механические элементы, имеющиеся в стеблях, расположены ближе к центру, что придает им большую гибкость; корни перистые: растениям не требуется поддержка в воде. Наличие воздухоносной ткани – аэренхимы для нужд газообмена и уменьшения веса растения для придания плавучести. У водных растений сильно развита разнолистность (гетерофиллия): подводные, плавающие и надводные листья на одном и том же растении значительно различаются как по внутреннему, так и по внешнему строению (илл. 12).

Так, подводные листья не имеют устьиц; у плавающих на поверхности воды листьев устьица находятся только на верхней (адаксиальной) стороне, у надводных (воздушных) листьев устьица – на обеих сторонах. Так как интенсивность света в воде резко снижается, у многих водных растений в клетках эпидермиса имеются хлорофилловые зерна. У водных растений слабо развиты или даже отсутствуют сосуды в проводящих пучках. Почти все водные растения размножаются вегетативно. Некоторые водные растения (наяда, роголистник) опыляются под водой; у других цветки поднимаются над водой, где и происходит опыление.

При распределении водной растительности в водоеме наблюдается поясность от околководной растительности на берегу до полностью погруженной в толще воды (илл. 13).

**Гидатофиты.** Характерной особенностью гидатофитов является крайняя слабость их стеблей и листьев, опадающих по изъятии

из воды. Будучи целиком погружены в текучую или стоячую воду, они не нуждаются в механических элементах своей ткани; паренхиматическая ткань является основной, в которой присутствуют слабо развитые сосудистые пучки. Гидатофиты характеризуются большим развитием воздухоносных полостей (аэренхимы). Держатся на незначительных глубинах пресных и соленых вод или плавают на поверхности.

**Гидрофиты** – полуводные растения – содержат представителей, способных жить и вне воды, лишь с погруженными в нее корнями. Вследствие этого менее заметны особенности в строении листьев и стеблей, чем у гидатофитов; лишь немногие роды (например, элодея) погружены целиком в воду и не могут держаться вне ее; большинство же родов по более прочному устройству своих частей и по способности существовать некоторое время и на суше (но хорошо увлажненной) представляют формы, переходные к прибрежным, или болотным – гигрофитам.

*Разделение гидрофитов по форме тела*

1. Гидрофиты погруженные.

А. Полностью погруженные в воду (истинно водные) растения. Весь цикл развития они проходят в воде. К ним относятся:

а) полностью погруженные неукореняющиеся, взвешенные (плавающие) в толще воды – виды роголистников (*Ceratophyllum*) и др.;

б) полностью погруженные укореняющиеся – виды наяд (*Najas*), полушников (*Isoetes*).

Б. Погруженные в воду с воздушными генеративными органами (почти погруженные) растения:

а) погруженные неукореняющиеся, взвешенные (плавающие) в толще воды – виды пузырчаток (*Utricularia*) и др.;

б) погруженные укореняющиеся с различной мощностью корневой системы – виды рдестов (*Potamogeton sp.*), урутей (*Myriophyllum sp.*), лобелия Дортманна (*Lobelia dortmanniana*).

2. Плавающие на поверхности воды растения – гидрофиты плавающие.

А. Свободно плавающие неукореняющиеся – водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*), ряска маленькая (*Lemna minor*), сальвиния плавающая (*Salvinia natans*).

Б. С плавающими листьями, укореняющиеся – виды кубышек (*Nuphar*), кувшинок (*Nymphaea*), рдест плавающий (*Potamogeton natans*), стрелолист плавающий (*Sagittaria natans*) и другие.

Погруженные и плавающие неукореняющиеся растения бывают прикреплены к субстрату в тех случаях, когда нижние части стеблей или водных корней опускаются в рыхлую иловую толщу дна водоема.

### ***Прибрежноводные и водные виды растений, характерные для районов проведения практики***

- Вех ядовитый (*Cicuta virosa*)
- Дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*)
- Ирис желтый (*Iris pseudacorus*)
- Камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*)
- Камыш озерный (*Scirpus lacustris*)
- Кубышка желтая (*Nuphar lutea*)
- Кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*)
- Незабудка болотная (*Myosotis palustris*)
- Ольха серая (*Alnus incana*)
- Ольха черная (*Alnus glutinosa*)
- Осока острая (*Crex acuta*)
- Осока пузырчатая (*Carex vesicaria*)
- Рдест плавающий (*Potamogeton natans*)
- Рдест стеблеобъемлющий (*Potamogeton perfoliatus*)
- Рогоз широколистный (*Typha latifolia*)
- Роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*)
- Ряска малая (*Lemna minor*)
- Ряска трехраздельная (*Lemna trisulca*)
- Стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*)
- Тростник южный (*Phragmites australis*)
- Уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum*)
- Частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*)
- Элодея канадская (*Elodea canadensis*)

## **2.5. Особенности экосистем урбанизированных территорий**

Городская экосистема (урбоэкосистема) – пространственно ограниченная природно-техногенная система, сложный комплекс взаимосвязанных обменом вещества и энергии автономных живых организмов, абиотических элементов, природных и техногенных,

создающих городскую среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, этническим, трудовым, экономическим и социальным потребностям (Лихачева и др., 1996).

Для городских экосистем характерна гетеротрофность – необходимость постоянного поступления ресурсов и энергии извне, невозможность достижения экологического равновесия, постоянное аккумулятивное накопление твердого вещества за счет превышения его ввода в городскую экосистему над вывозом. Вещество аккумулируется в городских строениях, на свалках. В прошлом это приводило к повышению уровня поверхности города – формированию культурного слоя.

Особенностью абиотических условий города является специфический локальный микроклимат, отличающийся от зонального типа климата (обычно это более высокие суточные и среднегодовые температуры, сглаженный ход температур; низкая скорость ветра, изменение количества осадков из-за восходящих потоков теплого воздуха над городом).

В городах появляются продукты антропогенной деятельности (каменные и бетонные постройки, поверхности из обработанной древесины, металлические конструкции), формирующие новые типы местообитаний, не характерные для местности вокруг городов.

Сочетание особенного городского микроклимата и антропогенных субстратов привлекает новые, нетипичные для данной местности виды организмов. Совокупность живых организмов, обитающих в городских условиях образует урбаноценозы, отличающиеся от природных биоценозов.

**Биоценоз** – совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок суши или водоема. Биоценоз – составная часть биогеоценоза (экосистемы).

**Урбаноценоз** – городская экосистема; обедненный комплекс, состоящий из синантропов, рудеральных, сегетальных и окультуренных растений, некоторых видов микроорганизмов, хорошо приспособленных к городской среде и друг к другу. Человек входит в комплекс урбаноценоза.

Ключевую роль в урбаноценозах играют синантропные виды.

**Синантропные организмы, синантропы** (от др.-греч. σύν – вместе и ἄνθρωπος – человек) – животные (неодомашненные), растения и микроорганизмы, образ жизни которых связан с человеком и его жильем.

## Городская флора

**Вид аборигенный** (абориген, автохтон, вид автохтонный, вид исконный, вид местный, вид туземный) (*aboriginal species*) – коренной обитатель данной местности, района, страны, сообщества, любой биологической системы. Название происходит от латинского *aborigines* (*ab origine* – от начала). Соответствует греческому названию *автохтон* (*autochthones*).

**Вид аллохтонный** (*allochthonous species*) – не являющийся коренным обитателем данной местности.

**Вид адвентивный** (вид-вселенец, вид заносный, вселенец, вторженец, *adventive species*) – вид, проникший за пределы своего первичного ареала либо естественным путем (с воздушными потоками, по морю), либо непреднамеренно занесенный человеком (с транспортом, с грузами, непосредственно), либо появившийся в результате интродукции; т. е. это вид, обнаруженный за пределами естественного ареала. В русскоязычной ботанической литературе чаще используется термин «адвентивный вид», а в зоологической – «чужеродный».

**Интродукция** (биологическая) (от лат. *introducio* – введение) – преднамеренное или случайное переселение особей какого-либо вида животных и растений за пределы естественного ареала в новые для них места обитания и введение, таким образом, в экосистему чуждого ей вида.

**Рудеральные растения** (от лат. *rudus*, род. падеж *runderis* – щепень, мусор), мусорные растения, произрастают около строений, на пустырях, вдоль путей сообщения и на тому подобных вторичных (но не полевых – пашенных) местообитаниях (илл. 14).

Рудералы часто являются нитрофилами. Нередко имеют различные приспособления, позволяющие им избегать уничтожения человеком и животными (невзрачный вид, ядовитые вещества, шипы, жгучие волоски и пр.). Среди рудеральных растений – лопух войлочный (*Arctium lappa*), виды крапивы (например, *Urtica dioica* – крапива двудомная) и другие. Вместе с сегетальными растениями они составляют группу сорных растений.

### Растения, характерные для урбанофитоценозов

#### Деревья

Вяз гладкий (*Ulmus laevis*)

Вяз шершавый (*Ulmus scabra*)

Ель голубая (*Picea pungens*)

Клен платановидный (*Ácer platanoides*)  
Клен американский (*Acer negundo*)  
Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*)  
Липа сердцевидная (*Tilia cordata*)  
Лиственница сибирская (*Larix sibirica*)  
Тополь черный (*Populus nigra*)  
Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*)

#### **Кустарники**

Кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidum*)  
Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius*)  
Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*)  
Сирень венгерская (*Syringa josikea*)  
Спирея иволистная (*Spiraea salicifolia*)  
Чубушник венечный (*Philadelphus coronarius*)

#### **Травы**

Гречиха сахалинская (*Polygonum sachalinense*)  
Яснотка белая (*Lamium album*)  
Крапива двудомная (*Urtica dioica*)  
Лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*)  
Лебеда раскидистая (*Atriplex patula*)  
Лебеда широколистная (*Atriplex latifolia*)  
Люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina*)  
Марь белая (*Chenopodium album*)  
Марь сизая (*Chenopodium glaucum*)  
Мятлик однолетний (*Poa annua*)  
Одуванчик обыкновенный (*Taraxacum officinale*)  
Подорожник большой (*Plantago major*)  
Подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*)  
Подорожник средний (*Plantago media*)  
Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*)  
Полынь полевая (*Artemisia campestris*)  
Ромашка ободранная (*Chamomilla recutita*)  
Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*)  
Щавель длиннолистный (*Rumex longifolius*)  
Щавель курчавый (*Rumex crispus*)

**Культурные растения** – растения, выращиваемые человеком с определенной целью (для получения продуктов питания, кормов для сельскохозяйственных животных, лекарственного сырья). В отличие от дикорастущих видов, культурные растения не имеют

естественного ареала (выращиваются независимо от места происхождения) и не способны к естественному распространению.

**Агроценоз** – биогеоценоз, созданный человеком (искусственная экосистема). Обладает определенным видовым составом и определенными взаимоотношениями между компонентами окружающей среды. Их высокая продуктивность обеспечивается комплексом агротехнических приемов и подбором высокоурожайных растений. В отличие от природных растительных сообществ, в агроценозах действует преимущественно искусственный отбор, направленный человеком прежде всего на повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Для естественного биогеоценоза единственным источником энергии является Солнце. Агроценозы, помимо солнечной энергии, получают дополнительную энергию, которую затратил человек на производство удобрений, химических средств против сорняков, вредителей и болезней, на орошение или осушение земель, на досвечивание культур закрытого грунта.

В агроценозах резко снижено видовое разнообразие живых организмов. На полях обычно культивируют один или небольшое число видов (сортов) растений, что приводит к значительному обеднению видового состава фауны и микрофлоры сообщества.

В естественном биогеоценозе первичная продукция растений (урожай) потребляется в многочисленных цепях (сетях) питания и вновь возвращается в систему биологического круговорота в виде углекислого газа, воды и элементов минерального питания. В агроценозе значительную часть первичная продукция растений человек изымает с урожаяем.

**Сегетальные растения** (от лат. *segetalis* – растущий среди хлебов) – сорные растения, приспособившиеся к произрастанию в посевах с.-х. растений. Жизненный цикл некоторых сегетальных растений (т. н. специальные сорняки) приспособлен к определенным культурам и связан с их жизненным циклом, например рыжик льновыый *Camelina linicola* и плевел льновыый *Lolium linicolum* встречаются только в посевах льна, ежовник рисовый *Echinochloa oryzoides* – только в посевах риса. Иногда термин «сегетальные растения» употребляют в более широком смысле, как синоним сорных растений.

**Сорные растения**, или сорняки – дикорастущие растения, обитающие на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. Вред, который наносят сорные растения, связан как со снижением урожайности, так и с ухудшением качества сельскохозяйственной продукции.

## *Пищевые культурные растения*

Капуста огородная (*Brassica oleracea*)  
 Картофель (*Solanum tuberosum*)  
 Кукуруза сахарная (*Zea mays*)  
 Лук репчатый (*Allium cepa*)  
 Морковь посевная (*Daucus sativus*)  
 Овес посевной (*Avena sativa*)  
 Огурец посевной (*Cucumis sativus*)  
 Петрушка курчавая (*Petroselinum crispum*)  
 Пшеница мягкая (*Triticum aestivum*)  
 Пшеница твердая (*Triticum durum*)  
 Рапс (*Brassica napus*)  
 Репа (*Brassica rapa*)  
 Рожь посевная (*Secale cereale*)  
 Свекла обыкновенная (*Beta vulgaris*)  
 Томат съедобный (*Lycopersicon esculentum*)  
 Укроп пахучий (*Anethum graveolens*)  
 Чеснок (*Allium sativum*)  
 Ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare*)

Деятельность человека приводит к изменению природных биоценозов, а в ряде случаев – к их преобразованию в антропогенные экосистемы. Наиболее сильно от природных отличаются созданные человеком экосистемы города – урбаноценозы (табл. 1).

**Табл. 1. Отличия природных экосистем от антропогенных**

Характеристика	Природные экосистемы	Агроценоз	Урбаноценоз
Природная среда	Неизменная или малоизменная	Изменная	Изменная в значительной степени
Абиотические компоненты (изменение исходных и появление новых компонентов)			
Биотоп	Неизменен	Малоизменен	Изменен
Климатические факторы	Не изменены	Не изменены	Изменены
Биотические компоненты			
Продуценты	Преобладают	Снижено разнообразие. Преобладают монокультуры	Объем продуцентов снижен, для питания консументов необходимо поступление вещества продуцентов из-за пределов системы

Характеристика	Природные экосистемы	Агроценоз	Урбаноценоз
Консументы	Соответствуют принципу пирамиды масс и чисел	Могут преобладать в животноводческих агроценозах	Резко преобладают: человек и небольшое число видов домашних и диких животных
Редуценты	В состоянии минерализовать все мертвое органическое вещество	Не в состоянии минерализовать все органические останки	Огромная масса отходов должна удаляться за пределы экосистемы
Пищевые цепи	Многозвенные	Короткие, малозвенные	Очень короткие, часто случайные
Энергия экосистемы	Солнечная	Солнечная и дополнительная энергия	Система существует в основном за счет притока дополнительной энергии из-за пределов урбаноценоза
Круговорот веществ	Замкнутый или частично разорванный	Разорванный	Разорванный
Стабильность	Обычно высокая	Низкая, система постоянно подвергается разным антропогенным нарушениям	
Способность к саморегуляции	Имеется или снижена	Отсутствует	Отсутствует
Синантропные организмы	Отсутствуют или небольшое число видов	Увеличено число видов	Большое число видов
Примеры экосистем	Леса, озера, пруды	Фермы, заводы, предприятия	Города, села, деревни

## 2.6. Псаммофитная и петрофитная растительность

**Псаммофиты** (от греч. *psammos* – песок и *phyton* – растение) – растения подвижных песков и дюнных комплексов. Широко представлены в пустынях, а вне пустынь псаммофиты развиваются по берегам морей, крупных озер, на песках вдоль рек.

*Примеры:*

Волоснец песчаный (*Leymus arenarius*)

Чина приморская (*Lathyrus maritimus*)

Шиповник морщинистый (*Rosa rugosa*)

**Петрофиты или литофиты** (от греч. *petra* – камень, *lithos* – камень и *phyton* – растение), – растения, приспособленные к жизни в скальных и каменистых породах.

*Пример:* Очиток едкий (*Sedum acre*).

## 2.7. Городская фауна позвоночных животных

Виды животных, обитающих на урбанизированных территориях, можно разделить на три категории:

– **автохтонные виды**, не подвергшиеся синантропизации и обитающие в наиболее удаленных от деятельности человека участках города (или заходящие в город случайно);

– **виды-урбанофилы** – виды, проявляющие склонность к поселению в условиях города – обычно это виды с пластичным геномом и поведенческими реакциями;

– **виды-синантропы**, практически не встречающиеся в современных условиях дикой природы (илл. 15).

Фауна урбанизированных и в различной степени трансформированных городских ландшафтов имеет в основном синантропный характер. Виды животных, обитающих на территории города, в значительной степени адаптировались к множеству стресс-факторов, таких как шумовое воздействие автотранспорта и строительной техники, беспокойство, причиняемое животному миру человеком и домашними животными и т.п.

Видовой состав городской позвоночной фауны в основном представлен орнитофауной, преимущественно семействами врановых и воробьиных. Доминантами по численности являются серая ворона (*Corvus cornix*), домовый воробей (*Passer domesticus*), большая синица (*Parus major*), голубь сизый (*Columba livia*). Млекопитающие представлены типичным синантропным видом мышевидных грызунов – крысой серой (*Rattus norvegica*) и вторично дичающими хищниками – домашними кошками (*Felis catus domesticus*) и собаками (*Canis familiaris*). На территории длительно существующих населенных пунктов пути миграции диких животных обычно отсутствуют.

## ***Позвоночные животные антропогенных ландшафтов***

### ***Класс Птицы***

Голубь сизый (*Columba livia*)  
Воробей домовый (*Passer domesticus*)  
Воробей полевой (*Passer montanum*)  
Серая ворона (*Corvus cornix*)  
Галка (*Corvus monedula*)  
Сорока (*Pica pica*)  
Большая синица (*Parus major*)  
Синица-лазорева (*Cyanistes caeruleus*)  
Белая трясогузка (*Motacilla alba*)  
Скворец (*Sturnus vulgaris*)  
Дрозд-рябинник (*Turdus pilaris*)  
Черный дрозд (*Turdus merula*)  
Кряква (*Anas platyrhynchos*)  
Серебристая чайка (*Larus argentatus*)  
Озерная чайка (*Chroicocephalus ridibundus*)

### ***Класс Млекопитающие***

Кошка домашняя (*Felis catus*)  
Крыса серая (*Rattus norvegicus*)

## **2.8. Основные сведения из анатомии и морфологии сосудистых (высших) растений**

Особенности строения растений связаны как с их систематическим положением, так и принадлежностью к той или иной экологической группе видов. Ткани и органы растений образуют единое функциональное целое, определяющее успешность существования растения путем выполнения различных жизненных функций, основными из которых являются рост растения, ассимиляция, запасаение, проведение и выделение различных веществ, поддержание формы растения. Рост растения и последующая специализация тканей происходит благодаря деятельности образовательных тканей – меристем. Типы меристемы различаются по их расположению в теле растения и выполняемым функциям. Апикальные меристемы, появляющиеся у высших растений с первых стадий развития зародыша, располагаются на верхушках стеблей и кончиках корней, обеспечивая их рост в длину. Латеральная меристема путем

деления и последующей дифференциации обеспечивает утолщение органов растений. Интеркалярная (вставочная) меристема обеспечивает рост растения между междоузлиями. Раневая меристема нужна для восстановления поврежденных участков.

Растение поглощает питательные вещества из почвы и почвенного раствора при помощи корневой системы. Отдельный корень состоит нескольких основных частей (зон). Зона роста расположена на конце корня под корневым чехликом. Здесь осуществляется основной рост корня в длину за счет деления апикальной меристемы корня. Следом за зоной роста расположена зона всасывания, обеспечивающая поглощение минеральных веществ из почвы. Ключевую роль в этом процессе выполняет покровная ткань ризодерма (эпиблема), на которой вырастают клетки – корневые волоски, всасывают почвенный раствор.

Будущий ход развития меристематических тканей частично детерминирован самим размещением их в апексе побега и корня, где можно выделить несколько слоев инициальных меристематических клеток растений. Так, за счет деления верхнего слоя инициальных клеток образуется плерома, дающая начало осевому цилиндру – стеле, состоящей из проводящих структур: сосудов и трахеид, осуществляющих восходящий транспорт воды и поглощенных из почвенного раствора веществ, а также ситовидных трубок, осуществляющих нисходящий транспорт сахаров и пластических питательных веществ, синтезированных в побегах.

Характер строения стелы зависит от систематического положения вида (илл. 16). У наиболее примитивных сосудистых растений, у которых характерно: отсутствие сердцевины и листовых лакун (для таких растений характерны энационные листья, т. е. имеющие происхождение от покровных меристем и не имеющие собственных проводящих элементов), центральная или экзархная дифференцировка ксилемы, которая состоит только из трахеид, и отсутствие камбия, развиты **протостелы**:

*Гапlostела* – наиболее примитивный тип стелы. Она состоит из сплошного тяжа ксилемы, покрытого слоем флоэмы. Ксилема центральная типа, содержит только трахеиды. Характерна для риниофитов и некоторых современных споровых растений.

*Актиностела* («звездчатая» стела) развилась из гапlostелы, ксилема в которой располагается в форме звезды, между лучами которой располагается флоэма. Ксилема экзархного типа, дифференцируется центростремительно. С развитием актиностелы

поверхность контакта с живыми непроводящими тканями растения увеличилась, от стелы начали отходить листовые проводящие пучки. Ксилема сложена трахеидами и расположенными в ее центральной части волокнистыми трахеидами, флоэма – ситовидными клетками и лубяной паренхимой. Актиностела характерна для плаунов.

*Плектостела* («губчатая» стела) – следующий этап развития, в котором лучи ксилемы рассекаются флоэмой и паренхимой. Ксилема здесь также экзархного типа. Ксилема сложена трахеидами, флоэма – ситовидными клетками и лубяной паренхимой. Она характерна также для плаунов.

Для более продвинутых растений с теломными («побеговыми») листьями характерны *сифностелы*, такие как:

*Диктиостела* – у папоротниковидных. Кольцо проводящих тканей, окружающее сердцевину, разорвано паренхиматизированными листовыми лакунами на небольшие участки – меристелы. Меристела состоит из мезархной ксилемы, включающей в себя трахеиды и клетки паренхимы, флоэмы и перицикла и окружена эндодермой. Сердцевина дифференцируется из избытка клеток, образовавшихся в процессе деления апикальной клетки.

*Эустела* характерна для голосеменных и двудольных. Состоит из пучков, расположенных кольцом, и отделенных друг от друга паренхимными сердцевинными лучами. У травянистых растений лучи более широкие, у древесных – более узкие, иногда даже из одного ряда клеток.

*Атактостела* характерна для однодольных. Возникла при редукции стеблевых проводящих пучков и замещении их листовыми пучками. Вторичного утолщения стебля нет.

Кроме транспорта растворенных веществ, в растениях происходит газообмен между растением и атмосферой, а также внутри растения между различными его частями. Поступление воздуха в растение происходит через особые образования эпидермиса – устьица, состоящего из устьичной щели и замыкающих клеток. Характер распределения устьиц зависит как от их систематического положения, так и от экологических свойств вида. В частности различается характер распределения устьиц на листовой пластине у двудольных и однодольных растений, у последних они распределены более регулярным способом. Для видов, связанных с водными местообитаниями, характерно отсутствие устьиц на постоянно погруженных в воду частях.

Для осуществления газообмена между частями растения служит аэренхима – ткань с большими межклетниками, системы которых связаны с окружающей средой через устьица листьев или чечевички стеблей. Данная ткань наиболее развита в стеблях водных и болотных видов, растущих в погруженном в воду состоянии, обеспечивая газообмен между частями растения вплоть до корней.

Газообмен и транспорт различных веществ тесно связан с фотосинтезом, проходящем в ассимиляционных тканях, клетки которых содержат большое количество хлоропластов, расположенных преимущественно в листьях растений. Внутреннее строение листа и характер размещения в нем клеток зависит от принадлежности вида к той или иной экологической группе, различающихся по отношению к фактору освещенности. Так у светолюбивых растений-гелиофитов, к которым относится большинство деревьев, внутренние клетки листа (мезофилл) дифференцированы на столбчатый (палисадный) мезофилл, расположенный непосредственно за верхней эпидермой обращенной к свету стороны листа и губчатый мезофилл, расположенный между столбчатым мезофиллом и нижней эпидермой. У тенелюбивых растений – сциофитов, к которым относятся многие травянистые лесные виды, растущие под пологом деревьев, дифференциация мезофилла практически не выражена, мезофилл представлен сравнительно однородной паренхимной (сложенной из изодиаметрических клеток) тканью с хорошо заметными межклетниками.

Цветок – укороченный видоизмененный побег, предназначенный для размножения (опыления, оплодотворения, образования семян и плодов). Как и любой побег, он развивается из почки (генеративной). Цветок состоит из нескольких частей: цветоножка соединяет цветок со стеблем, цветоложе – расширенная верхняя часть цветоножки, служит для прикрепления остальных частей цветка. Чашелистики составляют наружную часть околоцветника – чашечку.

### **3. Физико-географическое описание точек проведения практики**

Учебная ознакомительная практика по биологии проводится в окрестностях Санкт-Петербурга и населенных пунктов Ленинградской области, в пунктах, показывающих разнообразие фитоценозов, но при этом расположенных в доступности на городском транспорте.

#### **3.1. Рельеф и геологическое строение**

Для территории современного Петербурга главным рельефообразующим фактором на протяжении длительного геологического времени является эрозионно-аккумулятивная деятельность вводно-ледниковых потоков и водоемов. Развитие рельефа тесно связано с эволюцией существовавших здесь морских и озерных поздне- и послеледниковых бассейнов (илл. 17).

Последовательное понижение уровней водоемов нашло отражение в террасированности рельефа Приневской и Приморской низин. Наиболее отчетливо выражены две террасы. Более высокая – озерно-ледниковая терраса с абсолютными отметками до 60–65 м. Ее поверхность осложнена камовыми холмами и грядами.

#### **Лесопарк Тарховка**

Территория находится на стыке двух крупнейших тектонических структур – Балтийского щита и Русской платформы, что объясняет разнообразие рельефа местности и ландшафтов.

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах озерно-ледниковой террасы древнего Балтийского озера на абсолютных отметках 0–100 м. Рельеф связан с деятельностью ледника, который несколько десятков тысяч лет назад покрывал всю территорию северо-запада России. Вдоль берега Финского залива преобладает плоская морская равнина. Есть болотные равнины. Выражены два уровня: более высокий озерно-ледниковый и более низкий, затоплявшийся древним Литориновым морем. Приневская низменность, затоплявшаяся Литориновым морем, окаймляет берег Финского залива узкой полосой, расширяющейся там, где были заливы моря, отделенные от залива песчаной пересыпью, перевеянной в дюны (например, в районе Сестрорецка).

Кристаллический фундамент, представленный в основном гранитоидным комплексом, имеет сложное блоковое строение и залегает на глубине от 140 м. Осадочный чехол представлен горизонтами вендского комплекса.

Четвертичные отложения – это образования различного возраста и генезиса, среди которых выделяются следующие слои:

– морские (аллювиальные, озерные) нерасчлененные отложения литориновые и постлиториновые;

– озерно-ледниковые отложения лужского горизонта, представленные ленточными озерными глинами (насыщенными водой) с прослойками песка;

– ледниковые отложения лужского горизонта, представленные супесями, суглинками и иногда включениями песков.

Несмотря на достаточно богатый перечень полезных ископаемых, имеющийся в районе, их промышленная разработка нецелесообразна, исходя из курортного статуса района. Исключением являются только недра, имеющие рекреационно-лечебное значение: лечебная грязь и минеральная вода. Лечебная грязь Сестрорецкого болота используется во всех санаторно-лечебных учреждениях района с бальнеологическим профилем. Пресными подземными водами полностью обеспечиваются хозяйственно-питьевые нужды Курортного района.

Архивные документы свидетельствуют, что в конце XIX в. на территории района свирепствовали пылевые бури, засыпавшие деревья чуть ли не до кроны. Причина этих бурь – сведение лесов, для производства древесного угля для оружейного завода.

Таким образом, песчаные дюны передвигались в направлении от залива. Естественными преградами для дюн были реки и ручьи, которые вымывали песок обратно в Финский залив, а волны выбрасывали песок на берег, рельеф становился дюнный. После создания в 1723 г. водохранилища Сестрорецкий Разлив песок перестал доходить до залива, оседая в Разливе. Через 300 лет существования водохранилища очевиден дефицит песка на пляжах.

Перемещение песка на берегах происходит штормами и ветрами при западном и северо-западном ветрах.

В 1952 г. поселок Тарховка вместе с участком лесной растительности стали частью города Сестрорецк. Началось активное освоение территории. В 1958 г. лес получил статус лесопарка. В 2014 г. в районе Тарховской косы хотели построить намытую территорию

для жилой застройки, но в 2015 г. отказались от этого мероприятия. В том же году лесопарк получил статус городских лесов.

Лесопарк Тарховка является частью Сестрорецкого лесничества, а лесничество – часть Курортного лесного хозяйства. Лесопарк занимает площадь 328 га. Есть выходы к Финскому заливу (илл. 18).

В лесопарке широко встречаются хвойные и лиственные породы деревьев – береза пушистая *Betula pubescens*, ель обыкновенная *Picea abies* (сохранились отдельные экземпляры возраста около 200 лет), сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* (возраст до 300 лет), дуб *Quercus robur*, ольха серая *Alnus incana*, осина *Populus tremula*.

Небольшими участками растет ольха черная *Alnus glutinosa*, которая образует специфические лесные сообщества – черноольховые топи. В составе открытых эвтрофных опушек топей присутствует реликт болот третичного периода восковник болотный *Myrica gale*, растение, занесенное в Красные книги Ленинградской области и Санкт-Петербурга. Из животных встречаются лоси, кабаны, лисы, зайцы, белки, обыкновенные ежи.

## **Лисий Нос – заказник «Северное побережье Невской губы»**

Территория поселка Лисий Нос относится, как и территория лесопарка Тарховка, к плоской морской равнине, в постледниковье занятой Литориновым морем, поэтому геологическое строение этих территорий во многом сходно.

В заказнике «Северное побережье Невской губы», на полосе вдоль берега залива между Ольгино и Лисьим Носом, сохранился необычный для окрестностей Санкт-Петербурга лесной массив, значительную роль в котором играют широколиственные древесные породы. На самом побережье, ближе к Лисьему Носу, в начале XVIII века располагался один из путевых дворцов Петра I по дороге из Петербурга в Кронштадт – так называемые «Ближние Дубки». Планировка парка, устроенного одновременно со строительством дворца, просматривается по сей день, сохранилось и несколько старых дубов, посаженных в то время (илл. 19).

На прилегающей к заказнику акватории, мелководной и зарастающей тростниковыми и камышовыми сообществами, формируются сезонные стоянки водоплавающих и околоводных пернатых на Беломоро-Балтийском миграционном пути. Несмотря на свои небольшие размеры, к настоящему времени это самое значительное место регулярных скоплений птиц в Невской губе.

Государственный природный заказник регионального значения «Северное побережье Невской губы» – особо охраняемая природная территория (ООПТ) регионального значения, находящаяся в подчинении Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в составе администрации Санкт-Петербурга. ООПТ организована Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 25.11.2009 № 1342 «Об образовании комплексного государственного природного заказника регионального значения «Северное побережье Невской губы». Комплексный заказник занимает площадь 330 га, имеет в своем составе два кластерных участка (совместно участок побережья и о. Верперлуда). Верперлуда – небольшой остров на акватории Невской губы, отличающийся высоким разнообразием флоры и почти не затронутый деятельностью человека (илл. 20).

### **Памятник природы «Парк «Сергиевка»**

Парк находится в Петродворцовом районе Санкт-Петербурга.

Территория памятника природы «Парк «Сергиевка» представляет собой ландшафтный парк, созданный в первой половине XIX века на месте естественного лесного массива на террасах и на склоне литоринового уступа, на южном берегу Невской губы. Центральная доминанта дворцово-паркового ансамбля («Усадьба Лейхтенбергских», илл. 21) – летний дворец в стиле «неогрек», возведенный на бровке уступа по проекту выдающегося архитектора А.И. Штакеншнейдера.

На территории парка сохранились эталонные участки природных комплексов, прежде широко распространенных по южному берегу Финского залива: участки смешанных лесов с широколиственными породами (на уступе), черноольшатники, фрагменты низинного болота, тростниковые заросли на мелководной акватории залива. Существенный элемент современного ландшафта Сергиевки – водные объекты, представленные системой прудов и ручьем Кристателька, а также прибрежной мелководной акваторией Невской губы Финского залива. В 1920 г. в Сергиевке была организована естественнонаучная станция Петроградского университета, впоследствии – Биологический научно-исследовательский институт. В настоящее время земельные участки памятника природы предоставлены в постоянное пользование Санкт-Петербургскому государственному университету.

Памятник природы регионального значения «Парк «Сергиевка»» занимает площадь 120 га. ООПТ основана Решением малого Совета Санкт-Петербургского городского Совета народных депутатов от 22.04.1992 № 97 «О государственных памятниках природы Дудергофских высотах, Комаровском берегу, Стрельнинском берегу, парке «Сергиевка». Этот памятник природы входит в состав объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Исторический центр Санкт-Петербурга и группы памятников»; его ведомственная подчиненность – Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

### **Государственный природный парк «Токсовский»**

Геологическое строение территории определяется развитием на кристаллическом кембрийском фундаменте мощной толщи ледниковых отложений последнего оледенения, представленной преимущественно валунными суглинками, супесями, песками.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к массиву Токсовской камовой гряды. Камы ориентированы преимущественно в меридиональном направлении. Средняя высота их: 60–80 м. Межхолмные понижения заболочены. Камы сложены песком с примесью гальки и гравия. Образование их приурочено к последней стадии таяния ледника, когда в приледниковых озерах накапливался песчаный материал, вытаивающий из толщи ледника.

Реки на данной территории текут в долинах, которые были образованы ледниковым выколаживанием. По водному режиму реки принадлежат к типу равнинных, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В зимний период реки переходят на подземное питание. Подземные воды приурочены в основном к гдовскому водоносному горизонту и отличаются повышенной минерализацией (от 0,5 до 10 г/дм<sup>3</sup>).

Большая часть озер этой территории имеет ледниковое происхождение, но имеются и болотные. Водоемы сформировались путем заполнения водой понижений между камовыми холмами. Озера достаточно глубокие, высокие берега чередуются с низменными, заболоченными. Средняя глубина озер от 2,5 до 4,5 м, максимальная до 12 м. Озера болотного происхождения мелководны (средняя глубина менее 1,5 м).

Кавголовское озеро, на берегах которого расположены точки проведения практики, расположено в неглубокой котловине и

разделено на две части: основную с глубиной до 4,5 м и мелководный залив, примыкающий с юга. Площадь озера – 6,8 км<sup>2</sup>. Берега сильно изрезаны, сложены песками, супесями и суглинками. Вдоль уреза воды расположены неширокие песчаные пляжи, которые переходят в пологий прибрежный склон. Вдоль берега у железнодорожной насыпи тянется прерывающийся бордюр разреженных тростниковых зарослей. На мелководье Кавголовского озера встречаются три вида растений, включенных в Красную Книгу Российской Федерации: полушник озерный *Isoetes lacustris*, полушник колючеспорый *Isoetes echinospora*, лобелия Дортмана *Lobelia dortmanniana*.

По западному берегу к воде примыкает торфяник (илл. 22).

Из-за малой глубины летом вода хорошо прогревается (до +26 °С), а осенью быстро охлаждается. Лед стоит на озере с начала декабря по начало мая. К концу зимы толщина ледяного покрова достигает 70 см. Естественные водотоки и водоемы рассматриваемой территории имеют рыбохозяйственное значение. Ихтиофауна представлена немногочисленными видами рыб: окунь, плотва, щука.

Преобладающая растительность – вторичные березовые, еловые и осиновые леса, реже – сосняки. На склонах и вершинах холмов раньше господствовали сухие сосновые боры и ельники-зеленомошники, но сейчас их значительная часть в результате вырубок заместила мелколиственными травяными лесами.

На территории Токсовского лесопарка располагаются три крупных болотных массива: одно болото верхового типа и два – переходного. Большая часть из них лишены древостоя, но иногда на них встречаются низкобонитетные насаждения сосны и березы. Болотные системы являются источником питания водотоков, хранилищем почвенной влаги, резерватами биоразнообразия.

Земли лесного фонда Токсовского парклесхоза представлены защитными лесами с категорией защитности – лесопарковая часть лесов зеленой зоны Санкт-Петербурга. Лесные участки в составе земель лесного фонда, в соответствии со ст. 8 Лесного кодекса Российской Федерации (федеральный закон Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ), действующий с 1 января 2007 г., являются федеральной собственностью.

В 2019 г. на территории Токсовского поселения создан Государственный природный парк «Токсовский». Объектами охраны внутри природного парка являются комплексы крутосклонных камовых холмов, межкамовые котловины термокарстового происхождения;

неосушенные болотные массивы различного типа; озера с различной трофностью, проточностью, характером берегов и дна; спелые еловые и елово-мелколиственные леса, в том числе с участием широколиственных пород и неморальными элементами в травяном покрове; сосняки с участием широколиственных пород и лещиной обыкновенной; участки елово-сосновых старовозрастных лесов (более 200 лет) на глубокоосушенных межкамковых торфяниках; черноольшаники папоротниковые; насаждения липы сердцелистной. Кроме указанных выше охраняемых высших растений, в Красную книгу РФ занесен 1 вид грибов – ганодерма блестящая (*Ganoderma lucidum*), в Красную книгу Ленинградской области 3 вида мохообразных и 10 видов грибов, 1 вид пресмыкающихся – обыкновенный уж (*Natrix natrix*), 4 вида птиц – большой крохаль (*Mergus merganser*), серая утка (*Anas strepera*), луток (*Mergus albellus*), трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*) и 1 вид млекопитающих – летучая мышь прудовая ночница (*Myotis dasycneme*).

### Полюстровский парк

Полюстровские пруды находятся в Красногвардейском районе в охраняемой зоне Полюстровского источника минеральной воды, они хорошо доступны и удобны для исследований. Пруды берут свое начало в 1967 г, вместе с созданием парка к 50-летию юбилею Октябрьской революции на месте бывшей свалки строительных материалов (илл. 23).

До реконструкции 2015 г центральный пруд представлял собой давно сложившуюся экосистему, значительно подвергавшуюся антропогенному воздействию (илл. 24).

Тем не менее, относительное экологическое благополучие поддерживалось поступлением ключевой воды из полюстровского горизонта. В последние годы полюстровский водоносный слой иссяк. Это совпало по времени с мелиорацией центрального пруда и привело к кардинальным изменениям функционирования его водной и околородной экосистем.

Экологическое состояние водоема оценивается интегрально по трем станциям (илл. 25).

В 2015 г. была проведена очистка центрального пруда от водной и прибрежной растительности, а также от мусора в береговой зоне. Были удалены из воды бетонные блоки, полностью уничтожены заросли тростника (илл. 26).

Водоем № 1 на входе в парк имеет круглую форму (илл. 27). Его берег частично выложен плиткой и расчищен от зарослей тростника и осоки. Органически загрязнен, о чем свидетельствует характерный запах сероводорода.

Квадратный пруд (№ 2) был менее подвержен воздействию человека, о чем могут свидетельствовать обширные заросли тростника и богатое разнообразие других растений по берегам (илл. 28).

## **4. Выполнение практических работ в рамках практики по биологии**

### **4.1. Методика полевых работ**

Подготовительный период практики заканчивается подбором необходимого снаряжения. В каждой бригаде, состоящей из 10–15 человек, должно быть следующее снаряжение: полевая сумка, лупа, компас, GPS-навигатор или мобильный телефон с возможностью определения координат, 25-метровая рулетка, рамка или набор из 4 линеек длиной 40–50 см, полнотонер Биттерлиха, полиэтиленовые или бумажные мешочки, бумага и этикетки для образцов. У каждого студента должны быть простой карандаш, линейка, полевой дневник.

Все записи во время выезда ведутся в полевом дневнике, куда заносятся описания всех точек наблюдений, информация о встречаемых видах растений и животных, технические зарисовки.

Полевой дневник необходимо вести, не надеясь на собственную память, – даже на следующий день невозможно воспроизвести все замечания, полученные при обследовании объектов. Существуют определенные правила ведения дневника. На титульном листе полевого дневника приводится название учебного заведения и его адрес, фамилия студента, даты начала и окончания дневника. На следующих страницах ведутся записи всех наблюдений, выполненных в процессе полевых выездов и выводы по ним. Все записи желательно делать простым карандашом средней твердости.

После окончания полевого выезда необходимо проводить предварительную обработку полевых наблюдений: просмотреть и привести в порядок все записи, проверить наличие даты, погодных условий, описания точек наблюдения, названий обнаруженных видов, привести в порядок подписи к зарисовкам.

### 4.1.1. Отбор образцов растений (гербарий)

Для сбора гербарных образцов необходимо иметь с собой следующее:

- небольшой нож или секатор, садовый совок;
- пластиковые емкости с широкими горлышками для сбора фиксированных материалов (водорослей, в том числе микроскопических);
- гербарная сетка для прессования и сушки растений;
- полиэтиленовые пакеты для временного хранения растений до их закладки в гербарную сетку;
- гербарную папку для переноса собранных растений до их закладки в пресс. Она представляет собой две оргалитовые доски или картонки размером чуть больше газетного листа (45×35 см), заполненные слоями бумаги и соединенные друг с другом ремнями. Желательно, чтобы папку можно было носить на ремнях через плечо. Такая папка необходима для сбора и временного хранения растений, которые быстро завядают и поэтому не могут даже временно храниться в полиэтиленовых пакетах;
- бумажные временные этикетки, на которых записываются сведения о дате сбора, местонахождении и местообитании собранного экземпляра;
- веревка для затягивания гербарной сетки (от 2 до 3,5 м веревки на 1 пресс);
- запас бумаги для засушивания растений – непроклеенной, гигроскопичной (проще всего использовать газеты).

При сборе растений для гербария необходимо соблюдать ниже следующие правила.

1. Растения рекомендуется собирать в сухую погоду, т. к. после дождя или росы растения очень плохо сохнут и даже могут почернеть.

2. Для гербария берут неповрежденные растения со всеми надземными и подземными органами. Следует решить на месте, какие части растений необходимо собрать, чтобы наилучшим образом отразить в гербарии морфологию, изменчивость размеров и другие характеристики растений в данной популяции.

3. Травянистые растения, превышающие размер гербарной папки, перегибают 2–3 раза, так чтобы потом перегибы не выступали из папки. От очень крупных растений берут верхнюю часть с цветками и листьями, среднюю со стеблевыми листьями и нижнюю

с прикорневыми листьями. С деревьев и кустарников срезают побеги с листьями, цветками и плодами (если они есть). Образец следует срезать таким образом, чтобы по возможности наиболее четко показать тип ветвления и особенности одревеснения. Боковые побеги, отделенные от несущего их стебля, или ветви сами по себе не могут дать полной информации. По возможности следует сохранять и верхушку побега. Кроме того, ветви следует срезать так, чтобы на них имелись черешки листьев, пазушные почки и прилистники.

4. Крупные сложные листья необходимо собрать в неповрежденном виде.

5. В одну «рубашку» укладывают растения только одного вида. Если растение крупное, берут 1–2 экземпляра, мелких растений рекомендуется брать такое количество, при котором поле рубашки было бы заполнено полностью.

6. Корни обязательно освобождают от почвы. Толстые стебли, корневища и корни разрезают вдоль пополам.

При сборе образцов в гербарий следует обращать внимание на следующие особенности собираемых растений.

– Гетерофиллия (различная форма листьев), включая ювенильные или теневые листья. Следует указывать на этикетке, какой это тип листьев.

– Однодомные растения с раздельнополоыми цветками (мужские и женские цветки на одном растении). Нужно собрать растения, на которых имеются оба типа цветков или отдельные побеги с мужскими и женскими цветками.

– Двудомные растения (мужские и женские цветки на разных растениях). Следует собирать образец каждого пола под отдельным номером, а в случае, если это популяция мелких растений, набрать достаточное количество экземпляров обоих полов для дублетов.

– Если растение крупное, следует собирать такое количество образцов, которое может быть действительно необходимо для получения полного представления о растении. Такие растения могут быть разделены на несколько гербарных листов с одним номером.

– Желательно дополнительно собирать отдельные цветки и плоды, которые рекомендуется помещать в пакетики. Семена, если они полностью зрелые и многочисленные, могут быть высушены и в пакетике размещены вместе с соответствующим высушенным образцом. На пакетике должен быть указан коллекционный номер (точно соответствующий гербарному образцу). Только в этом случае можно будет определить, к какому виду относятся эти семена.

Наиболее представительными являются гербарные образцы с цветками или плодами, стерильные же экземпляры сами по себе представляют существенно меньшую ценность. Тем не менее, растения некоторых таксонов довольно редко встречаются в цветущем состоянии, поэтому их систематика основывается главным образом на вегетативных признаках (например, *Lemnaceae* (рясковые)), поэтому их следует собирать в любом состоянии.

## 4.2. Методика камеральных работ

В рамках летней учебной практики по биологии часть занятий проводится в лаборатории. В первую очередь, это лабораторные работы по анатомии и морфологии растений и грибов, практические работы по определению видовой принадлежности растений и зоопланктона, а также обработка натуральных данных, собранных в процессе полевых выездов.

В ходе камеральных работ используются оптические приборы (микроскопы, биноклярные лупы, ручные лупы), оборудование для изготовления анатомических препаратов (препаровальные иглы, безопасные бритвы, предметные и покровные стекла), жидкости и красители для микроскопии.

## 4.3. Методика выполнения практических работ

### 4.3.1. Изучение структуры растительных сообществ лугов

Параметры горизонтальной и вертикальной структуры фитоценоза нагляднее всего изучить на примере лугового сообщества.

Основным требованием к месту закладывания пробной площади является размещение ее таким образом, чтобы площадка не попала на переходную зону между сообществами (экотон). Место закладки пробной площади определяют визуально, на территории с более или менее равномерным рельефом. Размер пробной площади в луговом сообществе равен  $10 \times 10$  м, что позволяет описать особенности травянистого растительного покрова.

Одной из основных задач геоботанических исследований является определение участия отдельных видов в растительном покрове. Наиболее простым с точки зрения использования технических средств, а также предоставляющим достаточную степень точности является определение **проективного покрытия** вида.

Проективное покрытие определяется как процент закрытия пробной площади надземными фотосинтезирующими частями определенного вида растения при взгляде сверху. По причине того, что чаще всего невозможно посмотреть на пробную площадь вертикально сверху, используют подсчет проективного покрытия на небольших учетных площадках (33×33, 40×40, 50×50 см) или в пятнах доминирования видов, если они хорошо выделяются визуально.

В пределах пробной площади 10×10 м следует заложить 10–15 мелких учетных площадок. Желательно располагать их равномерно внутри пробной площади.

Кроме определения проективного покрытия видов, необходимо отметить высоту травяного покрова (среднюю и максимальную), определить, если возможно выделить, число ярусов травяной и моховой растительности, определить фенофазу, в которой находятся растения на площадке, отметить аспектирующий вид (если есть).

Под фенофазой или фенологическим состоянием растения подразумевается та или иная фаза его развития. Для их обозначения при описании фитоценоза наиболее часто применяется система, предложенная В.В. Алехиным (табл. 2).

**Табл. 2. Система обозначений фенофаз по В.В. Алехину**

Фенофаза	Характеристика	Обозначение
Вегетация до цветения	Растение только вегетирует, находится в стадии розетки, начинает давать стебель	Вег.
Бутонизация (у злаков и осок – колошение)	Растение выбросило стебель или стрелку и имеет бутоны	Бут.
Начало цветения (спороношения)	Растение в фазе расцветания, появляются первые цветки	Зацв.
Полное цветение (спороношение)	Растение в полном цвету	Цв.
Отцветание (конец спороношения)	Растение в фазе отцветания	Отцв.
Созревание семян и спор (плодоношение)	Растение отцвело, но семена еще не созрели и не высыпались	Пл.
Осыпание семян (плодов)	Семена (плоды) созрели и высыпаются	Ос.
Вторичная вегетация	Растение вегетирует после цветения и высыпания семян (плодов)	Вт. вег.
Отмирание	Надземные побеги (для однолетников – все растение) отмирают	Отм.

В процессе наблюдений заполняется бланк описания лугового фитоценоза (см. П.3).

В случае явно заметного градиента изменения каких-либо условий (например, степени увлажнения при приближении к водоему) методом закладывания пробной площади является метод трансект.

**Линейная трансекта.** Натянутая над землей между двумя столбами тесьма или веревка показывает положение трансекты. Учитывают только те виды, которые действительно соприкасаются с линией трансекты.

**Ленточная трансекта.** Ленточная трансекта – это проложенная через изучаемое местообитание полоса заданной ширины, образованная двумя линейными трансектами, протянутыми на расстоянии 0,5 или 1,0 м друг от друга, между которыми производится учет видов. Для получения как качественных, так и количественных данных проще закладывать ленточную трансекту, а на ней описывать рамки шириной с трансекту через определенное расстояние (1–2 ширины рамки) или в каждом сменяющемся по ходу трансекты сообществе.

Изменения высоты, зарегистрированные вдоль линейной или ленточной трансекты, образуют **профиль трансекты**, который вычерчивают при оформлении отчета.

Выбор типа трансекты зависит от качественного и количественного характера исследования, от требуемой степени точности, особенностей населяющих территорию организмов, размеров площади, которую необходимо исследовать и наличия времени. На небольших расстояниях можно закладывать линейную трансекту и записывать каждое растение, находящееся непосредственно под ней. При исследовании участков большей протяженности можно записывать виды через каждый метр или другой подходящий интервал.

При выполнении отчета на профиль трансекты кроме измеренных превышений рельефа следует нанести линейные размеры различающихся растительных сообществ, их обозначения, которые затем следует расшифровать в легенде к профилю.

#### **4.3.2. Оценка условий местообитания с использованием экологических шкал Раменского и Эленберга**

Для сравнения экологических условий в разных частях луга необходимо заложить две площадки, визуально различающиеся по составу травостоя. На площадке площадью 10×10 м делается короткое геоботаническое описание с выявлением полного списка видов растений и определением их проективного покрытия. После этого

производится оценка участка по 5 экологическим факторам (богатство / засоление почвы (БЗ) и увлажнение (У) по амплитудным шкалам, освещенность (L), влажность (F), кислотность почвы (R) по оптимальным) при помощи экологических шкал Л. Раменского и Ф. Элленберга.

**Амплитудные шкалы** (например, шкалы Л.Г. Раменского и соавторов, 1956).

Каждому виду для разных градаций обилия поставлен в соответствие диапазон ступеней (баллов) интенсивности экологического фактора. Чем выше обилие вида, тем уже диапазон условий, в которых вид может достигать такого обилия. Для оценки участка по геоботаническому описанию нужно выбрать те диапазоны фактора (в баллах), которые соответствуют проективному покрытию вида в описании (в заголовке таблицы шкалы Раменского указаны граничные значения проективного покрытия (ПП):  $ПП < 7$  или  $ПП > 8$  %). Далее выстраивают минимумы (первое число каждого диапазона) в порядке убывания, начиная с наибольшего. Параллельно строят ряд максимумов (второе число в диапазоне) по возрастанию, начиная с наименьшего (ряды максимумов и минимумов строятся независимо, если одно значение встречается несколько раз, оно столько же раз повторяется в ранжированном ряду). Экологической оценкой будет та пара (минимум–максимум), которая дает наименьший интервал и выполняет условие – минимум меньше или равен максимуму.

**Табл. 3. Исходные данные для расчета экологической оценки с помощью шкал Раменского и Эленберга**

Виды на площадке	У (ПП до 7 %)		У (ПП не менее 8 %)		N	Площадка 1 ПП
	Min	max	Min	max		
<i>Calystegia sepium</i>	82	92	82	92	9	15
<i>Carex acuta</i>	82	106	95	103	4	40
<i>Galium palustre</i>	88	103	92	97	4	2
<i>Lysimachia nummularia</i>	62	91	70	80	x	15
<i>Phalaroides arundinacea</i>	74	99	89	94	x	5
<i>Phragmites australis</i>	75	111	86	105	5	70
<i>Symphytum officinale</i>	80	98	87	95	8	3
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	89	94	89	94	6	5

*Условные обозначения:* У – шкала увлажнения (Раменский и др., 1956), ПП – проективное покрытие (см. столбец «Площадка 1»), N – шкала богатства почвы азотом (Ellenberg, 1974), x – вид не используется для индикации условий по данному фактору. Русские названия видов можно найти по указанным их латинским именам в «Определителях ...» и «Флорах...» или в онлайн-определителе [plantarium.ru](http://plantarium.ru).

Для оценки влажности местообитания выбираем нужные диапазоны.

Для *Calystegia sepium*, *Carex acuta*, *Lysimachia nummularia*, *Phragmites australis* выбираем вторую пару значений (ПП больше 8 %, см. последний столбец).

Для *Galium palustre*, *Phalaroides arundinacea*, *Symphytum officinale* и *Veronica anagallis-aquatica* выбираем первую пару значений, т. к. их ПП меньше 7 %.

Строим ранжированные ряды:

Min	95	<b>89</b>	88	86	82	80	74	70
Max	80	<b>92</b>	94	98	99	103	103	105

**Экологической оценкой участка по увлажнению является диапазон значений 89–92 балла.**

**Оптимальные шкалы** (например, шкалы Г. Элленберга, 1974).

Каждому виду поставлен в соответствие тот балл шкалы фактора, при котором вид достигает наибольшего обилия (встречаемости). Если зона оптимума очень широка или вид мало изучен с точки зрения его отношения к данному экологическому фактору, он для индикации не используется (в таблице стоит прочерк). Экологическую оценку проводят по следующей формуле:

$$\text{Э.О. (F)} = \frac{\sum(\text{э.о.}_i \times \text{ПП}_i)}{\sum \text{ПП}_i},$$

где Э.О. – экологическая оценка участка по фактору  $F$ ;  $\text{э.о.}_i$  – экологическая оценка  $i$ -го вида по данному фактору;  $\text{ПП}_i$  – проективное покрытие  $i$ -го вида.

**Обратите внимание!** В знаменателе при подсчете суммы проективных покрытий учитываются только те виды, по которым проводят индикацию (проективное покрытие видов, для которых в столбце фактора стоит крестик, в сумме не учитываются).

*Пример* (исходные данные в табл. 3).

В оценке богатства почвы азотом не учитываются *Lysimachia nummularia* и *Phalaroides arundinacea*.

$$\begin{aligned} \text{Э.О. (N)} &= \frac{(9 \times 15 + 4 \times 40 + 4 \times 2 + 5 \times 70 + 8 \times 3 + 6 \times 5)}{(15 + 40 + 2 + 70 + 3 + 5)} = \\ &= \frac{(135 + 160 + 8 + 350 + 24 + 30)}{145} = \frac{707}{145} \sim 5,24 \sim 5,2. \end{aligned}$$

### 4.3.3. Геоботаническое описание лесного фитоценоза

Целью геоботанического описания является характеристика состава, строения и условий местообитания фитоценоза. Оно включает в себя описание видового состава и обилия видов мохово-лишайникового, травяно-кустарничкового и древесных ярусов, подлеска, характеристики подроста, а также других сведений об изучаемом участке.

Сведения отражаются в бланке описания. В него заносится информация об исполнителях и дате описания, координаты центра площадки и ее высота над уровнем моря.

При описании самой площадки указывается ее географическое положение относительно населенных пунктов, трасс и других ориентиров.

Указывается положение в рельефе: на вершине, склоне, подошве возвышенности, седловине, долине реки и т.п.

При наличии уклона местности указывается его экспозиция и угол.

Указываются формы микрорельефа местности: положительные формы микрорельефа (мелкая бугристость, мелкая холмистость, кочковатость и пр.) и отрицательные (западинки, лощинки и разные др. вдавления).

Производится схематическая зарисовка положения площадки на местности с указанием ее ориентации по сторонам света.

Особенности увлажнения участка определяются степенью увлажнения: сухо, средневлажно, обильно, застойностью или проточностью, затапливаемостью или не затапливаемостью участка.

Указывают видимые признаки антропогенных нарушений на участке.

При указании сукцессионного статуса сообщество следует отнести лес к коренному, длительно производному или вторичному типу лесов.

Непосредственно описание растительности начинают с описания травяно-кустарничкового яруса, т. к. он наиболее подвержен повреждениям в процессе перемещения по участку. Суть описания сводится к указанию проективных покрытий видов, представляющее собой покрытие растениями земли, выраженное в процентах от общей площади рамки, оцененное визуально. Указывается размер геоботанической рамки, которая традиционно представляет квадрат со стороной 33 или 50 см, общее проективное покрытие и высоту основной массы травостоя. Основные сведения вносятся в таблицу.

В левом столбце перечисляются виды по мере встречаемости их на участке. Если вид в полевых условиях невозможно определить однозначно, необходимо собрать экземпляр для камерального определения, пометив данный вид в бланке как-либо условно. В остальные столбцы вносится значение проективного покрытия в процентах для соответствующего вида. Каждый столбец соответствует отдельной рамке. В случае отсутствия вида в пределах рамки в соответствующую ячейку проставляется значение 0; если вид занимает менее одного процента площади, то ставится знак +. Поле заполнения таблицы в ее левом столбце проставляется среднее арифметическое значение проективного покрытия, вычисленное из значений в пределах соответствующей строки. В дальнейшем эти данные будут использоваться, чтобы дать название сообществу.

При описании древостоя указывают сквозистость или сомкнутость, как доля небесной полусферы свободная или перекрываемая кроной деревьев и выраженная в процентах. Данный параметр указывается как для всего древостоя, так и отдельно для каждого из ярусов. Измерение проводится путем визуальной оценки или с помощью сквозистомера. При заполнении таблицы в левом столбце указываются названия древесных видов, далее указывается ярус древостоя, к которому принадлежит данная порода, число деревьев в пределах изучаемой площадки. Высота, определенная визуально или с помощью высотомера, диаметр либо окружность, замеренные мерной вилкой или рулеткой, а также возраст древостоя, определенный с помощью возрастного (приростного) бурава, для среднего и максимального по высоте дерева каждой породы. Для определения суммы площадей поперечных сечений стволов, осуществляется пересчет древостоя по методу Битерлиха с помощью полнотомера (палочки), либо с помощью зеркального реласкопа Битерлиха или реласкопических калькуляторов. В основе метода лежит пересчет деревьев: если стволы визуально наблюдаемых деревьев шире визиры устройства, им присваивается значение 1, если равны визиру, присваивается значение 0,5. Деревья меньшего размера не учитываются. Присваиваемые значения суммируются, что дает значение искомого параметра в м<sup>2</sup>/га. В дальнейшем данный параметр используется для составления формулы древостоя, вычисления запаса древесины и бонитета.

Запас древесины соответствующей породы деревьев представляет сумму объемов стволов на 1 га и вычисляется как произведение средней высоты деревьев на сумму площадей сечения стволов

и понижающего коэффициента – видового числа, необходимого для учета конической формы деревьев той или иной породы. Примеры значений данного коэффициента (дано значение после запятой) приведены в табл. 4.

**Табл. 4. Видовые числа (по [22])**

Высота ствола, м	Коэффициент формы ствола $d$																	
	0,55	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,80
16	389	422	429	436	443	450	457	465	473	487	490	498	506	515	523	532	540	584
17	387	420	427	434	442	449	456	464	472	480	488	496	505	513	522	530	539	583
18	383	417	424	432	439	446	454	462	470	478	486	494	503	511	520	528	537	581
19	381	415	422	430	437	445	452	460	468	447	434	493	502	510	519	527	536	580
20	379	413	420	428	435	443	450	458	466	475	483	491	500	508	517	525	534	579
21	377	411	419	426	434	441	449	457	465	474	482	490	499	507	516	524	533	578
22	374	409	417	425	432	439	447	455	463	472	480	488	497	505	514	522	531	576
23	373	408	416	424	431	438	446	454	462	471	479	487	496	504	513	521	530	576
24	371	406	414	423	429	436	444	452	460	469	477	485	494	503	513	520	529	575
25	369	405	413	422	428	435	443	451	459	468	476	484	493	502	511	519	528	575
26	367	403	411	420	426	433	441	449	458	466	475	483	492	501	509	518	527	575
27	366	402	410	418	425	432	440	448	457	465	474	482	491	500	509	518	527	575
28	364	401	409	417	424	431	439	447	456	464	473	482	490	499	509	518	527	575
29	363	400	408	416	423	430	438	447	455	464	472	481	490	499	508	517	526	575
30	361	399	407	415	422	429	437	446	454	463	471	480	489	498	507	516	525	574
31	360	398	406	414	421	429	437	446	454	463	471	480	489	498	507	516	525	574
32	359	396	404	412	420	428	436	445	453	462	470	479	488	497	506	515	524	573

В данной таблице приведены видовые числа в зависимости от высоты дерева и коэффициента формы ствола, приведенного в табл. 5.

**Табл. 5. Коэффициенты формы стволов ( $d$ )**

Порода	Средний коэффициент формы для разрядов		
	высший	средний	низший
Сосна	0,71	0,65	0,59
Ель	0,80	0,70	0,60
Дуб	0,78	0,68	0,58
Береза	0,75	0,66	0,57
Осина	–	0,70	–

Коэффициент формы ствола ( $d$ ) – отношение диаметра ствола на любой высоте к его диаметру на высоте 1,3 м. Стволы,

коэффициенты формы которых близки к приведенным в средней колонке, считают среднесбежистыми, если меньше – сильносбежистыми, больше – малосбежистыми (полнодревесными).

Ниже приведены таблицы для определения обилия подроста (табл. 6) и бонитета (табл. 7).

**Табл. 6. Шкала обилия подроста, подседа и ювенильных особей**

Обилие	Подрост		Подсед			Ювенильные (всходы)		
	тыс/га	16 м <sup>2</sup>	тыс/га	4 м <sup>2</sup>	1 м <sup>2</sup>	тыс/га	4 м <sup>2</sup>	1 м <sup>2</sup>
густо	> 10	> 16	> 40	> 16	4	> 80	> 32	8
средне	2,5–10	4–16	10–40	4–16	1–4	20–80	8–32	2–8
редко	до 2,5	до 4	до 10	до 4	до 1	до 20	до 8	до 2
единично	отдельные экземпляры на пробной площади							

**Табл. 7. Площадь сечений стволов полных насаждений**

Возраст насаждения (лет)	Бонитет (по [23])					
	Ia	I	II	III	IV	V
м <sup>2</sup> на 1 га						
Сосновые насаждения						
30	34	30	26	22	19	14
50	45	39	33	29	26	22
70	50	44	37	32	29	26
90	53	46	40	35	31	28
110	54	47	41	36	32	30
130	55	48	42	37	33	–
Еловые насаждения						
30	35	27	21	16	11	7
50	53	44	36	29	23	18
70	62	53	44	38	32	26
90	68	58	49	42	36	31
110	72	61	52	44	39	33
Березовые насаждения						
10	12	11	11	9	7	–
30	23	22	20	18	15	13
50	30	27	25	22	20	17
70	33	30	28	25	22	19
90	34	32	30	26	23	–
Осиновые насаждения						
10	16	15	14	–	–	–
30	26	24	22	20	18	17
50	34	32	29	26	23	21

Возраст насаждения (лет)	Бонитет (по [23])					
	Ia	I	II	III	IV	V
	м <sup>2</sup> на 1 га					
70	40	36	33	29	26	22
90	42	39	35	–	–	–

#### 4.3.4. Изучение городской флоры и фауны

Практическая работа производится в группе, включающей 10–15 студентов.

На предложенном преподавателем участке городской селитебной застройки с достаточным количеством зеленых насаждений проводятся нижеследующие наблюдения за городской флорой и фауной.

1. В дневнике делаются отметки о физико-географическом и административном положении описываемого участка.

2. Отмечаются погодные условия, в которых производились наблюдения за фауной (температура, осадки), а также время наблюдений.

3. Оценивается флористический состав урбанофитоценоза маршрутным методом. Составляется список встреченных видов, отмечается обилие или проективное покрытие, тип размещения особей на территории. Неизвестные виды фотографируются или коллекционируются (если это не посадки культурных растений) для последующего определения. Отмечается присутствие эпифитов (мхов, лишайников) на деревьях.

4. Маршрутным методом проводится обследование и учетной позвоночной фауны: определяются места встреч птиц и млекопитающих (кроме домашних животных). Проводится подсчет числа особей, определение (по возможности) возраста и пола животных. В дневнике делаются отметки о поведении животных (питаются, спят, активно двигаются, издают звуки и т.д.). Неизвестные виды птиц определяются в камеральных условиях по признакам оперения и песне (для этого следует сделать соответствующие заметки в дневнике).

5. При камеральной обработке полученных данных на чистой вариант картосхемы участка наносятся элементы зеленых насаждений – клумбы, газоны, группы кустарников и деревьев (можно выделить цветом и условными обозначениями). На той же схеме

отмечаются места встречи позвоночных животных. Все обозначения на схеме выносятся в легенду. В тексте отчета по практической работе делаются выводы о поведении животных согласно местам их нахождения и погодным условиям.

#### 4.3.5. Определение растений с помощью определителя

В ботанических определителях ключ (как правило) состоит из ступеней, обозначенных арабскими цифрами, состоящих из тезы (утверждения) и антитезы (противоположного утверждения). Антитеза следует за тезой и начинается знаком – или +.

В конце тезы или антитезы стоит либо конечный результат определения (например, **Донник** – *Melilotus L.* после тезы), либо ступень, на которую нужно перейти (цифра после тезы или антитезы).

Определение заключается во внимательном прочтении тезы и антитезы и выборе более подходящего варианта. Очень важно прочесть и тезу, и антитезу до конца, и выбрать подходящий вариант по совокупности признаков.

Определение может не получиться, если:

- невнимательно прочитали ступень (не поняли, не увидели признак на растении);

- растение нетипичное – объедено вредителями, выросло в неподходящих условиях, собрано в слишком молодой или старой фазе развития. Поэтому важно при сборе растения выбирать типичные (или собирать несколько особей);

- растения нет в данном определителе, т. к. взят определитель для соседнего региона, или на момент написания определителя данный вид не был известен для данного региона.

Для отчета каждому студенту необходимо определить пять образцов растений, занести ход определения в полевой дневник, а потом – перенести один вариант определения в чистовом виде в отчет. Выбор ступени подтверждать фотографией определительного признака.

#### 4.3.6. Изучение анатомического строения грибов

**Отдел Chytridiomycota: *Olpidium brassicae* (черная ножка капусты)**

Рассмотрите и зарисуйте живые или гербарные экземпляры капустной рассады, зараженной ольпидиумом.

Через пораженные участки сделайте бритвой несколько тонких срезов и приготовьте обычным способом микропрепараты. Рассмотрите приготовленные срезы, найдите клетки с вегетативным телом гриба и со спорангиями, зарисуйте их при большом увеличении.

**Отдел Oomycota, порядок Peronosporales: фитофтора *Phytophthora infestans***

Рассмотрите гербарные или живые образцы растений картофеля или томатов, пораженных фитофторой, и зарисуйте внешний вид листьев.

От пораженного фитофторой листа картофеля или томата отрежьте небольшую часть листа в том месте, где виден «пушок». Поместите этот кусочек листа в воду на предметное стекло, положив его нижней стороной вверх. Рассмотрите приготовленный препарат сначала в бинокулярную лупу. Найдите спороношения, выходящие через устьица нижнего эпидермиса листа, и зарисуйте их.

Приготовьте препарат, осторожно соскоблив скальпелем в каплю воды на предметное стекло небольшое количество беловатого налета и накрыв покровным стеклом. Рассмотрите при большом увеличении микроскопа спорангиеносцы со спорангиями и зарисуйте их.

**Отдел Zygomycota, порядок Mucorales: белая плесень *Mucor* sp.**

Разрежьте скальпелем кусочек хлеба, покрытого белой плесенью, и рассмотрите в лупу мицелий мукора, пронизывающий субстрат.

Приготовьте микропрепарат мицелия и спороношений мукора. Для этого препаративной иглой снимите немного мицелия (белого пушка) и поместите в каплю воды на предметное стекло, осторожно расправьте в воде при помощи иглы и накройте покровным стеклом. Рассмотрите и зарисуйте мицелий, спорангиеносцы и спорангии на разных стадиях развития при большом увеличении.

Для обнаружения полового процесса и зигот приготовьте препарат из старой (10–12-дневной) культуры мукора. Гифы, несущие зиготы, располагаются у самой поверхности субстрата. Найдите и зарисуйте разные стадии зигогамии и зрелые зиготы.

**Отдел Ascomycota, класс Saccharomycetes: дрожжи *Saccharomyces* sp.**

Возьмите пипеткой каплю бродящей жидкости из приготовленной культуры дрожжей, поместите ее на предметное стекло и накройте покровным стеклом. Рассмотрите при большом увеличении и зарисуйте одиночные и почкующиеся клетки дрожжей.

**Отдел Ascomycota, класс Euascomycetes, порядок Eurotiales:  
плесневые грибы *Penicillium* и *Aspergillus***

Приготовьте препарат пеницилла с конидиеносцами. Препаровальной иглой проведите штрих по поверхности субстрата из центра колонии к периферии, чтобы подцепить на иглу небольшое количество конидиеносцев, и поместите на предметное стекло в каплю воды с глицерином или ледяной уксусной кислотой (благодаря такому приему достигается сохранение цепочек конидий). Закройте покровным стеклом и рассмотрите многоклеточный мицелий и кистевидные конидиеносцы при большом увеличении. Зарисуйте конидиеносцы пеницилла и подпишите их части. Можно использовать готовый препарат.

Приготовьте препарат клейстотециев пеницилла. Препаровальной иглой перенесите с субстрата на предметное стекло в каплю 5–10%-ного раствора КОН несколько клейстотециев. Рассмотрите и зарисуйте внешний вид клейстотециев при большом увеличении. Осторожно надавите на покровное стекло, при этом клейстотеции разрушатся и освободятся сумки со спорами и выдавленные из сумок споры. Зарисуйте сумки и споры.

Приготовьте препарат конидиеносцев аспергилла. Зарисуйте конидиеносцы аспергилла при большом увеличении и подпишите их части.

**Отдел Ascomycota, класс Euascomycetes, порядок Erysiphales: мучнистая роса *Sphaerotheca sp.* и *Microsphaera sp.***

С поверхности листа крыжовника, клена татарского или мышиного горошка, пораженного мучнистой росой, сорвите кусочек эпидермиса, перенесите его на предметное стекло в каплю воды и накройте покровным стеклом. При малом увеличении микроскопа зарисуйте и подпишите мицелий, конидиеносцы и конидиеспоры сферотеки.

С поверхности ягоды крыжовника, листа бодяка розового или мышиного горошка соскоблите небольшой участок бурого налета в каплю воды на предметное стекло. Закройте покровным стеклом и рассмотрите при малом увеличении плодовые тела с неразветвленными придатками. Зарисуйте их.

Слегка придавите покровное стекло – при этом происходит разрыв оболочки клейстотеция и единственная сумка выдвигается из плодового тела. Зарисуйте при большом увеличении сумки со спорами.

**Отдел Ascomycota, класс Euascomycetes, порядок Clavicipitales: спорынья *Claviceps* sp.**

Рассмотрите колос ржи или султан тимофеевки со склероциями спорыньи и зарисуйте его.

Размочите склероций в теплой воде, а затем, разрезав его пополам, сделайте бритвой тонкие поперечные срезы, приготовьте препарат обычным способом. Рассмотрите и зарисуйте плектенхиму (ложную ткань) склероция. Обратите внимание на запасные вещества в виде капель масла.

Рассмотрите и зарисуйте общий вид склероция, проросшего строматами. Подпишите рисунок.

На готовом препарате при малом увеличении рассмотрите и зарисуйте продольный срез головки строматы. При большом увеличении зарисуйте и отметьте на рисунке перитеций с сумками.

**Отдел Ascomycota, класс Lecanoromycetes. Лихенизированные грибы (лишайники)**

Рассмотрите таллом (слоевище) листоватого лишайника под лупой. Зарисуйте его, подписав основные структурные части, плодовые тела, органы бесполого размножения.

Острой бритвой сделайте срез поперек слоевища. Под малым увеличением микроскопа рассмотрите и зарисуйте элементы анатомического строения листоватого лишайника, укажите тип слоевища (гомеомерное или гетеромерное). На большом увеличении рассмотрите зону, включающую фотобионт. Зарисуйте.

Сделайте поперечный срез плодового тела (апотеция). На малом увеличении сделайте схему-зарисовку апотеция, прорисуйте сектор этой схемы на большом увеличении, указав структурные детали апотеция: сумки, споры, парафизы, слоевищный или собственный край.

**Отдел Basidiomycetes, класс Holobasidiomycetes, порядок Aphilophorales: трутовик *Fomes fomentarius***

Рассмотрите плодовое тело трутовика и зарисуйте его общий вид. С помощью лупы рассмотрите трубчатый гименофор трутовика.

Найдите молодое плодовое тело и острой бритвой сделайте несколько срезов с поверхности гименофора так, чтобы срез прошел поперек трубочек. Из наиболее тонких срезов приготовьте препарат обычным способом. Рассмотрите и зарисуйте приготовленный препарат. Отметьте на рисунке траму и гимениальный слой трубочек.

Зарисуйте внешний вид разнообразных плодовых тел трутовиков (3–4 вида), надпишите их видовые названия, кратко охарактеризуйте особенности их строения.

**Отдел Basidiomycetes, класс Holobasidiomycetes, порядок Agaricales: шампиньон *Agaricus bisporus***

Рассмотрите и зарисуйте внешний вид плодового тела шампиньона двуспорового, отметьте частное покрывало или его остатки. Положив шляпку нижней поверхностью вверх, рассмотрите ее с помощью лупы или бинокля и отдельно зарисуйте общий вид пластинчатого гименофора. Приготовьте срез через пластинчатый гименофор плодового тела шампиньона. Для этого с помощью скальпеля вырежьте небольшой кусочек шляпки, значительную часть мякоти удалите скальпелем, а затем сделайте ряд тонких срезов бритвой, направляя ее от мякоти к пластинкам и срезая их поперек. Приготовьте препараты обычным способом.

Зарисуйте при малом увеличении микроскопа несколько пластинок гименофора. Обозначьте на рисунке гимениальный слой и траму. При большом увеличении зарисуйте участок гимения. Отметьте на рисунке базидии с двумя базидиоспорами и булавовидные псевдопарафизы между ними.

**Отдел Basidiomycetes, класс Holobasidiomycetes, порядок Gasteromycetales: дождевики *Lycoperdon* и др.**

Рассмотрите и зарисуйте внешний вид дождевика. Отметьте, к каким экологическим группам (ксилофилам, почвенным сапрофитам или микоризообразователям) можно отнести найденные виды.

**Отдел Basidiomycetes, класс Ustilaginomycetes, порядок Ustilaginales: головня *Ustilago* sp.**

Рассмотрите и зарисуйте внешний вид соцветий и побегов злаков, пораженных головней.

При помощи лупы или биноклярной лупы рассмотрите листья и стебли пшеницы или ржи и барбариса, зараженные ржавчинными грибами, и зарисуйте их. Рассмотрите и зарисуйте внешний вид 2–3 видов растений, пораженных ржавчинными грибами.

### **4.3.7. Изучение анатомического строения высших растений**

#### ***Строение корневых волосков***

Для наблюдения корневых волосков необходимо поместить небольшой (не более 1 см) концевой фрагмент отмытого от почвы корня или предварительно пророщенного в воде какого-либо широко распространенного легко укореняющегося побега растения,

например традесканции (*Tradescantia* sp.), в каплю воды на предметном стекле и накрыв покровным стеклом рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Зарисуйте увиденное и подпишите детали рисунка.

### ***Изучение строения проводящих тканей растения***

Для наблюдения проводящих тканей необходимо сделать с помощью бритвы поперечный срез фрагмента побега. Для этого хорошо подходят травянистые виды с прозрачными стеблями, например недотрога обыкновенная (*Impatiens noli-tangere*). Участок стебля длиной не более 1 см нужно расщепить несколько раз в поперечном направлении, полученные срезы поместить в каплю воды на предметном стекле и накрыв покровным стеклом рассмотреть под микроскопом.

### ***Изучение строения стелы покрытосеменных растений***

Для наблюдения эустелы необходимо сделать бритвой поперечный срез минимально возможной толщины стебля двудольного растения, например недотроги обыкновенной (*Impatiens noli-tangere*). Поперечные срезы поместить в каплю воды на предметном стекле и накрыв покровным стеклом рассмотреть под микроскопом. Для наблюдения атактостелы необходимо сделать бритвой поперечный срез минимально возможной толщины стебля однодольного растения, например ириса болотного (*Iris pseudacorus*). Поперечный срез рассмотреть под бинокулярной лупой и микроскопом на малом увеличении.

### ***Изучение особенностей системы газообмена растений***

Для наблюдения устьиц необходимо приготовить препарат нижнего эпидермиса листа. Для этого, отделив небольшой кусочек листа без толстых жилок, бритвой на предметном стекле соскребают мякоть листа, пока не появится участок из тонкого прозрачного слоя клеток, который необходимо поместить в каплю воды и, накрыв покровным стеклом, рассмотреть под микроскопом. Таким способом следует приготовить препарат листа какого-либо однодольного растения, например ириса болотного (*Iris pseudacorus*) и двудольного, например дуба черешчатого (*Quercus robur*). В качестве однодольного растения можно использовать широко распространенную

сеткреазию (традесканцию) пурпурную (*Setcreasea purpurea*). В этом случае препарат эпидермиса легко получить простым отделением слоя эпидермиса от листа пинцетом.

Для наблюдения аэренхимы необходимо вернуться к рассмотрению ранее изготовленного поперечного среза стебля ириса болотного (*Iris pseudacorus*).

### ***Изучение основной (фотосинтезирующей) ткани растений и ее экологических особенностей***

Для наблюдения внутреннего строения листа необходимо изготовить его препарат, для этого бритвой делают поперечные срезы листа минимально возможной толщины. Срезы рекомендуется делать через жилку листа, это поможет положить препарат срезом на предметное стекло, чтобы было видно его внутреннее строение. В качестве примера строения листа гелиофита можно взять лист какого-либо светолюбивого дерева, например дуба черешчатого (*Quercus robur*), в качестве примера строения листа сциофита можно взять лист какого-либо тенелюбивого растения, например ландыша майского (*Convallaria majalis*). Полученные срезы поместить в каплю воды на предметном стекле и, накрыв покровным стеклом, рассмотреть под микроскопом.

### ***Изучение железистых тканей растений***

Для наблюдения выделительных тканей на примере смоляных ходов хвойных деревьев необходимо сделать бритвой поперечный срез минимально возможной толщины хвоинки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Поперечный срез поместить в каплю воды на предметном стекле и накрыв покровным стеклом рассмотреть под микроскопом.

## **4.3.8. Изучение методик биоиндикации водоемов**

Целью полевой ознакомительной практики студентов по водной экологии и биоразнообразию является овладение студентами базовыми навыками оценки экологического состояния водных объектов по гидробиологическим показателям. Экологический статус искусственных водоемов оценивается в неразрывной связи с характером ландшафта и присущими ему фитоценозами. Вода рассматривается, прежде всего, как среда обитания растений и животных,

существование которых абсолютно необходимо как для поддержания экологического равновесия, так и для сохранения способности водоема к самоочищению.

Для достижения поставленной цели студенты знакомятся с:

- 1) экологическими группами организмов:
  - макрофитами (прибрежными, водными и околоводными);
  - организмами зоопланктона;
  - представителями макрозообентоса;
- 2) полевыми методами сбора планктона и бентоса;
- 3) камеральными методами обработки гидробиологического материала;
- 4) методами биоиндикации и биотестирования с помощью водных беспозвоночных;
- 5) азами определения степени органического загрязнения водоемов и водотоков, в частности, путем сапробиологического анализа.

### ***Классификация пресноводных водоемов и водотоков***

Независимо от происхождения пресноводные водоемы делят на два типа:

- стоячие – озера, пруды, болота;
- проточные – родники, ручьи и реки.

Среди рек выделяют:

- великие (протяженность – многие тыс. км);
- большие (длина более 500 км);
- средние (длина более 100 км);
- малые (длина более 25 км);
- самые малые (менее 10 км).

Водоемы могут быть как природного, так и искусственного происхождения. В городской среде мы преимущественно сталкиваемся либо с искусственными водоемами, либо с сильно измененными естественными водоемами и водотоками. Многие пруды образовались на местах карьеров по добыче глины (пруды Московского парка Победы). Реки на территории города одеты в гранитные набережные, целиком или частично пущены в трубы, либо вовсе засыпаны.

Водоемы озерного типа являются неотъемлемой частью ландшафтов на территориях парков и садов Санкт-Петербурга. От их экологического состояния во многом зависит рекреационная привлекательность зон отдыха горожан. Для достижения высокого

рекреационного статуса искусственных водоемов наряду с мелиорационными мероприятиями потребуются включить механизмы восстановительной сукцессии, аналогичные тем, которые имеют место при зарастании антропогенных отвалов, пожарищ и залежей.

### ***Визуальное обследование и картирование***

Групповой обход по периметру водоемов с занесением на схему характера береговой линии. Отмечается характер грунтов у уреза воды и специфика растительности: заросли тростника или кустарника, луговая или болотная растительность. Выделяются области зарастания макрофитами и наносятся на схему. Затем группа получает от преподавателя точную карту водоема для сравнения с собственными схемами. По карте вычисляется площадь водоема и оценивается степень зарастания прибрежной полосы и водного зеркала. При наличии лодки производится измерение глубин в разных частях водоема и намечаются точки отбора гидробиологических проб. По мере обхода водоема протоколируется количество водоплавающих птиц и наличие у них потомства. Проводится опрос рыбаков и делаются фотографии их улова для последующего определения видового состава ихтиофауны.

### ***Методы сбора и обработки гидробиологического материала***

Для объективной оценки состояния изучаемой водной экосистемы существует ряд методов сбора и обработки гидробиологического материала. Для этого важен структурный анализ, который проводится при оценке качества и состояния самих поверхностных вод. В водоеме существует в основном два биотопа: растительность и грунт, но при отсоединении от определенного субстрата данный организм попадает в водную толщу, совершенно иной биотоп.

Обычно зообентос водоема делят на три группы:

- 1) макробентос (размеры животных – более 2–3 мм);
- 2) мезобентос (0,5–3 мм);
- 3) микробентос (менее 0,5 мм).

Важно отметить, что для оценки качества вод наиболее важным параметром являются показатели зообентоса, и, в первую очередь, следует брать пробы организмов, относящихся к группе макробентоса.

Для сбора гидробиологического материала выбираются места отбора проб, число которых зависит от особенностей водоема. Метод сбора проб во многом зависит от субстрата дна водоема.

Непосредственно на водоеме можно приблизительно определить тип донных отложений по следующей шкале:

- каменистый – дно покрывают преимущественно камни;
- каменисто-песчаный – среди отдельных камней есть участки открытого песчаного грунта;
- песчаный – преобладает песок, изредка встречаются камни;
- песчано-илистый – песок частично или полностью покрыт илом;
- илито-песчаный – ил является преобладающей фракцией, но при растирании между пальцами ощущается присутствие песка;
- илистый (ил) – при растирании между пальцами не ощущается присутствие песка;
- глинистый – при растирании ощущается пластичность;
- задернованные почвы – встречаются в искусственных водоемах.

На учебной практике по гидробиологии используют простейшие устройства для сбора бентосных и планктонных проб.

#### *Планктонные сети*

Планктонная сеть представляет собой сачок, изготовленный из специальной ткани (капронового газа), который пропускает воду и задерживает планктон, с резервуаром (стаканом) для сбора животных.

Зачерпывание воды с целью ее процеживания производят сосудом заранее известного объема – например, ведром. При этом вода выливается через стенки сети, а планктон будет оседать в планктонном стакане.

Метод процеживания обычно применяется для изучения прибрежного планктона. Данный способ относится к количественному методу.

При обработке проб результаты приводят к стандартному объему. Объем процеженной воды определяют, умножая объем одного ведра на число зачерпнутых ведер.

Необходимый для получения достоверных данных объем, в котором собирается проба, зависит от численности зоопланктона.

#### *Скребок*

Прибор предназначен для сбора животных с поверхности грунта и водной растительности. Скребок используется при исследовании мелководных водоемов. Он состоит из рукоятки длиной 1–1,5 м,

квадратной или скругленной рамки 20–30 см в поперечнике с прикрепленной к нижнему краю металлической пластинкой (она располагается под углом 45° и имеет ширину 2–3 см). К рамке прикрепляется округлый в концевой части мешок, сшитый из полосы плотной ткани в месте присоединения к обручу, и конуса из мелкой сетки.

При отборе проб из водоемов с мягких глинистых грунтов и илов скребок погружается в грунт на глубину около 10 см и скребущими движениями режущей кромкой срезается поверхностный слой грунта.

#### *Сачок*

Это устройство служит для промывки небольшого количества собранного грунта. Предназначен он для отлова планктона и бентоса. Конструкция сачка позволяет работать как в толще воды, так и вблизи дна, в зарослях водной растительности и у камней. Состоит такой сачок из сборочного мешка, такого же, как у скребка, металлического кольца с диаметром 30 см и шеста длиной 1–15 м.

Для выборки фауны из песчаного грунта взятую пробу подвергают отмачиванию перед промывкой. Для этого взятую пробу помещают в какую-нибудь емкость и собственноручно приводят в движение, чтобы населяющие грунт животные поднялись. Затем сливают воду в сачок-промывалку с мешком из газа. Данная работа повторяется, пока вода не станет чистой. Далее снова отбирают животных, а отработанный грунт утилизируют. Лучше всего отбирать найденных животных из отмытой пробы сразу у водоема из-за облегчения работы, так как живые организмы будут производить движения, и, следовательно, разглядеть их будет гораздо проще.

#### *Рамка*

Если нужно взять количественную пробу на каменистом грунте, используется рамка, которая может захватить грунт со дна, площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Затем руками отбирают камни, находящиеся на необходимой глубине в пределах рамки. Камни осматриваются на предмет присутствия животных, также камни следует отделить от грунта. Найденных животных помещают в емкость с формалином, и этикетировывают пробу. Остаток из сачка переносится также в емкость с формалином.

При работе в полевых условиях сетку с собранным субстратом помещают в наполненное водой ведро и выворачивают. Субстрат с организмами промывают, и обнаруженных животных помещают в соответствующие емкости наполняемые водой заранее. Оставшаяся в ведре вода пропускают через сачок, который состоит из капронового газа № 23, сшитым на конус. Кончик сачка, где находится основная масса, выворачивают и погружают в широкогорлую банку,

поставленную в кювету. Далее собирают оставшихся животных. Весь материал погружается в раствор формалина (4 %). Куски субстрата далее помещают в новую сеточку и завязывают. Дальнейшие работы совершать лучше всего в лаборатории.

Для выборки фауны из песчаного грунта пробу помещают из дночерпателя в таз, сверху наливают воду до половины глубины таза. Рукой вода с грунтом приводится в состояние движения так, чтобы поднять в воду животных. Не давая мути и организмам сесть на дно, воду из таза выливают в сачок-промывалку с мешком из газа соответствующего номера для макро- и мезобентоса. Процесс отмучивания повторяют до тех пор, пока промывные воды не станут чистыми. После этого остаток грунта в тазу просматривают, всех оставшихся животных выбирают, а грунт выбрасывают.

### ***Отбор проб фитофильной фауны***

Беспозвоночные организмы, которыми представлена фитофильная фауна, используют в качестве субстрата подводную растительность. Отбор организмов может производиться скребком или сачком в местах, где растения погружены в воду. Достаточно крупные организмы из сачка отбираются при помощи пинцета. Отловленных животных помещают в емкость с формалином. Мелких животных смывают из мешка обыкновенной водой и фиксируют в нижней части этого мешка или вывернув и окунув часть мешка с фауной в емкость с водой или с раствором формалина (4 %).

Жесткую (полупогруженную или прибрежную) растительность очень трудно обобрать сачком, поэтому часть этих макрофитов необходимо вырвать с корнем и поместить в таз с водой. Отобранные экземпляры тщательно промывают, чтобы не оставить двигающихся организмов, и осматривают. Важно осмотреть корневую часть растения, так как там встречаются олигохеты, пиявки и другие медленно перемещающиеся организмы. Воду, которая находится в тазу, фильтруют при помощи сачка, а осадок помещают в емкость с формалином. Можно также осмотреть представителей мягкой растительности. В местах, где глубина больше, для отлова применяют тралы.

После отбора проб необходимо зафиксировать их в баночке или полиэтиленовом пакете. В каждую банку или пакет вкладывается этикетка, написанная карандашом, где указывается информация об отобранной пробе – номер станции, где был взят определенный экземпляр. Этикетку желательно поместить лицевой стороной к стенке.

Для качественного сбора зоопланктона используют планктонные сети Апштейна. Это шелковый конус, широким основанием нашитый на металлическое кольцо. В узком конце конуса находится стаканчик, куда собирается планктон.

Также существуют количественные сети: к ним относится сеть Джели, которая состоит из шелкового конуса, а также верхнего усеченного конуса, состоящего из более плотного материала. К металлическим обручам крепят боковые стропы сети в количестве трех штук. К нижнему концу фильтрующего конуса прикрепляется манжета. Далее к сети прикрепляется кран стаканом для сливания пробы. Сеть Джели приводится в рабочее состояние при помощи замыкателя. Сеть при начале производимых работ находится в распаханном состоянии, кран для сливания пробы должен быть закрыт. Затем опускают сеть в воду, и по спускному тросу посыльный груз начинает двигаться, ударяется о головку, освобождая кольцо уздечки. После чего сеть закрывается и в таком виде поднимается на поверхность. Из открытого крана концентрированную пробу сливают в приготовленную емкость (обязательно чистую). Сеть в распаханном состоянии снова погружают в воду. При качественной обработке пробы необходимо определить виды, входящие в общий состав пробы, а при количественной обработке необходимо сосчитать количество организмов всех видов по определенным параметрам (размерным группам или возрастным стадиям).

При обработке гидробиологического материала для подсчета особей используют камеру Богорова для количественного отсчета. Камера Богорова представляет собой толстую пластинку из стекла или пластмассы с выемкой в виде лабиринта (илл. 29).

Разбор начинают, подсчитывая всех представителей данной формы, попавших в поле зрения. Если в камеру, любого типа была помещена не вся проба, а лишь ее часть, полученные результаты соответствующим образом пересчитывают. Операция проводится два раза, а затем всю пробу просматривают под бинокуляром.

Если отбор проб произведен с использованием сети Апштейна, то подсчет проводится по формуле:

$$x = \frac{1000n}{v},$$

где  $x$  – количество организмов в 1 м<sup>3</sup> воды, экз/м<sup>3</sup>;  $n$  – количество организмов в пробе, экз.;  $v$  – объем воды, процеженной через сеть, л.

Если отбор проб производили количественной сетью Джеди, то сначала рассчитывают коэффициент планктонной сети (для перевода в метры), исходя из радиуса ее входного отверстия. Коэффициент рассчитывается следующим образом:

$$k = \frac{1000000}{(SH)},$$

где  $S$  – площадь входного отверстия сети, см<sup>2</sup>;  $H$  – горизонт, слой облова, см.

Вычислив коэффициент сети при горизонте облова 0–1 м, находят коэффициенты для горизонтов (0–2, 2–5, 5–10 м и т.д.) делением значения  $k$  при 1 м на 2, 3 или 5 соответственно.

Для анализа количественной пробы бентоса используют: видовой анализ, определение численности каждого вида, определение биомассы. Видовой анализ организмов бентоса совершается по различным определителям. Обнаруженные виды нужно выписать и сделать их зарисовки (фотографии). Численность организмов определенного вида устанавливают прямым подсчетом организмов в пробе.

Для выявления видового состава фитопланктона лучше использовать планктонную сеть Джеди, изготовленную из очень мелкого (№ 70 и еще больших номеров) мельничного сита шелковой или капроновой нити. Материал, отобранный сетью, может быть рассмотрен в живом состоянии в полевых условиях. Чаще в настоящее время для отбора проб фитопланктона используют батометры, вырезающие из толщи воды определенный объем. После отбора, чтобы не перевозить большие объемы воды, пробу концентрируют (загущают) путем седиментации или фильтрацией пробы воды через мелкопористые мембранные фильтры. Сначала пробу фиксируют. Для фиксации проб обычно применяется формалин, но он разрушает клетки флагеллят и не ликвидирует газовые вакуоли у сине-зеленых водорослей, что мешает их осаждению. Фиксированная проба после отстаивания концентрируется отсасыванием воды с помощью трубки-сифона с загнутым на 2 см вверх концом, затянутым газом №№ 70–76. После отсасывания остаток пробы в 30–80 мл переливают в склянку. Каждая проба снабжается этикеткой, на которой указывают название водного объекта, номер станции, глубину, орудие лова, дату сбора. Для этикеток удобно использовать лейкопластырь, кусочки которого наклеивают на банку или крышку, а затем подписывают мягким карандашом или ручкой. В дневник вносятся

дополнительные сведения о погоде, температуре, цветности и прозрачности воды, глубине водоема, визуальные наблюдения

Для подсчета водорослей используют количественный метод, для этого работают с камерой Нажотта. Стандартные камеры Нажотта представляют собой пластину из толстого стекла с углублением, на дне которого выгравирована счетная сетка (илл. 30). Счетная сетка состоит из больших и малых квадратов – квадрат со стороной 1 см разделен продольными полосами на 40 секторов, разделенных еще одной линией пополам. При высоте 0,5 мм и площади 1 см<sup>2</sup> общий объем камеры равен 0,05 см<sup>3</sup> (0,05 мл), при высоте камеры 0,1 мм – объем камеры равен 0,01 мл. Углубление накрывают шлифованным покровным стеклом. Точный объем камеры позволяет подсчитать с помощью светового микроскопа количество водорослей в определенном объеме пробы.

Получившиеся данные необходимо записать в полевой дневник, а затем оформить для внесения в общий отчет по практике.

### ***Методы биоиндикации и биотестирования с помощью водных организмов.***

Одним из видов анализа бентосных проб является метод Вудивисса, который был разработан в Англии для проточных водоемов. Сам метод сочетает в себе два принципа:

- принцип индикаторных значений разных таксонов;
- принцип изменения биоразнообразия в условия загрязнения.

В системе Вудивисса определяется биотический индекс по шкале, где показана зависимость наличия видов животных от загрязнения, т. е. встречаемость различных видов по мере увеличения загрязнения.

**Табл. 8. Таблица для определения биотического индекса водоема по методу Вудивисса**

Индикаторные виды	Видовое разнообразие	Биотический индекс				
		0–1	2–5	6–10	11–15	более 15
Личинки веснянок	больше 1 вида	–	7	8	9	10
	только 1 вид	–	6	7	8	9
Личинки поденок	больше 1 вида 1	–	6	7	8	9
	только 1 вид <sup>1</sup>	–	5	6	7	8
Личинки ручейников	больше 1 вида <sup>2</sup>	–	5	6	7	8
	только 1 вид <sup>2</sup>	–	4	5	6	7
Гаммарусы	Все группы отсутствуют	3	4	5	6	7

Индикаторные виды	Видовое разнообразие	Биотический индекс				
		0–1	2–5	6–10	11–15	более 15
Водяной ослик	Все группы отсутствуют	2	3	4	5	6
Тубифициды	Все группы отсутствуют	1	2	3	4	
Все группы отсутствуют	виды нетребовательные к O <sub>2</sub>	0	1	2		

*Примечания.* 1. Исключая *Baetis rodani*. 2. Включая *Baetis rodani* (личинки поденок вида *B. rhodani* включаются в одну индикаторную группу с личинками ручейников, что связано с их экологическими особенностями).

При определении биотического индекса необходимо найти начальную позицию в первой графе при движении вниз по мере отсутствия организмов. Затем необходимо учесть видовое разнообразие по заданным категориям. На месте пересечения всех известных сведений находится значение искомого биотического индекса.

Индекс сапробности рассчитывается по доминирующей при каких-либо условиях группе особей, которая известна исследователю. Для получения достаточно достоверных данных необходимо исследовать не менее 12 видов животных.

Первоначально под сапробностью понималась способность организмов развиваться при большем или меньшем содержании в воде органических загрязнений. Затем экспериментально было доказано, что сапробность организма обуславливается как его потребностью в органическом питании, так и резистентностью по отношению к вредным продуктам распада и дефициту кислорода в загрязненных водах. Теперь установлено, что в ряду организмов олигосапробы – мезосапробы – полисапробы возрастает не только специфическая стойкость к органическим загрязнениям и к таким их последствиям, как дефицит кислорода, но и их эврибионтность, т. е. не специфическая способность существовать при резко различных условиях среды. Это положение значительно расширяет возможности использования сапробиологического анализа не только в случае загрязнения вод бытовыми стоками, но и при их промышленном загрязнении.

В классической системе показательные организмы разделяются на три группы:

1) организмы сильно загрязненных вод – полисапробионты, или полисапробы;

2) организмы умеренно загрязненных вод – мезосапробионты, или мезосапробы (с двумя подгруппами  $\alpha$  и  $\beta$ );

3) организмы слабозагрязненных вод – олигосапробионты, или олигосапробы.

Полисапробные воды в химическом отношении характеризуются бедностью кислорода и большим содержанием углекислоты и высокомолекулярных легко разлагающихся органических веществ – белков, углеводов. В этих водах интенсивно протекают процессы редукации и распада с образованием сернистого железа в иле и сероводорода. Население полисапробных вод обладает малым видовым разнообразием, но отдельные виды могут достигать большой численности. Аэрофильные микроорганизмы полностью отсутствуют. Здесь особенно распространены бесцветные жгутиконосцы и бактерии. Число бактериальных колоний, вырастающих из 1 см<sup>3</sup> полисапробной воды на питательной желатиновой среде, может превышать 1 млн. Полисапробные организмы, как например *Sphaerotilus* (род хламидобактерий), могут встречаться в соседних мезосапробных водах, но в олигосапробных водах никогда не образуют постоянной картины, а если и обнаруживаются в них, то чрезвычайно редко.

$\alpha$ -мезосапробные воды характеризуются энергичным самоочищением. В нем принимают участие и окислительные процессы за счет кислорода, выделяемого хлорофиллоносными растениями. Среди последних встречаются некоторые сине-зеленые, диатомовые и зеленые водоросли. Большой численностью обладают грибы и бактерии, достигающей сотен тысяч в 1 см<sup>3</sup>. В этих водах могут обитать нетребовательные к кислороду виды рыб. Деревенские пруды, рвы и каналы на полях орошения обычно содержат  $\alpha$ -мезосапробные воды.

В  $\beta$ -мезосапробных водах процессы самоочищения протекают менее интенсивно, чем в  $\alpha$ -мезосапробных. В них доминируют окислительные процессы, нередко наблюдается пересыщение кислородом, преобладают такие продукты минерализации белка, как аммонийные соединения, нитриты и нитраты. В этих водах разнообразно представлены животные и растительные организмы, среди которых – диатомовые, зеленые и сине-зеленые водоросли. Число бактерий в 1 см<sup>3</sup> воды не превышает обычно ста тысяч. Многие макрофиты находят здесь оптимальные условия для своего роста. В качестве примера таких вод можно привести нормально очищенные летние воды полей орошения.

Олигосапробные воды представляют, например, практически чистые воды больших озер. Если такие воды произошли путем

минерализации из загрязненных вод, то для них характерна почти полная минерализация органических веществ. Их содержание не превышает 1 мг/л. Число бактерий не более 1 тыс., если не попадают случайно занесенные формы. В полисапробных водах богато представлены перидинеи, встречаются даже харовые водоросли.

Наиболее удобным, применительно к планктонным организмам, следует считать метод Р. Пантле и Г. Букка в модификации Сладчека. Формула для расчета индекса сапробности выглядит так:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i},$$

где  $s$  – индикаторная значимость гидробионтов;  $h$  – относительная частота встречаемости гидробионтов;  $N$  – число выбранных видов-индикаторов.

Индикаторная значимость (или индивидуальный индекс сапробности) – это условный класс, назначаемый организму:  $s_i = 1$  для олигосапробов, 2 для  $\beta$ -мезосапробов, 3 для  $\alpha$ -мезосапробов, 4 для полисапробов.

Таким образом, сам индекс – это среднее значение сапробности всех найденных видов, с учетом их обилия. Для оценки сапробности принята следующая числовая шкала:

- 0,51–1,50 – олигосапробы,
- 1,51–2,50 –  $\beta$ -мезосапробы,
- 2,51–3,50 –  $\alpha$ -мезосапробы,
- 3,51–4,0 – полисапробы.

При оценке качества воды по показателям перифитона необходимо учитывать следующее.

1. Сравнение биоценозов чистых и загрязненных участков водоема следует проводить по пробам, взятым в сходных биотопах, т. е. на одних и тех же субстратах, для того, чтобы исключить влияние на биоценоз характера субстрата.

2. Заключение о качестве воды по показателям перифитона делается с учетом сведений о видовом составе, видовом разнообразии, частоте встречаемости видов, сапробности ведущих форм и индексе сапробности. Это позволяет отнести каждый исследуемый участок водоема к определенному классу вод по шестибальной шкале качества вод по гидробиологическим показателям.

3. Для чистых и условно чистых вод характерно высокое видовое разнообразие, доминирование организмов – олиго-,  $\beta$ -мезосапробов, отсутствие или незначительное количество  $\alpha$ -мезосапробов, полисапробов. Индекс сапробности не превышает 2,30.

4. Признаком загрязнения вод является обеднение видового состава, перифитона, выпадение ряда форм по мере загрязнения, преобладание организмов  $\alpha$ -мезосапробов и полисапробов. Индекс сапробности принимает значения, равные 2,31–4,00.

**Табл. 9. Сопоставление значения индекса сапробности, индикаторной значимости и относительной частоты встречаемости видов планктона**

Вид	Сапробность	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>sh</i>
<i>Keratella cochlearis</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,55	1	1,55
<i>Keratella quadrata</i>	$\alpha$ - $\beta$	1,55	1	1,55
<i>Lecane lunaris</i>	$\alpha$ - $\beta$	1,35	5	6,75
<i>Brachionus calyciflorus</i>	$\beta$ - $\alpha$	2,50	2	5,00
<i>Synchaeta pectinata</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,65	2	3,30
<i>Asplanchna priodonta</i>	$\alpha$ - $\beta$	1,55	1	1,55
<i>Daphnia longispina</i>	$\beta$	2,00	7	14,00
<i>Chydorus sphaericus</i>	$\beta$	1,75	2	3,50
<i>Bosmina longirostris similes</i>	$\alpha$ - $\beta$	1,55	3	4,65
<i>Cyclops strenuus</i>	$\beta$ - $\alpha$	2,25	2	4,50
<i>Cyclops furcifer</i>	$\alpha$	1,20	2	2,40
			$\Sigma h = 28$	$\Sigma sh = 48,75$

### ***Гидробиологическая характеристика городского водоема и оценка его экологического статуса***

В отчете по практике приводятся конкретные результаты полевых исследований, полученные студенческой бригадой, по видовому составу и численности экологических групп организмов:

- а) макрофитам (прибрежным, водным и околородным);
- б) организмам зоопланктона;
- в) представителями макрозообентоса.

Трофический статус и сапробность водоема характеризуется посредством индексов и коэффициентов.

Приведем здесь для сравнения данные, полученные в ходе практик предыдущих лет на Полуостровских прудах.

Показатели сапробной валентности видов-индикаторов по трем станциям центрального пруда Полуостровского парка не превышали

2,0, что характеризует воды как промежуточные между и слабозагрязненными и умеренно загрязненными.

Нужно отметить, что в предыдущие 5 лет после (или в результате) мелиорации сильно уменьшилась водность всех трех водоемов. При этом в течение 2018–2020 г. на пруду № 3 в конце июня происходило бурное «цветение» *Aphanizomenon flos-aquae*. Это затрудняло сбор проб планктонной сетью и идентификацию организмов зоопланктона. Тем не менее рачок *Bosmina* за счет молоди давал здесь огромную численность – до 50 000 экз/м<sup>3</sup>. Вероятно, цианобактерии были представлены здесь нетоксичными формами. В сезон 2021 г. произошло видимое увеличение водности прудов, вероятно, из-за восстановления Полуостровских ключей. Цианобактерии в пруду № 3 отсутствовали, но рачки-фильтраторы оставались по-прежнему самой многочисленной группой зоопланктона. Хищных рачков циклопов стало значительно меньше, чем в маловодные годы. Анализ количественных проб зоопланктона и макрозообентоса показал следующее. По видовому составу и численности зоопланктонные сообщества практически идентичны из года в год. Присутствуют:

1) коловратки (кл. Rotatoria) из рода *Asplanchna* – индикатор умеренно загрязненных вод;

2) ракообразные (класс Crustacea):

– веслоногие раки и их личинки науплиусы (отряд Sorepoda),

– ветвистоусые раки (отряд Cladocera), род *Bosmina*, 90 % которых приходится на молодь.

Общая численность: до 60 000 экземпляров зоопланктона на м<sup>3</sup>.

Бентос в 2021 г, как и в прошлые сезоны, представлен личинками хирономид *Chironomus plumosus* – 112 экз/м<sup>2</sup>, представитель подсемейства Orthocladiinae – 16 экз/м<sup>2</sup> и трубочником *Tubifex tubifex* – 96 экз/м<sup>2</sup>.

Итого: 209 экземпляров на м<sup>2</sup> дна.

До мелиорации в пруду единично встречались двустворчатые моллюски шаровки рода *Sphaerium*, и попадались пустые раковины катушек.

Таким образом, среди обитателей макрозообентоса отмечены как индикаторы умеренно загрязненных вод (*Chironomus plumosus* и *Tubifex tubifex*), так и представители подсемейства Orthocladiinae, индикаторы слабого загрязнения.

В результате проделанной работы Полуостровский пруд характеризовался как находящийся на границе слабо- и умереннозагрязненного. В пользу первого говорит наличие типично озерной флоры

макрофитов и зоопланктона, особенно фильтраторов, в пользу второго – преобладание индикаторов умеренного загрязнения в донной фауне беспозвоночных. Сложившийся на протяжении многих лет биоценоз беспозвоночных животных не был нарушен в результате очистки пруда. Сильнее всего в результате рекультивации пострадали ихтиоценоз и водоплавающие птицы. До мелиорации водоема в нем в больших количествах вылавливалась гибридная форма карася, на смену которому пришел голянь.

Водоплавающие птицы лишились возможности гнездования в зарослях тростника после его резкого сокращения вследствие мелиорации. Несмотря на то, что за предшествовавшие очистке годы экологическое состояние водоема постепенно ухудшалось и усиливалась его эвтрофикация, рекультивацию следовало проводить более щадящим путем. В частности, надо было сохранить околководную прибрежную растительность, а также оставить островки тростника для гнездования уток. Следует учитывать и то, что тростник является важным аккумулятором органического загрязнения.

### *План отчета по гидробиологической части практики*

**Введение.** Классификация пресноводных водоемов и водотоков. Цели и задачи полевой практики по водной экологии. Выбор адекватных методов полевых исследований для оценки экологического состояния и статуса водоемов различного типа.

**История формирования городского водоема и близлежащей территории.** Особенности искусственного водоема и его отличие от естественного. Возникновение изучаемого водоема: на месте котлована, песчаного карьера, в результате понижения или заболачивания, установки плотины и др. Источники пополнения водой: осадки, подземные ключи, впадающие водотоки. Следы исходного ландшафта в планировочной структуре парка или сквера. Современное назначение территории с водоемом.

**Визуальное обследование и картирование.** Групповой обход по периметру водоема с занесением на схему характера береговой линии. Отмечается характер грунтов у уреза воды и специфика растительности: заросли тростника или кустарника, луговая или болотная растительность. Выделяются области зарастания макрофитами (как правило, тростником) и наносятся на схему. Затем группа получает от преподавателя точную карту водоема для сравнения

с собственными схемами. По карте вычисляется площадь водоема и оценивается степень зарастания прибрежной полосы и водного зеркала. При наличии лодки производится измерение глубин в разных частях водоема и намечаются точки отбора гидробиологических проб. По мере обхода водоема протоколируется количество водоплавающих птиц и наличие у них потомства.

**Блок 1. Методы сбора и обработки гидробиологического материала.** После вводной лекции и проведения полевых исследований бригадой предоставляется глава в отчет об орудиях количественного сбора гидробиологического материала с фотографиями приборов. Описывается работа с батометром, количественной зоопланктонной сетью, дночерпателем Петерсена, рамкой, драгой для количественного учета бентосных организмов.

**Блок 2. Методы биоиндикации и биотестирования с помощью водных организмов.** Понятия биоиндикации и биотестирования, условия их использования. Трофический уровень водоема и его сапробность. Азы определения степени органического загрязнения. Характеристика индекса видового разнообразия Шеннона. Понятие об индикаторных видах и их сапробной валентности. Индекс сапробности Пантле и Бука, примеры расчетов. Индекс Вудивисса, границы применения.

**Блок 3. Гидробиологическая характеристика городского водоема и оценка его экологического статуса.** Приводятся конкретные результаты полевых исследований, полученные студенческой бригадой, по видовому составу и численности экологических групп организмов:

- а) макрофитам (прибрежным, водным и околородным);
- б) организмам зоопланктона;
- в) представителями макрозообентоса.

Трофический статус и сапробность водоема характеризуется посредством индексов и коэффициентов.

**Заключение.** Основные выводы, обобщающие материал всех изученных разделов дисциплины.

#### **4.3.9. Изучение оценки чистоты воздуха методами лишеноиндикации**

Как вариант выполнения практической работы по биоиндикации можно провести оценивание чистоты атмосферного воздуха методами лишеноиндикации.

Лишайники реагируют на состояние субстрата, на котором они растут (например, живое дерево или погибшее), на микроклиматические условия и химический состав примесей в воздухе. В силу долгого и медленного роста лишайников их можно использовать для датировки возраста различных субстратов на основе измерения их слоевищ – в диапазоне от нескольких десятилетий до нескольких тысячелетий.

Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники (или эпифиты), т. е. лишайники, растущие на коре деревьев. Чем более загрязнен воздух, тем меньше встречается в его границах видов лишайников, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев, тем ниже жизнеспособность лишайников. Установлено, что при повышении степени загрязнения воздуха первыми исчезают кустистые, а затем листоватые и накипные (корковые) формы лишайников. Состав флоры и состояние талломов лишайников в различных частях городов (в центре, в индустриальных районах, в парках, в периферийных частях) настолько различаются, что лишайники стали использоваться в качестве индикаторов загрязнения воздуха.

В последние десятилетия показано, что из компонентов загрязненного воздуха на лишайники самое сильное отрицательное влияние оказывает двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ). Экспериментально установлено, что это вещество в концентрации  $0,03\text{--}0,1 \text{ мг/м}^3$  начинает действовать на многие виды лишайников. В хлоропластах клеток водорослей появляются бурые пятна, начинается деградация хлорофилла. Концентрация  $\text{SO}_2$  в  $0,5 \text{ мг/м}^3$  губительна для всех видов лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах. Однако имеется группа полеотолерантных (выносливых по отношению к загрязнениям) видов, которые могут существовать в довольно загрязненном воздухе. Помимо двуокиси серы на лишайники губительно действуют и другие загрязнители – оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), оксиды углерода ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), соединения фтора и другие. Кроме того, в городах сильно изменены и микроклиматические условия: влажность воздуха в городах ниже по сравнению с естественными ландшафтами примерно на 5 %, температура воздуха – выше на  $1\text{--}3^\circ$ .

Большинство химических соединений, негативно влияющих на флору лишайников, входят в состав основных химических элементов и соединений, содержащихся в выбросах большинства промышленных производств и автотранспорта, что позволяет использовать лишайники именно в качестве индикаторов антропогенной нагрузки.

При выполнении данного задания понадобятся измерительные ленты с миллиметровыми делениями (1 м) и компас.

Работа начинается с выбора точек исследования – четырех-пяти площадок, желательного находящихся на одной линии по мере удаления от потенциального источника загрязнения – промышленного предприятия или автомагистрали. Желательно располагать площадки по линии преобладающих ветров – в ту сторону, куда ветер сносит потенциальные загрязняющие вещества. Дистанция между площадками зависит от мощности источника загрязнения. Если источник – небольшая котельная, работающая на угле, то расстояния между площадками могут быть в пределах 400–800 м. Если это автотрасса – то 20–100 м (в зависимости от интенсивности потока автотранспорта). Маркировать площадки для целей данного занятия необязательно, однако их выбору стоит уделить большое внимание. Для сбора материала бригаду студентов разбивают на группы по числу обследуемых площадок. После этого начинают камеральную обработку собранного материала.

**Техника заложения пробных площадок.** В насаждениях, где планируется проводить измерения, маркируется центр пробной площадки – помечается одно из деревьев. Далее вокруг центра площадки выбираются ближайшие 20 деревьев (не менее 10) одной породы и примерно одного возраста. При этом никаких исключений субъективного порядка (например, данное дерево слишком богато или слишком бедно лишайниками) не допускается. На этих модельных деревьях и проводятся измерения численности лишайников. В случае одноразового обследования дерева никак не маркируются, а в случае планирования многолетних наблюдений – помечаются долговременными маркерами. В качестве маркеров можно использовать металлические (алюминиевые, латунные) пластинки с выбитыми (процарапанными) номерками, которые прибиваются к стволам деревьев маленькими гвоздиками. Их наличие на стволе никак не влияет на численность лишайников и общее жизненное состояние дерева. Маркеры следует размещать на стороне, обращенной к центру пробной площадки, чтобы все помеченные деревья были хорошо видны из одной точки.

Для измерения численности лишайников на деревьях, в частности – их проективного покрытия, пользуются, способом «линейных пересечений».

Характеристика пробной площадки:

1. Дата.

2. Номер.
3. Местоположение.
4. Экспозиция и угол склона.
5. Описание фитоценоза.
6. Фамилии исследователей.

Характеристики модельных деревьев и результаты измерений:

	Виды лишайников	Местоположение талломов (см)	Проективное покрытие %
1. Номер дерева:	1. <i>Xanthoria parietina</i>	7,1–8,5; 12,7–14,2;	9,25
2. Порода дерева:		30,4–32,5; 56,4–58,8;	
3. Высота дерева:	2. <i>Physcia caesia</i>	14,2–15,5	1,6
4. Длина окружности ствола: 800 мм	3. ...		...
1. Номер дерева:	1. ...		
2. Порода дерева:	2. ...		
3. Высота дерева:	3. ...		
4. Длина окружности ствола:	...		
... и т.д. по числу деревьев			

Определение проективного покрытия лишайников способом «линейных пересечений» основано на измерении линейных показателей. Способ заключается в наложении на окружность ствола мерной ленты с фиксированием всех пересечений ее со слоевищами лишайников. В качестве ленты можно использовать простой «портняжный метр» (с миллиметровыми делениями). Измерение лишайников этим способом производится следующим образом. После выбора модельного дерева исследователь определяет на стволе точку, находящуюся на высоте 150 см от комля с северной стороны (использовать компас). Затем на ствол накладывается мерная лента с делениями таким образом, чтобы ноль шкалы ленты совпал с выбранной точкой, а возрастание чисел на шкале соответствовало движению по часовой стрелке (с севера на восток). После полного оборота вокруг ствола лента закрепляется на стволе булавкой в нулевой точке. Совмещая последнее деление и ноль ленты, определяют длину окружности ствола. Ее при дальнейших расчетах принимают за 100 %. После этого начинают измерения, двигаясь взглядом по ленте и фиксируя начало и конец каждого пересечения ленты с талломами лишайников (чтобы не сбиться – удобно использовать указатель – карандаш, ручку, спичку и т.п.). Измерения проводятся с точностью до 1 мм. Удобнее всего вести измерения вдвоем – один

отсчитывает расстояния на ленте и диктует, другой записывает значения в полевой дневник (не забывая отметить в нем общую информацию о площадке и учетном дереве – см. таблицу). По данным полевых измерений в домашних условиях производят расчет проективного покрытия лишайников, т. е. определяют отношение покрытой лишайниками части ствола к его общей поверхности. Вначале подсчитывается общая (суммарная) длина (протяженность) таллов лишайников. Затем, зная общую длину окружности ствола и принимая ее за 100 %, рассчитывается проективное покрытие лишайников (в %).

**Использование лишеноиндикационных индексов.** Количественно определить уровень нарушенности местообитания помогут так называемые лишеноиндикационные индексы, учитывающие, в основном, видовое разнообразие, т. е. видовое богатство (число видов) и численность разных видов лишайников. На сегодняшний день существует несколько десятков лишеноиндикационных индексов, как тех, которые учитывают видовой состав лишайников, так и тех, при расчете которых нужно знать только видовое богатство (число видов). Для целей данного учебного задания приведем два наиболее простых индекса – по одному из этих двух типов. Индекс полеотолерантности (*IP*) учитывает видовой состав лишайников (т. е. для его использования нужно определять виды) и вычисляется по формуле:

$$IP = \sum \frac{A_i C_i}{C_n},$$

где  $n$  – количество видов на описанной пробной площадке;  $A_i$  – класс полеотолерантности  $i$ -того вида (от 1 до 10; см. правый столбец табл. 10);  $C_i$  – проективное покрытие  $i$ -того вида в баллах;  $C_n$  – сумма значений покрытия всех видов (в баллах).

**Табл. 10. Классы полеотолерантности лишайников (по Х.Х. Трассу)**

Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды лишайников	Классы полеотолерантности
Естественные местообитания (ландшафты) без ощутимого антропогенного влияния	<i>Lecanactis abietina</i> , <i>Lobaria scrobiculata</i> , <i>Menegazzia terebrata</i> , <i>Mycoblastus sanguinarius</i> , виды родов <i>Pannaria</i> , <i>Parmeliella</i> , самые чувствительные виды рода <i>Usnea</i>	I

Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды лишайников	Классы полеотолерантности
Естественные (часто) и антропогенно слабоизмененные местообитания (редко)	<i>Bryoria chalybeiformis</i> , <i>Evernia divaricata</i> , <i>Cyalecta ulmi</i> , <i>Lecanora coilocarpa</i> , <i>Ochrolechia androgyna</i> , <i>Parmeliopsis aleurites</i> , <i>Ramalina calicaris</i>	II
Естественные (часто) и антропогенно слабоизмененные местообитания (часто)	<i>Bryoria fuscescens</i> , <i>Cetraria chlorophylla</i> , <i>Hypogymnia tubulosa</i> , <i>Lecidea tenebri-cosa</i> , <i>Opegrapha pulcaris</i> , <i>Pertusaria pertusa</i> , <i>Usnea subfloridana</i>	III
Естественные (часто), слабо (часто) и умеренно (редко) измененные местообитания	<i>Bryoria implexa</i> , <i>Cetraria pinastri</i> , <i>Graphis scripta</i> , <i>Lecanora leptyrodes</i> , <i>Lobaria pulmonaria</i> , <i>Opegrapha diaphora</i> , <i>Parmelia subaurifera</i> , <i>Parmeliopsis ambigua</i> , <i>Pertusaria coccodes</i> , <i>Pseudevernia furfuraceae</i> , <i>Usnea filipendula</i>	IV
Естественные, антропогенно слабо- и умеренно измененные местообитания (с равной встречаемостью)	<i>Caloplaca pyracea</i> , <i>Lecania cyrtella</i> , <i>Lecanora chlaro-tera</i> , <i>L.rugosa</i> , <i>L.subfus-cata</i> , <i>L.subrugosa</i> , <i>Lecidea glomerulosa</i> , <i>Parmelia exasperata</i> , <i>P.olivacea</i> , <i>Physcia aipolia</i> , <i>Ramalina farinacea</i>	V
Естественные (сравнительно редко) и антропогенно умеренно (часто) измененные местообитания	<i>Arthonia radiata</i> , <i>Caloplaca aurantiaca</i> , <i>Evernia prunastri</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Lecanora allophana</i> , <i>L.carpinea</i> , <i>L.chlarona</i> , <i>L.pallida</i> , <i>L.symmictera</i> , <i>Parmelia acetabulum</i> , <i>P.subargentifera</i> , <i>Pexasperatula</i> , <i>Pertusaria discoidea</i> , <i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Ramalina fraxinea</i> , <i>Rinodina exigua</i> , <i>Usnea hirta</i>	VI
Умеренно (часто) и сильно (редко) антропогенно измененные местообитания	<i>Caloplaca vitellina</i> , <i>Candelariella vitellina</i> , <i>C.xanthostigma</i> , <i>Lecanora varia</i> , <i>Parmelia conspurcata</i> , <i>P.sulcata</i> , <i>P.verruculifera</i> , <i>Pertusaria amara</i> , <i>Phaeophyscia nigricans</i> , <i>Phlyctis agelaea</i> , <i>Physcia ascendens</i> , <i>Ph.stellaris</i> , <i>Ph.tenella</i> , <i>Physconia pulverulacea</i> , <i>Xanthoria polycarpa</i>	VII
Умеренно и сильно антропогенно измененные местообитания (с равной встречаемостью)	<i>Caloplaca cerina</i> , <i>Candelaria concolor</i> , <i>Phlyctis argena</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Ph.enteroxantha</i> , <i>Ramalina pollinaria</i> , <i>Xanthoria candelaria</i>	VIII
Сильно антропогенно измененные местообитания (часто)	<i>Buellia punctata</i> , <i>Lecanora expallens</i> , <i>Phaeophyscia orbicularis</i> , <i>Xanthoria parietina</i>	IX

Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды лишайников	Классы полеотолерантности
Очень сильно антропогенно измененные местообитания (встречаемость и жизненность видов низкие)	<i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>L.hageni</i> , <i>Lepraria incana</i> , <i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	X

Индекс полеотолерантности вычисляется для всех обследованных модельных деревьев на площадке в среднем. Общая обследованная площадь поверхности стволов при использовании палеток должна быть не менее 0,7 м<sup>2</sup>, а при использовании мерной ленты – не менее 20 м длины окружностей. Оценка проективного покрытия дается по 10-балльной шкале:

Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покры- тие, %	1–3	3–5	5–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–80	90–100

Значения  $IP$  колеблются между 1 и 10. Чем больше значение  $IP$ , тем более загрязнен воздух в соответствующем местообитании. Нулевое значение  $IP$  может быть только в случае полного отсутствия лишайников.

**Пример.** По результатам исследований проективного покрытия в пределах одной пробной площади на 20 модельных деревьях мерной лентой получены следующие данные:

- вид 1 – среднее значение проективного покрытия – 15 %,
- вид 2 – 10 %,
- вид 3 – 3 %,
- вид 4 – 1 %.

По таблице находим значения покрытия в баллах  $C_i$ :

- для вида 1 – 4 балла,
- для вида 2 – 3 балла,
- для вида 3 – 2 балла,
- для вида 4 – 1 балл.

Сумма значений покрытия  $C_n$ :  $4+3+2+1 = 10$  баллов. Пусть в табл. 11 вид 1 имеет 6-й класс полеотолерантности, вид 2 – 7-й, вид 3 – 7-й, вид 4 – 8-й класс. Полученные значения подставляем в формулу и получаем:  $IP = ((4 \times 6)/10) + ((3 \times 7)/10) + ((2 \times 7)/10) +$

$+((1 \times 8)/10) = 6,7$  Полученный показатель можно сравнивать с аналогичными, рассчитанными для других пробных площадок.

**Табл. 11. Значения  $IP$ , скоррелированные со среднегодовым содержанием  $SO_2$  в воздухе**

$IP$	Концентрация $SO_2$ ( $mg/m^3$ )	Условная зона
1–2	Менее 0,01	Нормальная
2–5	0,01–0,03	Малого загрязнения
5–7	0,03–0,08	Среднего загрязнения
7–10	0,08–0,10	Сильного загрязнения
10	0,10–0,30	Критического загрязнения
0 (лишайники отсутствуют)	более 0,3	Лишайниковая пустыня

Оформить полученные результаты можно в виде графика, на который по горизонтальной оси нанесены в масштабе точки расположения пробных площадок (по мере удаления от источника загрязнения), а по вертикальной – показатель загрязнения воздуха  $IP$ .

## **5. Форма аттестации и оформление отчета по практике**

Форма промежуточной аттестации результатов практики – дифференцированный зачет.

Формой текущего контроля по каждому разделу учебной практики является письменный отчет о лабораторном или практическом занятии, просмотренный и подписанный преподавателем.

По лабораторным занятиям студенты отчитываются индивидуально в форме записей, зарисовок, фотографий в рабочей тетради.

Большинство практических занятий предполагают отчет о работе, проделанной бригадой студентов из 10–15 человек; в отдельных случаях (для студентов заочной формы обучения) возможно индивидуальное выполнение отчета. Для отчета необходимо правильное заполнение бланков, выданных преподавателем.

Содержание отчета о практике составляют письменные отчеты о выполненных лабораторных и практических работах.

Кроме этого, студенты индивидуально сдают руководителям устный зачет (защита отчета) по материалам практики, включающий:

– визуальное определение наиболее характерных представителей флоры и фауны мест проведения практики (в случае затруднения – определение их при помощи специальной литературы);

– ответ на контрольный вопрос по выбору преподавателя.

Общая оценка за практику (дифференцированный зачет) выставляется исходя из результатов устного ответа и письменного отчета по практике, который впоследствии будет храниться на кафедре.

Аттестация проводится непосредственно по окончанию практики.

## **Примерный план отчета по практике**

**Введение.** Цели и задачи практики.

### **1. Изучение городской флоры и фауны.**

1) Характеристика района обследования.  
2) Экологические группы растений, растущие в городе (аборигены, адвентивные). Присутствие биологического загрязнения (инвазивные виды).

3) Основные виды, высаживаемые человеком, сорные и местные виды (по жизненным формам – деревья, кустарники, травы).

4) Выявленные закономерности размещения растений на урбанизированной территории.

5) Список основных встреченных видов позвоночных животных с краткой характеристикой каждого.

6) Особенности биологии и фенологии встреченных видов.

7) Сравнение результатов обследования с другими бригадами (перемещение животных, количество и особенности поведения встреченных особей в зависимости от погоды и даты обследования, поведение детенышей).

### **2. Изучение флоры бореальных и неморальных лесов, болот, лугов и прибрежной растительности.**

1) Краткое физико-географическое и историческое описание местности обследования: лесопарк Тарховка, Северное побережье Финского залива (Лисий Нос), ст. Университет (парк Сергиевка), ст. Токсово.

2) Для каждого типа растительности – указать классификацию, отличительные особенности.

3) Характерные для каждого типа растительности виды растений. Список желательно структурировать – в соответствии с ботанической таксономией, по жизненным формам, по ярусам или

по экологическим особенностям, приуроченности к определенным факторам.

4) Результаты оценки условий местообитания с использованием экологических шкал: таблица с проективным покрытием растений, расчеты и результат.

### **3. Геоботаническое описание растительности.**

1) Заполненный бланк описания.

2) Краткое описание работы над описанием по плану и результат (выводы о наименовании фитоценоза).

### **4. Определение растений с помощью определителя.**

Описание работы с дихотомическим ключом на примере конкретного вида.

### **5. Изучение анатомического строения грибов.**

Описание особенностей строения тела и плоношений грибов разных отделов (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*) с зарисовками или фотографиями и пояснениями к рисунку.

### **6. Изучение анатомического строения высших растений.**

Описание особенностей строения проводящей системы сосудистых растений разных отделов, особенности строения разных тканей растений в зависимости от экологической приуроченности с зарисовками или фотографиями и пояснениями к рисунку.

### **7. Изучение методик биоиндикации водоемов.**

1) Описание места взятия проб, географическая привязка.

2) Список жизненных форм и систематических категорий зоо- и фитопланктона, обнаруженных в исследуемом водоеме.

3) Результаты количественного и качественного анализа проб.

4) Заключение о состоянии и степени чистоты обследованного водоема.

### **8. Изучение методик лишеноиндикации.**

1) Описание места взятия проб, географическая привязка.

2) Список видов обнаруженных лишайников.

3) Результаты расчетов индекса полеотолерантности.

4) Заключение о степени чистоты атмосферного воздуха на обследованной территории.

**Заключение.** Основные выводы, обобщающие материал всех изученных разделов дисциплины.

### **Список использованных источников**

## Общие требования к отчету

Каждая бригада составляет отчет самостоятельно. Точные копии не принимаются.

Раздел 1, в котором приводятся общие сведения о районе практики, составляется по «Методическим указаниям...» и достоверным интернет-источникам. Текст может быть иллюстрирован оригинальными фотографиями, а также картой с указанием посещенных точек наблюдений.

Разделы 2–9 составляются в соответствии с пунктами методик проведения лабораторных и практических работ в настоящих «Методических указаниях...» и указаниями, данными преподавателями в процессе выполнения работ. В соответствии с заданиями к отчету прикладываются табличные материалы и карты.

Список использованной литературы составляется в соответствии с теми источниками, которые на самом деле использовались в работе. Не следует переписывать список рекомендуемой литературы из настоящих «Методических указаний...».

Отчет представляется в печатном виде: титульный лист, список исполнителей (с указанием участия каждого в подготовке отчета), содержание и далее – текст отчета.

## Список литературы, рекомендуемой для подготовки отчета по практике

1. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А., Мирин Д.М.* Геоботаника: Учебник. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010. – 117 с.
2. *Ипатов В.С., Мирин Д.М.* Описание фитоценоза: Методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. – СПбГУ, 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://geobotany.bio.spbu.ru/publish%20dep/Ip%20Mir2008\\_phytocendescription.pdf](http://geobotany.bio.spbu.ru/publish%20dep/Ip%20Mir2008_phytocendescription.pdf).
3. *Могильнер А.А.* Определение качества воды в полевых условиях: краткое руководство. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2013. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.biodiversity.ru/publications/books/ecoeducation/Bioindication\\_2013.pdf](http://www.biodiversity.ru/publications/books/ecoeducation/Bioindication_2013.pdf).
4. *Полоскин А.В., Хаитов В.М.* Полевой определитель пресноводных беспозвоночных. – М., 2006. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://wwf.ru/upload/iblock/871/bugs\\_text\\_cover.pdf](https://wwf.ru/upload/iblock/871/bugs_text_cover.pdf).

5. Речкалова Н.И., Сысоева Л.Е. Методическое пособие по экологическому мониторингу. – М., 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uchebana5.ru/cont/2705745-pall.html>.

6. Балашова Н.Б., Тобиас А.В., Гимельбрант Д.Е. Летняя практика по альгологии и микологии в Санкт-Петербургском университете. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. – 236 с.

7. Горышина Т.К., Игнатьева М.Е. Ботанические экскурсии по городу. – СПб., 2001.

8. Губанов И.А. и др. Определитель сосудистых растений. – М.: Аргус, 1995. – 560 с.

9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: КМК, 2006. – 600 с.

10. Тихомиров И.А. Добровольский А.А., Гранович А.И. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. – М.: КМК, 2008. – 304 с.

11. Яшинов В.А. Практикум по гидробиологии. – М.: Высшая школа, 1968. – 428 с.

12. Храбрый П.Ф. Птицы Петербурга. Иллюстрированный справочник. – СПб.: Амфора. – 2015. – 463 с.

13. Новиков Г.А., Айрапетьянц А.Э., Пукинский Ю.Б. и др. Звери Ленинградской области. – Л., 1970.

14. Грибова С.А., Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Растительность европейской части СССР. – М.: Наука, 1980.

15. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2016)

16. Красная книга природы Санкт-Петербурга / Отв. ред. Г.А. Носков. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 416 с.

17. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / Под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 477 с.

18. Ленинградская область и пригороды Санкт-Петербурга. – М., 2010. – 70 с.

19. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 248 с.

20. Город-экосистема / [Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев, М.П. Жидков и др.]. – М.: ИГРАН, 1996. – 336 с.

21. Биологический энциклопедический словарь // Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А.А. Бабаев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. – 2-е изд., исправл. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986.

22. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 600 с.

23. Орлов М.М. Лесоустройство. Том 1. Элементы лесного хозяйства – Л.: Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо, 1927. – 428 с.

## Интернет-ресурсы

1. [www.plantarium.ru](http://www.plantarium.ru) – онлайн-определитель растений. База данных по морфологии, экологии растений России, данные по ООПТ России.

## Приложения

**П.1. Экологические шкалы растений, наиболее часто встречающихся на территории проведения практики (диапазонные шкалы увлажнения (У) и богатства-засоления почвы (БЗ) по Л.Г. Раменскому с соавт., 1956, оптимальные шкалы освещенности *L*, влажности *F*, кислотности почвы *R* по Г. Элленбергу, 1974)**

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	<i>L</i>	<i>F</i>	<i>R</i>
<i>Acer negundo L.</i>	–	–	–	–	5	6	7
<i>Acer platanoides L.</i>	65–91	65–71	7–11	9–10	4	×	×
<i>Achillea millefolium L.</i>	37–80	58–63	9–17	10–14	9	2	7
<i>Aconitum napellus L.</i>	60–78	67–70	5–9	7–8	7	7	7
<i>Actaea spicata L.</i>	70–87	74–82	7–12	8–11	3	5	6
<i>Adoxa moschatellina L.</i>	70–85	75–81	7–10	8–9	5	6	7
<i>Aegopodium podagraria L.</i>	62–80	70–77	6–10	8–9	5	6	7
<i>Agrostis canina L.</i>	70–102	85–91	2–12	3–8	9	9	3
<i>Agrostis stolonifera L.</i>	74–102	88–90	6–24	9–17	8	7	×
<i>Ajuga reptans L.</i>	66–84	70–71	4–9	6–8	6	6	6
<i>Alchemilla acutiloba Opiz</i>	49–82	65–68	5–11	8–9	6	5	6
<i>Alisma plantago-aquatica L.</i>	88–110	98–105	8–22	15–20	7	10	×
<i>Alnus glutinosa (L.) Gaertn.</i>	68–105	77–85	8–16	10–12	5	9	6
<i>Alnus incana (L.) Moench</i>	63–100	80–96	4–10	7–8	6	7	8

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Alopecurus aequalis</i> <i>Sobol.</i>	82–106	98–99	14–21	17–20	9	9	×
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	70–97	88–92	6–19	10–13	9	8	7
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	53–89	66–77	8–21	12–17	6	6	6
<i>Andromeda polifolia</i> L.	80–99	88–94	1–6	1–3	9	9	1
<i>Anemonoides nemorosa</i> (L.) Holub	68–87	70–72	4–10	4–7	×	5	×
<i>Anemonoides ranunculoides</i> (L.) Holub	66–76	70–72	8–10	8–10	3	6	8
<i>Angelica sylvestris</i> L.	58–83	68–77	6–11	7–9	7	8	×
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	46–77	55–65	2–11	3–4	8	4	3
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	50–88	61–70	2–12	5–9	×	×	5
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	51–87	63–67	7–13	8–10	7	5	×
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	53–80	67–68	10–19	15–18	8	5	8
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	58–67	60–62	1–4	1–1	6	3	×
<i>Artemisia campestris</i> L.	33–74	49–65	7–19	8–15	9	2	5
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	47–86	61–65	7–17	11–16	7	6	×
<i>Asarum europaeum</i> L.	57–82	68–74	4–10	6–8	3	5	7
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	72–98	82–83	7–11	7–8	3	7	×
<i>Atriplex tatarica</i> L.	16–25	9–67	14–26	19–25	9	3	×
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.	55–85	64–68	1–9	3–5	6	×	2
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	26–68	51–56	4–11	7–8	9	3	6
<i>Betula pendula</i> Roth	52–101	64–75	2–12	5–7	7	×	×
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	54–106	64–87	1–10	3–8	7	8	3
<i>Bidens tripartita</i> L.	72–107	84–97	6–22	11–14	8	9	×
<i>Bistorta major</i> S.F. Gray	67–88	71–76	5–13	6–9	7	7	5
<i>Briza media</i> L.	50–86	66–70	5–12	7–8	8	×	×
<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub	47–80	62–66	8–23	13–18	8	4	8
<i>Bunias orientalis</i> L.	50–70	61–63	7–15	12–14	7	5	8
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	52–80	64–74	2–11	3–7	6	5	4
<i>Calamagrostis epigeios</i>	59–89	66–68	3–15	7–9			

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth	86–101	94–100	3–13	6–7	6	9	6
<i>Calla palustris</i> L.	97–108	101–104	5–19	8–9	6	9	6
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	61–94	70–82	1–8	1–2	8	×	1
<i>Caltha palustris</i> L.	83–106	94–98	5–21	10–15	7	9	×
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	65–100	82–92	5–18	10–13	8	6	7
<i>Campanula glomerata</i> L.	49–86	60–62	5–21	7–15	7	4	7
<i>Campanula patula</i> L.	49–83	65–67	5–13	7–8	8	5	7
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	48–72	49–54	3–13	7–8	7	×	×
<i>Campanula trachelium</i> L.	60–75	68–72	7–10	8–9	4	6	8
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	12–77	51–54	8–16	12–16	7	5	×
<i>Cardamine pratensis</i> L.	77–105	89–96	6–19	9–10	4	6	×
<i>Carduus crispus</i> L.	48–86	55–59	14–21	14–21	7	6	7
<i>Carex acuta</i> L.	65–102	83–94	2–18	6–13	8	8	3
<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb.	62–108	94–98	7–13	7–9	9	9	7
<i>Carex canescens</i>	72–102	90–98	2–12	6–8			
<i>Carex digitata</i> L.	57–77	62–70	5–10	6–8	3	5	
<i>Carex globularis</i> L.	73–90	80–84	2–7	4–6			
<i>Carex pilosa</i> Scop.	50–80	53–74	7–9	7–8	4	5	5
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	97–107	100–105	5–12	8–9	7	9	6
<i>Carex vesicaria</i> L.	76–105	90–100	6–16	9–13	7	9	6
<i>Carum carvi</i> L.	61–88	63–66	6–18	10–12	8	5	×
<i>Centaurea jacea</i> L.	47–86	61–68	4–21	10–11	7	×	×
<i>Centaurea phrygia</i> L.	52–72	58–60	4–12	7–10	8	5	×
<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	80–99	88–94	1–6	1–3	7	8	3
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	54–77	56–70	4–10	5–9	8	5	5
<i>Chenopodium album</i> L.	21–83	32–74	7–23	7–10	×	4	×
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	80–96	88–95	6–10	7–10	4	8	7
<i>Cicuta virosa</i> L.	76–110	103–108	6–17	11–12	7	9	5
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	28–84	64–66	9–24	15–20	8	8	7
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	70–77	72–76	5–12	5–9	7	8	5

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	80–87	82–86	7–11	10–11	6	7	8
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	68–97	89–92	4–12	6–9	7	8	4
<i>Comarum palustre</i>	84–107	89–104	5–11	7–9	7	10	3
<i>Convallaria majalis</i> L.	51–77	55–72	3–11	7–10	5	4	×
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	21–83	45–54	4–23	12–15	7	4	7
<i>Coccyganthe flos-cuculi</i> (L.) Fourr.	60–98	74–82	3–10	9–10	7	7	×
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	77–88	80–87	7–9	7–8	7	8	8
<i>Dactylis glomerata</i> L.	34–88	64–80	6–17	11–12	7	5	×
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	63–96	70–83	5–18	8–15	6	7	×
<i>Dianthus deltoides</i> L.	47–70	53–62	7–14	8–9	8	3	3
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	70–104	87–92	1–5	1–2	8	9	1
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	62–84	68–72	4–14	7–9	5	×	4
<i>Dryopteris expansa</i>	62–85	68–73	4–15	7–10	4	×	5
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	61–87	64–72	4–10	7–9	3	5	5
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	64–84	66–72	5–13	7–13	6	6	7
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	26–105	44–96	9–25	14–20	7	×	×
<i>Epilobium palustre</i> L.	88–93	88–93	8–11	10–11	7	9	3
<i>Equisetum arvense</i> L.	48–93	51–58	4–20	10–12	6	6	×
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	92–110	97–108	5–17	8–14	8	10	×
<i>Equisetum palustre</i> L.	82–100	87–92	6–12	7–9	7	8	×
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	61–78	64–72	7–10	8–9	5	6	7
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	70–86	75–77	4–9	6–8	3	7	5
<i>Erigeron acris</i> L.	28–64	38–50	5–15	7–11	9	4	8
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	68–100	89–91	1–7	2–3	7	9	2
<i>Festuca filiformis</i> Pourr.	48–80	53–59	2–12	4–7	7	4	3
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	47–94	59–77	7–20	11–15	8	6	×
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	65–99	80–92	6–16	8–13	7	8	×
<i>Fragaria vesca</i> L.	61–74	63–72	5–13	8–9	7	5	×
<i>Frangula alnus</i> Mill.	58–100	68–96	3–12	4–9	6	8	4
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	0–80	56–76	8–10	9–10	4	×	7

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Galium boreale L.</i>	46–83	60–69	5–21	9–12	6	6	8
<i>Galium uliginosum L.</i>	88–103	92–97	6–17	8–11	6	8	×
<i>Geranium palustre L.</i>	57–98	86–88	5–14	10–11	8	7	8
<i>Geranium pratense L.</i>	49–86	66–70	5–20	11–17	8	5	8
<i>Geranium sylvaticum L.</i>	59–77	65–69	6–11	7–9	6	6	6
<i>Geum rivale L.</i>	72–92	77–87	6–13	8–10	6	8	×
<i>Geum urbanum L.</i>	48–84	63–68	5–14	9–12	4	5	×
<i>Glechoma hederacea L.</i>	46–86	61–68	6–19	12–13	6	6	×
<i>Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm.</i>	68–87	76–83	5–10	6–7	3	6	4
<i>Hepatica nobilis</i>	70–72	70–72	5–8	5–7	4	4	7
<i>Heracleum mantegazzianum Somm. &amp; Levier</i>	47–86	63–65	8–19	12–16	9	6	×
<i>Hieracium umbellatum L.</i>	70–87	74–82	7–12	8–11	6	4	4
<i>Hierochloa odorata (L.) Beauv.</i>	36–88	76–84	4–17	8–15	6	9	4
<i>Humulus lupulus L.</i>	82–100	87–99	9–12	8–12	7	8	6
<i>Hyperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank &amp; C. Mart.</i>	74–104	92–103	6–17	7–15	4	6	3
<i>Hypericum perforatum L.</i>	44–78	49–74	6–12	7–11	7	8	7
<i>Impatiens noli-tangere L.</i>	80–97	87–95	8–11	9–11	4	7	7
<i>Iris pseudacorus L.</i>	96–107	103–105	7–20	8–19	7	9	×
<i>Juncus conglomeratus L.</i>	82–93	84–91	6–9	6–9	8	7	4
<i>Juncus effusus L.</i>	74–96	83–90	4–18	5–17	8	7	3
<i>Knautia arvensis (L.) Coult.</i>	34–74	45–55	4–20	8–12	7	4	×
<i>Lamium album L.</i>	61–71	63–69	7–12	8–11	7	5	×
<i>Lathyrus pratensis L.</i>	66–80	69–70	7–10	7–8	7	6	7
<i>Lathyrus vernus (L.) Bernh.</i>	47–87	66–82	6–17	10–14	4	5	8
<i>Leontodon autumnalis L.</i>	53–80	61–68	6–22	10–17	7	5	5
<i>Leontodon hispidus L.</i>	43–76	53–59	3–12	7–11	8	5	7
<i>Lepidium ruderales L.</i>	10–82	15–60	9–22	14–21	9	4	×
<i>Leucanthemum vulgare Lam.</i>	57–71	60–66	8–11	9–10	7	4	×
<i>Linaria vulgaris Mill.</i>	32–72	49–65	5–17	7–15	8	4	7
<i>Linnaea borealis L.</i>	68–86	71–78	3–8	5–6	5	5	2

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Lotus corniculatus L.</i>	20–86	59–70	5–25	15–18	7	4	7
<i>Luzula pilosa (L.) Willd.</i>	68–77	70–74	4–10	5–7	2	5	5
<i>Lycopodium annotinum L.</i>	58–84	68–74	3–7	5–7	3	6	3
<i>Lycopus europaeus L.</i>	76–105	95–103	7–17	13–15	7	9	7
<i>Lysimachia vulgaris L.</i>	76–106	88–93	5–18	12–13	6	8	×
<i>Lythrum salicaria L.</i>	62–107	95–104	5–22	11–15	7	8	6
<i>Maianthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt</i>	61–80	68–77	4–9	5–7	3	5	3
<i>Matteuccia struthiopteris (L.) Tod.</i>	79–83	79–83	7–8	7–8	5	8	7
<i>Melampyrum nemorosum L.</i>	48–84	66–70	3–11	6–9	5	4	6
<i>Melampyrum pratense L.</i>	53–77	64–73	3–9	4–5	×	×	3
<i>Melandrium album (Mill.) Garcke</i>	19–77	28–60	7–14	9–12	8	4	×
<i>Melica nutans L.</i>	51–74	52–70	5–8	6–7	4	4	×
<i>Melilotus albus</i>	28–74	54–58	5–15	11–13	×	×	×
<i>Melilotus officinalis (L.) Pall.</i>	23–86	36–65	7–24	12–18	8	3	8
<i>Mentha arvensis L.</i>	70–98	87–93	7–19	11–16	7	8	×
<i>Menyanthes trifoliata L.</i>	89–107	95–105	2–14	5–9	8	9	×
<i>Milium effusum L.</i>	63–82	69–77	7–9	8–9	4	5	5
<i>Molinia caerulea (L.) Moench</i>	55–105	74–87	53–102	80–100	7	7	×
<i>Myosotis palustris (L.) L.</i>	68–100	89–90	5–21	10–14	7	8	×
<i>Nardus stricta L.</i>	49–92	67–81	1–10	4–7	8	×	2
<i>Naumburgia thyrsoflora (L.) Reichenb.</i>	96–108	103–105	5–11	7–9	7	9	×
<i>Nuphar lutea (L.) Smith</i>	108–120	110–120	8–21	10–16	8	11	7
<i>Odontites vulgaris Moench</i>	24–87	64–70	4–13	7–9	6	5	7
<i>Orthilia secunda (L.) House</i>	51–86	71–82	3–8	5–7	4	5	×
<i>Oxalis acetosella L.</i>	63–84	70–74	4–10	7–9	1	5	4
<i>Oxycoccus palustris Pers.</i>	73–100	88–96	1–8	2–5	7	9	×
<i>Paris quadrifolia L.</i>	69–75	69–75	6–8	6–8	3	6	7
<i>Phalaroides arundinacea</i>	64–102	89–94	7–22	11–17	×	×	×
<i>Phegopteris connectilis (Michx.) Watt</i>	66–82	70–74	6–9	7–8	2	6	4

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Phleum pratense</i> L.	47–84	63–70	8–20	11–15	7	5	×
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	65–111	86–105	4–23	10–22	7	10	7
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	49–78	56–68	3–15	10–14	7	3	×
<i>Pinus sylvestris</i> L.	49–103	49–98	1–11	1–9	7	×	×
<i>Plantago lanceolata</i> L.	27–82	47–53	4–24	12–14	6	×	×
<i>Plantago major</i> L.	50–96	68–72	5–24	13–15	8	5	×
<i>Plantago media</i> L.	49–74	61–65	6–21	12–14	7	4	7
<i>Poa pratensis</i> L.	50–96	63–68	5–19	10–17	6	5	×
<i>Polygonum aviculare</i> L.	45–95	59–72	5–24	12–17	7	4	×
<i>Potamogeton natans</i> L.	105–120	106–120	4–12	7–10	6	11	7
<i>Potentilla anserina</i> L.	58–90	72–74	5–26	15–22	7	6	×
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	57–99	67–76	3–11	6–7	6	×	×
<i>Prunella vulgaris</i> L.	59–83	65–72	6–14	9–10	7	5	7
<i>Ptarmica vulgaris</i> Hill	67–87	74–77	7–14	11–14	8	8	4
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	49–80	54–77	2–12	2–9	6	5	3
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	63–77	66–74	7–10	8–10	4	6	8
<i>Pyrola rotundifolia</i>	60–74	68–72	5–8	6–7	4	6	5
<i>Ranunculus acris</i> L.	53–98	65–84	4–24	9–17	7	6	×
<i>Ranunculus repens</i> L.	70–95	80–89	7–22	10–19	6	7	×
<i>Rhinanthus minor</i> L.	41–82	50–67	7–17	9–12	7	×	×
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	74–98	75–95	1–8	1–5	9	8	2
<i>Rubus idaeus</i> L.	61–97	64–95	1–8	6–7	7	×	×
<i>Rubus saxatilis</i> L.	56–86	58–82	4–10	6–7	7	6	7
<i>Rumex acetosella</i> L.	54–96	61–70	5–15	10–12	8	4	2
<i>Rumex crispus</i> L.	49–96	78–88	6–22	17–18	7	7	×
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	87–104	89–96	7–20	11–18	6	8	4
<i>Scrophularia nodosa</i>	68–77	68–77	5–10	5–10	4	6	6
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	90–97	90–97	8–13	9–12	7	9	7
<i>Solidago virgaurea</i>	48–82	61–75	3–11	4–9	5	5	×
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	103–109	105–106	12–21	14–20	7	10	6
<i>Stachys palustris</i> L.	72–102	90–95	6–23	11–12	7	7	7
<i>Stellaria graminea</i> L.	47–74	49–56	7–17	9–14	6	4	4
<i>Stellaria holostea</i>	57–73	57–70	7–22	7–10	5	5	6

Виды растений	У (до 7 % ПП)	У (более 8 % ПП)	БЗ (до 7 % ПП)	БЗ (более 8 % ПП)	L	F	R
<i>Stellaria nemorum L.</i>	70–70	70–70	7–9	7–9	4	7	5
<i>Succisa pratensis Moench</i>	61–86	70–74	2–10	5–7	7	7	×
<i>Taraxacum officinale Wigg.</i>	32–87	64–66	6–23	13–18	7	5	×
<i>Thalictrum flavum L.</i>	60–96	75–84	5–16	9–11	7	8	8
<i>Trientalis europaea L.</i>	70–83	72–81	4–8	5–7	5	×	3
<i>Trifolium arvense L.</i>	53–87	58–72	4–22	9–18	8	3	2
<i>Trifolium hybridum L.</i>	59–94	65–68	6–21	12–21–	7	6	7
<i>Trifolium repens L.</i>	55–92	63–72	4–22	9–16	8	5	6
<i>Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz</i>	51–89	61–68	8–23	12–15	7	×	6
<i>Trollius europaeus L.</i>	60–80	68–70	7–9	8–9	9	7	6
<i>Urtica dioica L.</i>	67–94	80–89	8–13	9–12	×	6	7
<i>Vaccinium myrtillus L.</i>	62–92	68–88	2–8	3–5	5	×	2
<i>Vaccinium vitis-idaea L.</i>	58–89	61–83	1–9	2–6	5	4	2
<i>Veronica chamaedrys L.</i>	46–88	65–72	4–17	7–10	6	5	×
<i>Vicia cracca L.</i>	49–90	66–70	4–23	10–13	7	5	×
<i>Vicia sepium L.</i>	65–86	72–80	7–13	8–11	×	5	6
<i>Viola epipsila Ledeb.</i>	68–90	77–88	5–12	7–9	8	9	3
<i>Viola mirabilis L.</i>	58–77	70–72	5–10	7–8	4	5	8









## **П.4. Титульный лист отчета о прохождении учебной практики по биологии**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ОТЧЕТ  
о прохождении учебной практики по биологии  
на кафедре ГПЭБ в РГГМУ

Студента \_\_\_\_\_ формы обучения

\_\_\_\_\_  
(курс, группа)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Руководитель практики

\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, подпись)

Оценка по практике \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись, дата)

Санкт-Петербург 20\_\_

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ОТЧЕТ  
о прохождении учебной практики по биологии  
на кафедре ГПЭБ в РГГМУ

(ФИО, группа)	Оценка по практике	Руководитель практики (ФИО, подпись)

Санкт-Петербург 20\_\_

## П.5. Иллюстрации



Илл. 1. Суходольный косимый луг в окрестностях парка Сергиевка (станция Университет). Белый аспект купыря лесного *Anthriscus sylvestris*.



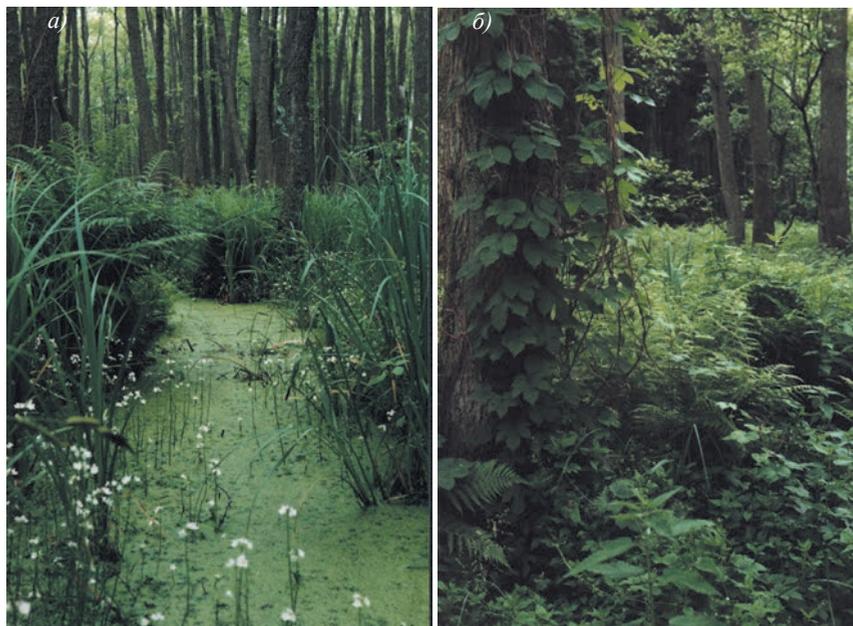
Илл. 2. Луговое сообщество центральной поймы в среднем течении р. Луга.



Илл. 3. Ельник черничный как типичный вариант леса в подзоне средней тайги (республика Карелия, Питкярантский район).



Илл. 4. Сосняк лишайниковый на ледниковой морене (Республика Карелия, Питкярантский район).



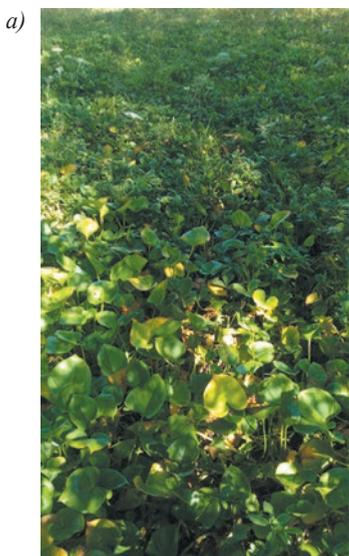
Илл. 5. Черноольховый лес: *а)* с гигрофильным разнотравьем в нижнем ярусе; *б)* с мезофильным разнотравьем, характерным для широколиственных лесов (Псковская область).



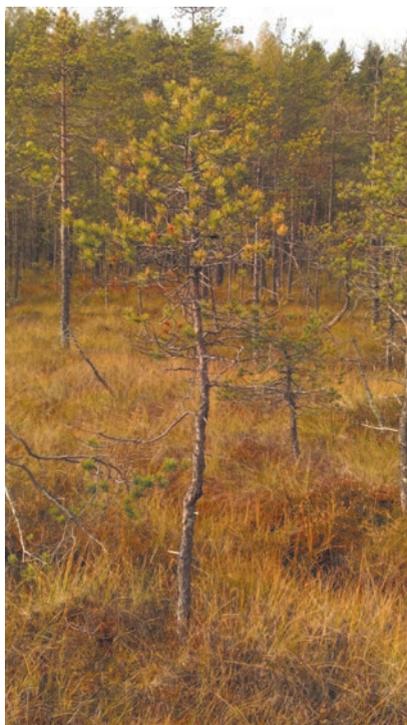
Илл. 6 (начало). Сосняки и последствия пожаров:  
*а)* состояние сосняка в год пожара (Республика Карелия, оз. Ниетъярви);



Илл. 6 (окончание). Сосняки и последствия пожаров: б) пожарная подсушина на стволе сосны, дважды попадавшей в зону пожара (Республика Коми, бассейн р. Пучко-ма); в) лишайник *Hurosenomyces scalaris* – индикатор старых пожаров в сосняках.



Илл. 7 (начало). Типы болот: а) низинное (присутствуют эвтрофные виды – *Calla palustris*, *Thypha latifolia*); б) переходное (присутствуют как эвтрофные – *Menyanthes trifoliata*, так и мезоолиготрофные виды *Vaccinium uliginosum*, *Eriophorum polystachion* и др.).



Илл. 7 (окончание). Типы болот: в) верховое (присутствуют олиготрофные кустарнички и болотная форма сосны лесной).



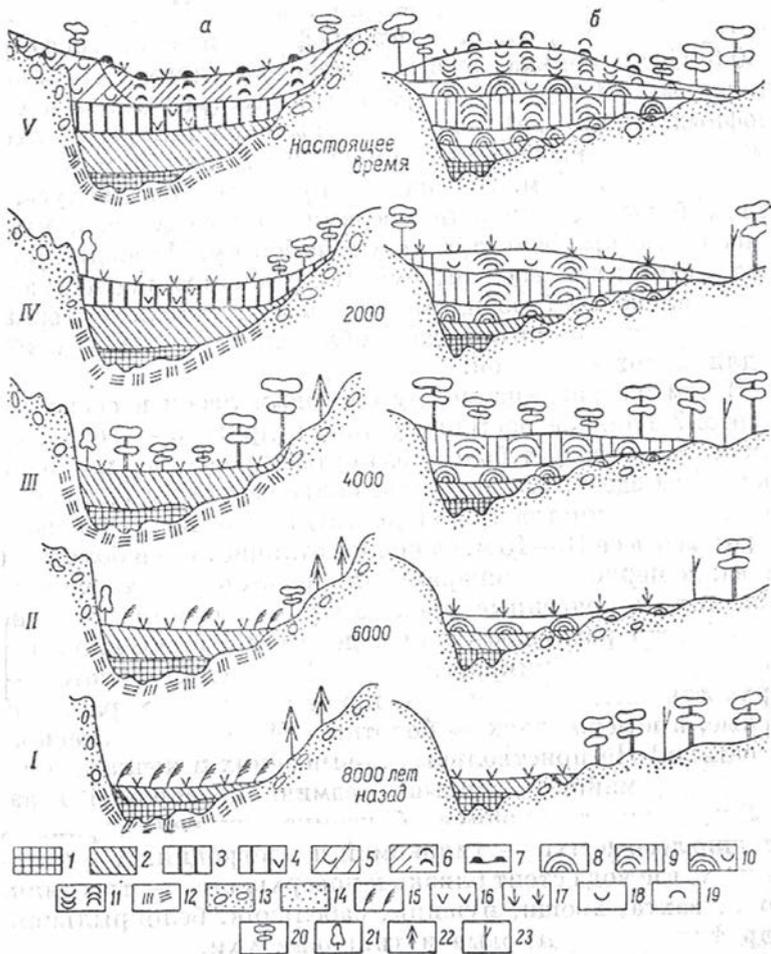
Илл. 8. Растение-сплавинообразователь – сабельник болотный *Comarum palustre*.



Илл. 9. Космоснимок верхового болота с грядово-мочажинным комплексом. По краю болота виден темно-зеленый контур из травянистой растительности – это наиболее обводненный и эвтрофный участок верхового болота (лаг), куда стекает вода с куполообразной центральной части болота. (Источник снимка – сервис Google maps.)



Илл. 10. Космоснимок аапа-болота. Заметны характерные гряды и мочажины поперек направления стока в межсельговом понижении, эвтрофный лаг по краю болота отсутствует. (Источник снимка – сервис Google maps.)



Илл. 11. Схема развития болот типов запа (а) и олиготрофного сфагнового грядово-мочажинного (б) [1]. I-V – стадии развития болот. 1 – сапрпель; 2–11 – торф (2 – низинный, 3 – переходный древесный, 4 – переходный древесно-осоковый, 5 – переходный осоково-сфагновый, 6 – вертикального напластования (под грядами – переходный сфагновый, под мочажинами – низинный осоковый), 7 – переходный сфагновый под кочками, 8 – верховой пушицевый, 9 – верховой древесно-пушицевый, 10 – верховой пушицево-сфагновый, 11 – верховой вертикального напластования (под грядами – сфагновый фускум, под мочажинами – сфагновый мочажинный)); 12 – глина; 13 – морена; 14 – песок, 15–23 – растения (15 – тростник, 16 – осоки, 17 – пушица влагалитшная, 18 – сфагны мочажинные олиготрофные, 19 – сфагны грядовые олиготрофные, 20 – сосна, 21 – береза, 22 – ель, 23 – сухостой деревьев).



Илл. 12. Гетерофилия подводных и надводных листьев у поручейника широколистного *Sium latifolium*.



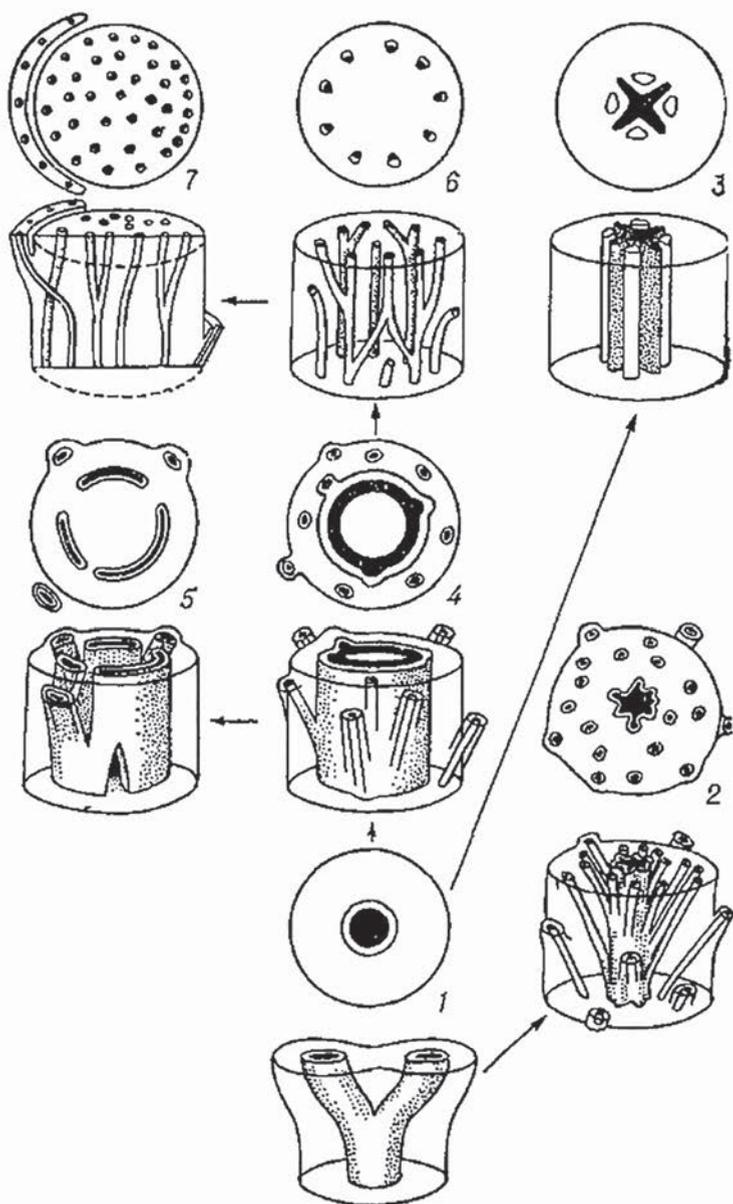
Илл. 13. Пояса прибрежно-водной растительности в речной старице (р. Юрас, Архангельская область). На переднем плане – плавающий гидрофит кубышка желтая *Nuphar luteum*, на втором плане – гидрофиты, корни которых располагаются в минеральном грунте, нижняя часть вертикально растущих побегов – в воде, верхняя – в воздушной среде: вех ядовитый *Cicuta virosa*, рогоз широколистный *Typha latifolia*, вахта трехлистная *Menyanthes trifoliata*.



Илл. 14. Типичный облик сообщества рудеральных растений. Преобладают малолетние виды, растительный покров слабо сомкнут.



Илл. 15. Сизый голубь *Columbo livia* – типичный вид скальных местообитаний, перешедший к гнездованию в каменных постройках и ставший синантропом.



Илл. 16. Типы стелы и их эволюция: 1 – протостела; 2 – актиностела; 3 – стела корня; 4 – сифоностела; 5 – диктиостела; 6 – эустела; 7 – атактостела; сопоставлены поперечные разрезы и трехмерные изображения. Ксилема показана черным [21].



Илл. 17. Орографическая схема Санкт-Петербурга и окрестностей. Масштаб 1:600 000 (Геологический атлас Санкт-Петербурга, 2009).



Илл. 18. Побережье Финского залива в лесопарке Тарховка.



Илл. 19. «Петровский» дуб в составе прибрежной экосистемы заказника «Северное побережье Невской губы».



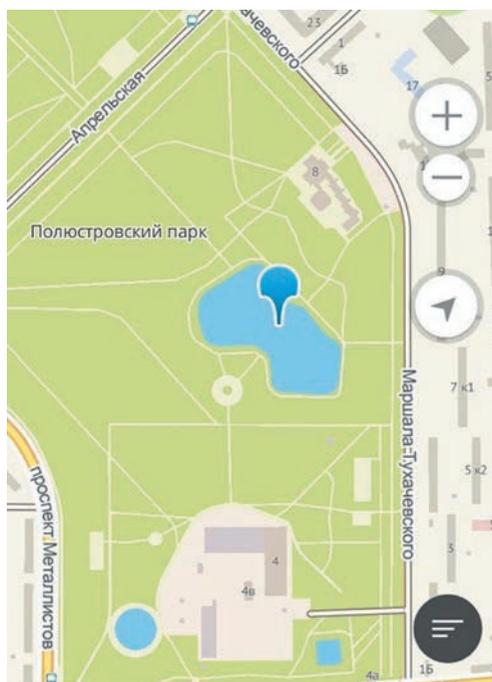
Илл. 20. Прибрежные травянистые сообщества из тростника *Phragmites australis* на территории заказника и вид на остров Верперлуда.



Илл. 21. Усадьба Лейхтенбергских на литориновом уступе.



Илл. 22. Болото, примыкающее к Кавголовскому озеру.



Илл. 23. Схема водоемов Полюстровского парка (источник – Яндекс.Карты).



Илл. 24. Центральный пруд Полюстровского парка. Фото 2013 г.



Илл. 25. Полюстровский парк.  
Центральный пруд, расположение станций отбора проб.



Илл. 26. Заросли тростника на центральном пруду в 2014 г. (а)  
и вид на том же месте по прошествии 6 лет после мелиорации, в 2021 г. (б)



Илл. 27. Круглый пруд (№ 1) в 2019 г.



Илл. 28. Квадратный пруд (№ 2) в 2019 г.



Илл. 29. Камеры Богорова разных объемов.



Илл. 30. Счетная камера Нажотта.

*Учебное издание*

**Гребенников И.Д.**  
**Мандрыка О.Н.,** канд. биол. наук  
**Глушковская Н.Б.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ ПО БИОЛОГИИ**

*Начальник РИО А.В. Ляхтейнен*  
*Редактор Л.Ю. Кладова*  
*Верстка М.В. Ивановой*

---

Подписано в печать 23.09.2022. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Times New Roman.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 8,625. Тираж 10 экз. Заказ № 1236.  
РГГМУ, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., 79.

---