

Институт экологии и природопользования

Т.В. Рогова
Г.А. Шайхутдинова
А.В. Павлов

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
для проведения полевой практики

Для студентов специальности 020801.65 – «экология»
и бакалавров направлений подготовки 022000.62 и 05.03.06
«Экология и природопользование»

УДК 574.3:581.5+591.5

Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института экологии и природопользования КФУ

Утверждено на заседании кафедры общей экологии ИЭИП КФУ
Протокол № 5 от 20.11.2014 г.

Авторы-составители: дбн, проф. Т.В. Рогова
кбн, доц. Г.А. Шайхутдинова
кбн, доц. А.В. Павлов

Редактор: дбн, проф. А.А. Савельев

Рогова Т.В., Шайхутдинова Г.А., Павлов А.В. Популяционная экология. Учебно-методическое пособие для проведения полевой практики. — Казань, 2015. — 63 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 020801.65 – «экология» и бакалавров направлений подготовки 022000.62 и 05.03.06 «Экология и природопользование», проходящих комплексную экологическую учебную практику.

Учебно-методическое пособие содержит подробное описание ряда практических работ по разделу практики «Популяционная экология», которые могут быть предложены студентам для выполнения под руководством преподавателя на полевом стационаре или для самостоятельного выполнения в полевых условиях. Приведены основные требования техники безопасности и правила поведения студентов на практике; характеристика мест традиционного проведения разделов практики; необходимые сведения и указания для выполнения работ.

© Рогова Т.В., Шайхутдинова Г.А., Павлов А.В. 2015
© Казанский университет, 2015

Содержание

Предисловие	4
Правила техники безопасности	6
Ландшафтно-экологическая характеристика районов проведения практики	11
Стационар «Раифа»	11
Стационар «Саралы»	18
Введение	22
Задание 1. Возрастная структура ценопопуляций растений	23
Задание 2. Половозрастная структура популяций животных на примере рептилий	37
Задание 3. Выживаемость, динамика популяционной и ценотической структуры лесных культур	45
Задание 4. Жизненность ценопопуляций древесных видов	46
Задание 5. Флуктуирующая асимметрия: оценка состояния популяций группы зеленых лягушек	50
Цитируемая литература	58
Литература, рекомендуемая для подготовки	61
Основная литература	61
Дополнительная литература	61

Предисловие

Основная цель летней комплексной учебно-полевой практики по экологии, проводимой на факультете географии и экологии по специальностям 013100 – «экология» и 013400 – «природопользование» после второго года обучения, — закрепление теоретических знаний, полученных в лекционных курсах и на практических занятиях по дисциплинам «Общая экология», «Экология растений», «Экология животных», а также приобретение практических навыков изучения экологических закономерностей структуры, распространения и динамики популяций и биотических сообществ.

В задачи раздела «Популяционная экология» входит натурное изучение популяций растений и животных, их определение и анализ их возрастного, полового и виталитетного состава, механизмов их становления, развития и динамики, адаптивной изменчивости по отношению к условиям существования. Наблюдение биологических явлений на популяционном уровне — составляющая комплексных биогеоценологических исследований, которая позволяет увидеть взаимосвязь и единство всех компонентов биогеоценоза, проанализировать отклик биоты на антропогенное воздействие.

Полевая практика по данному разделу состоит из ряда практических работ, рассчитанных на самостоятельное выполнение в составе небольшой группы (2-4 человека). Выбор места сбора материала и постановка задач работы определяется преподавателем. Планирование времени, отведенного на сбор полевого материала на стационарных модельных участках или маршрутах, на камеральную обработку фактического материала, подготовку и оформление отчетов, проводится самостоятельно. Каждая работа завершается защитой отчета.

Для студентов дневного отделения длительность полевой практики по разделу может составлять от трех (специальность 013400 – «природопользование») до десяти дней (специальность 013100 – «экология»).

Выездные летние учебно-полевые практики студентов факультета географии и экологии проходят на трех стационарах, два из которых в соответствии с договором о сотрудничестве с Волжско-Камским государственным при-

родным биосферным заповедником (ВКГПБЗ) находятся в Раифском и Саралинском лесничествах заповедника. Раздел экологической практики «Популяционная экология» традиционно проводится с выездом и проживанием на стационарах «Раифа» и «Саралы». Учитывая охранный статус районов проведения практики, работа студентов носит не только учебный, но и научный мониторинговый характер. Так, ежегодно на протяжении многих лет студенты участвуют в выявлении и оценке биоразнообразия природных комплексов заповедника, регистрируют находки редких видов, анализируют длительную сукцессионную динамику биогеоценозов. Материалы отчетов студентов сводятся в единую базу данных и передаются научному отделу заповедника, дополняя ежегодные «Летописи природы» ВКГПБЗ.

Студенты, завершившие прохождение практики по разделу «Популяционная экология», должны приобрести и закрепить определенные знания, умения и навыки. Среди них:

- умение ориентироваться в методах полевых популяционных исследований;
- практические навыки самостоятельного определения видов, их жизненности, возрастных и виталитетных состояний по полевым признакам в природе и при камеральной обработке коллекций;
- умение правильно вести полевой дневник и обрабатывать собранный фактический материал, применяя различные методы оценки популяционных характеристик;
- практические навыки использования приборов и оборудования, применяемого при выполнении полевых экспедиционных работ по профилю практики;
- навыки самостоятельной исследовательской работы;
- умение составлять отчетную документацию.

Правила техники безопасности

Практика является одной из форм учебного процесса. Во время прохождения практики студенты находятся под непосредственным руководством преподавателей. Инструктаж по технике безопасности проводится перед началом полевых работ, его прохождение фиксируется подписями студентов и преподавателя. Студенты, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к практике не допускаются. За несоблюдение правил техники безопасности студенту может быть отказано в дальнейшем прохождении практики.

Техника безопасности на практике предусматривает соблюдение следующих правил.

1. Во время прохождения практики на стационарах, при передвижении к месту практики (автомобильным, водным транспортом и проч.) и на маршрутах необходимо соблюдать дисциплину и правила безопасности поведения.

2. При выезде на практику студентам необходимо иметь при себе рабочую одежду, удобную обувь (в том числе, обязательно — резиновые сапоги) и теплые вещи. Учитывая необходимость работы на лесных участках необходимо иметь защитную одежду, средства защиты от клещей и гнуса, аптечку для оказания первой медицинской помощи.

3. При проживании на стационаре обязательно: соблюдать распорядок дня; правила личной и гигиены и санитарии; поддерживать чистоту и порядок на стационаре, в помещениях и рабочих местах; сохранять в чистоте и исправности оборудование и снаряжение. Особое внимание следует обратить на санитарное состояние кухни и кухонных принадлежностей. Необходимо проявлять осторожность при пользовании топорами, пилами, граблями, вилами и другими острыми и режущими предметами и инструментами. Запрещается их использование не по назначению и без необходимости.

4. Запрещается разводить без необходимости и без разрешения руководителя костры, пользоваться легковоспламеняющимися и взрывоопасными материалами, обогревательными приборами. Необходимо соблюдать правила пользования печами (не перегревать их, не оставлять горящую печь без присмотра и

т.д.).

5. В учебное время ходить на экскурсии разрешено только в сопровождении преподавателя. Самовольный уход с территории стационара в дневное и ночное время запрещается. Время, продолжительность и маршрут следования определяется преподавателем в зависимости от целей и задач учебного занятия.

6. Самостоятельная работа студентов вне стационара возможна при обязательном согласовании с преподавателем. При этом маршрут, время нахождения в лесу и характер выполняемой работы определяются индивидуально.

7. На маршруте следует соблюдать следующие правила поведения:

- на экскурсионных маршрутах не следует удаляться из поля зрения преподавателя, отставать от группы;

- в местах с развитой сетью автомобильных дорог необходимо соблюдать правила дорожного движения; при пешем передвижении по автодороге обязательно идти против движения транспорта;

- необходимо быть внимательным при движении по бездорожью, по пересеченной или лесистой местности, завалам, высокотравью, осыпям;

- при работе в оврагах с крутыми обрывистыми склонами передвижение должно производиться очень осторожно, особенно весной или после дождей; при передвижении и работе на осыпях запрещается без необходимости сбрасывать камни и отваливать неустойчивые глыбы;

- передвижение и работа на крутых склонах и осыпях в ночное время, в сплошном тумане, при сильных ветрах и во время дождя запрещены, так же как и хождение по кромке береговых обрывов;

- во время грозы нельзя находиться на возвышенных местах, под отдельно стоящими деревьями, в воде, близко от линий электропередач, громоотводов и т.п.;

- при переправах через реки вброд, место брода должно быть тщательно исследовано; выбор места брода и ответственность за переправу возлагается на старшего группы; переправа через реки по заломам и

поваленным деревьям запрещается;

- при передвижении по болотистой местности и работе на водных объектах необходимо остерегаться скрытых в воде или трясине острых пней, камней, коряг; «окна» в болотах, покрытые яркой сочной зеленью, а также другие опасные места следует обязательно обходить;

- во избежание солнечного удара в жаркие часы необходимо носить головные уборы;

- в целях предохранения от укусов змей и травм во время маршрутов не рекомендуется ходить в легкой открытой обуви;

- запрещается пить сырую воду из луж, ям и других природных водоемов;

- необходимо иметь с собой аптечку.

8. Купаться можно только с разрешения преподавателя, группами не менее трех человек. При купании следует остерегаться скрытых в воде камней, коряг и других предметов, представляющих опасность для здоровья. Купаться в нетрезвом виде и при недомоганиях категорически запрещено.

9. Пользование малыми плавсредствами (лодками, катамаранами и др.) без разрешения руководителя практики запрещается.

10. При получении небольших травм (царапин, ссадин и т.д.) следует немедленно применить обеззараживающие средства и наложить повязку. В случае получения опасных травм следует немедленно сообщить об этом руководителю и принять меры для оказания первой медицинской помощи.

11. В целях профилактики клещевого энцефалита рекомендуется производить ежедневный личный осмотр и проверку на наличие клещей, особенно по возвращении с маршрута.

12. В случае укуса змеи необходимо немедленно сообщить о случившемся преподавателю или другому ответственному лицу (сотруднику заповедника, инспектору, начальнику стационара и т.п.), оказать первую помощь и принять все меры для организации доставки пострадавшего на стационар или в ближайший населенный пункт. Сразу же после укуса в течение 5-10 минут наибо-

лее эффективной мерой является отсасывание яда из места укуса со сплевыванием удаленного экссудата. Яд в данном случае не опасен, поскольку разрушается под действием слюны. Способ противопоказан только при наличии свежих ран или ссадин на слизистой полости рта и губ. Кроме того, пострадавшему незамедлительно требуется введение какого-либо антигистаминного препарата (например, 1-2 таблетки «Супрастина») и обильное питье. Пострадавшего укладывают в тень, и по возможности создают режим, близкий к постельному. Укушенную конечность нужно фиксировать (как при переломах) и по возможности охлаждать область укуса. Дальнейшие меры зависят от состояния потерпевшего.

13. С целью предупреждения заболевания геморрагической лихорадкой (тяжелое инфекционное заболевание, передающееся человеку от мышевидных грызунов) продукты и посуду следует хранить в плотно закрывающейся и непроницаемой для грызунов таре. В случае порчи продуктов грызунами их уничтожают или подвергают термической обработке. Нельзя допускать загрязнения помещений остатками пищевых продуктов и оберточной бумагой, важно систематически проводить влажную уборку помещений. Каждому необходимо помнить и соблюдать правила личной гигиены. Нельзя ловить и брать грызунов в руки.

14. При проживании на стационарах, расположенных в пределах ВКГПБЗ, обязательно соблюдение правил заповедного режима, в соответствии с которыми запрещается:

- выходить за пределы территории, указанной в разрешении (разрешение выдается преподавателю с указанием списка студентов);
- находиться, проходить и проезжать посторонним лицам и автотранспорту вне дорог и водных путей общего пользования;
- осуществлять промысловую, спортивную и любительскую охоту, лов рыбы, иные виды пользования животным миром, за исключением специально разрешенных случаев;
- осуществлять любые действия, ведущие к нарушению поч-

венного покрова, растительных объектов, животного мира;

– собирать и заготавливать дикорастущие плоды, ягоды, грибы, орехи, семена, цветы и осуществлять иные виды пользования растительным миром, за исключением специально разрешенных случаев;

– собирать зоологические, ботанические и минералогические коллекции, кроме предусмотренных тематикой и планами научных исследований в заповедниках;

– осуществлять иную деятельность, нарушающую естественное развитие природных процессов, угрожающую состоянию природных комплексов и объектов, а также не связанную с выполнением возложенных на заповедник задач.

Ландшафтно-экологическая характеристика районов проведения практики

Стационар «Раифа»

Организатором базы «Раифа» еще в 70-х годах XX в. был профессор кафедры охраны природы и биогеоценологии КГУ В.А. Попов. Живописнейшие и богатейшие места Раифы и удобное расположение базы (квартал № 86) обеспечивает возможность проведения целого ряда комплексных научных работ по изучению состава, структуры и динамики биогеоценозов и их отдельных компонентов.

Территория Раифского участка ВКГПБЗ общей площадью 3450 тыс. га (рис. 1), административно находится в пределах Зеленодольского района РТ, а согласно природному районированию РТ (Бакин и др., 2000) располагается в пределах Западно-Казанского террасово-долинного района Восточноевропейских сосновых и широколиственно-сосновых подтаежных лесов на высоких надпойменных террасах Волги.

Рельеф и геоморфология. Раифский участок ВКГПБЗ ("Раифа") располагается в пределах Раифской низины, в основе которой лежит опустившийся и размывтый участок второй надпойменной (среднечетвертичной) террасы Волги. Причина террасированности заключается в различном литологическом составе и различных физических свойствах слагающих пород. А.С. Тайсин (1967) выделяет здесь несколько геоморфологических подрайонов.

1. Юго-восточный водораздельный подрайон расположен на высокой поверхности, где преобладает аккумулятивно-денудационный рельеф, осложненный формами затухающей эрозии на пологих склонах. Мезоформы — блюдцеобразные понижения суффозионного происхождения. Южная граница подрайона представляет собой уступ к первой надпойменной террасе.

2. Южный подрайон занимает южный склон Раифского понижения. В рельефе этой наклонной поверхности выражена некоторая ступенчатость. В северной части эти террасовидные ступени переходят в верхнечетвертичную и современную террасы рек Сумка и Сер-Булак. Почти вся территория сложена

сверху песками и супесями, подстилаемыми во многих местах легкими и средними суглинками. Мезо- и микрорельеф представлен балками, суффозионными котловинами и дюнами.

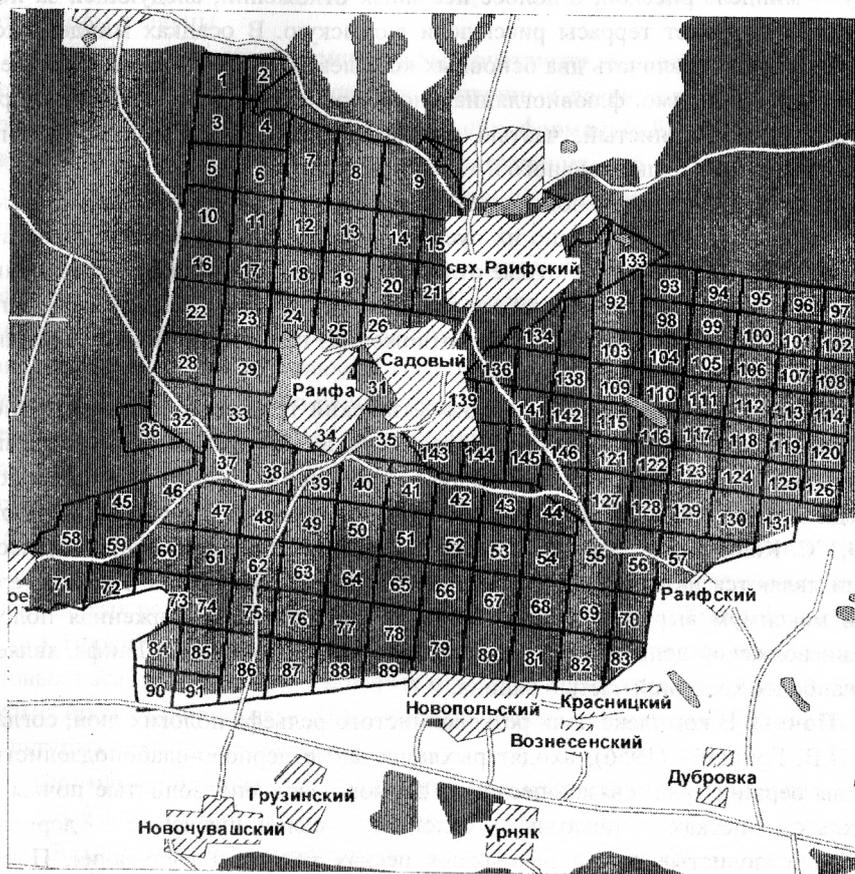


Рис.1. Схема Раифского участка ВКГПБЗ

3. Центральный подрайон — самые низкие части среднечетвертичной волжской террасы с вложенными в нее долинами современных рек. Рельеф типично аккумулятивный. Основные формы рельефа — долины рек, а также котловины относительно крупных озер. Детали рельефа образованы суффозионными котловинами и западинами, сравнительно слабо выраженными дюнами. В верхних слоях преобладают пески различного возраста — от современных до среднечетвертичных, среди которых встречаются прослойки и линзы суглинков.

4. Северо-восточный подрайон — локально опустившийся участок террасы Волги. Рельеф эрозионно-аккумулятивный, холмистый, характеризующийся чередованием останцовых возвышений с плоскими низинами. Детали рельефа

образованы ложбинами стока, дюнными холмами и междюнными котловинами эолового происхождения. Поверхность сложена главным образом песками, встречаются суглинистые и глинистые участки.

5. Северо-западный подрайон, представляет собой высокий участок среднечетвертичной террасы, на севере постепенно сливается с нижнечетвертичной террасой Волги. Рельеф слабоволнистый, с хорошо развитой балочной сетью. Мезо- и микрорельеф образуют резко выраженные дюны. Поверхность сложена песками и супесями.

По данным В.А. Полянина (1957), осадочные породы территории Раифы относятся к ранней и поздней формациям среднечетвертичного времени. А.П. Ильинский (1944), интерпретируя для Раифы данные геологической съемки Е.И. Тихвинской (1939), называет основную суглинистую часть верхней волжской террасы миндельской; супесчаную полосу, сменяющую ее к северу — миндель-рисской, в полосе песчаных отложений, следующей за ней далее, он выделяет террасы рисскую и вюрмскую. В осадках миндельской террасы можно различать два основных комплекса: нижний, преимущественно песчаный, видимо, флювиогляциального происхождения, и верхний, преимущественно глинистый, частью флювиогляциального и аллювиального, пролювиального, делювиального и эолового происхождения.

Современные (голоценовые) образования на территории Раифы слагают современные террасы рек, дно их русел и водотоков. Кроме этого, в составе их участвуют озерные и болотные отложения. Наиболее мощными из голоценовых осадков являются осадки вдоль долин рек Сумка и Сер-Булак. Слагаются голоценовые аллювиальные отложения преимущественно песчано-глинистыми осадками.

Климат. В пределах РТ Западно-Казанский террасово-долинный район отличается наибольшей увлажненностью — более 500 мм осадков в год. Зима продолжительная, умеренно морозная, с оттепелями. Лето умеренно теплое. Средняя январская температура —13,8°С, а средняя температура июля +19,1°С. Количество годовых осадков 509 мм. Наиболее дождливыми месяцами являются июнь, июль, август, часто сентябрь и октябрь. Незначительный мак-

симум выражен в июне и июле. Центральная пониженная полоса древневолжской депрессии, в пределах которой располагается Раифа, является наиболее холодной частью района.

Почвы. В комплекс почв резковолнистого рельефа пологих дюн, согласно П.В. Гришину (1956), входят рыхлопесчаные дерново-слабоподзолистые почвы вершин гряд, связанопесчаные дерново-среднеподзолистые почвы на рыхлых песках покатых склонов, связанопесчаные дерново-сильноподзолистые почвы на рыхлых песках котловин выдувания. Почвы резкохолмистого рельефа — рыхлопесчаные дерново-слабоподзолистые. Почвы относительно ровного рельефа — связанопесчаные дерново-слабоподзолистые на рыхлых песках, связанопесчаные слабоподзолистые на суглинках. Почвы, формирующиеся под сосняками чернично-мшистыми с елью и их производными насаждениями, преобладающими по площади на территории Раифы, представлены мощным песчаным подзолом на суглинке, песчаными дерново-сильноподзолистыми на суглинке и супесчаными дерново-слабоподзолистыми на песке. Почвы под широколиственными лесами, занимающими кварталы на северной и южной опушках Раифского участка — дерновые средне- и слабоподзолистые легкосуглинистые.

Растительность и животный мир. Интерес исследователей к природным комплексам территории Раифы, обусловлен как особенностями ее географического положения на южной границе подтаежных елово-широколиственных лесов, так и сохранившимся разнообразием растительности, флоры и фауны.

На небольшой территории Раифы сочетаются все основные формации южной тайги, смешанных и широколиственных лесов, а также практически весь спектр вторичных, производных от них, формаций. Ель и пихта находятся здесь на южной границе своего распространения, дуб — близко к северной границе ареала. Список сосудистых растений составляет 743 вида, относящихся к 100 семействам.

Выявляется более 60 растительных ассоциаций, принадлежащих 7 формациям, выделяемых по признаку доминирования в ведущем ярусе и наличию

диагностических видов в соподчиненных ярусах (Рогова и др., 2005). Формация сосновых лесов представлена ассоциациями лишайниковыми в условиях сухих экотопов, бруснично-чернично-зеленомошными на достаточно увлажненных почвах и сфагновыми на переувлажненных субстратах. На плодородных почвах в сосняках сложных наряду с основной породой участвуют в составе древостоя и широколиственные виды – *Tilia cordata* и *Quercus robur*. Для **сосновых насаждений** Раифы в большей или меньшей степени характерно участие ели (*Piceae fennica*) и сопутствующих ей бореальных видов травянистых растений (*Linnaea borealis*, *Pyrola rotundifolia*, *Trientalis europeae* и др.). Наряду с коренными широко распространены и производные типы сосновых насаждений, к числу которых отнесены сосняки вейниковые (*Calamagrostis epigeios*), орляковые (*Pteridium aquilinum*), малиновые (*Rubus idaeus*) и культуры сосны различного возраста.

Формация еловых лесов представлена небольшими фрагментами производных насаждений, площадь которых в целом по лесничеству не превышает 30 га. Нередки на территории Раифы культуры ели (*Piceae abies*). Формация ельников Раифы представлена двумя группами ассоциаций, существенно отличающихся друг от друга, как по составу древостоя, так и травостоя. Первая группа представлена ельниками неморального происхождения (ельниками сныте-пролесниковым, волосисто-осоково-снытевым, кислично-неморальным, страусниковым, крапивным), характеризующихся преобладанием видов неморальной свиты, вторая – представлена ельниками (ельниками вейниковым и костяничным преимущественно с участием сосны и липы), небольшими фрагментами, отмечающимися в массивах сосновых чернично-мшистых лесов.

Дубовые насаждения, в прошлом более широко распространенные на серых лесных почвах в южных кварталах Раифы, сохраняются лишь в пределах квартала № 80. Несмотря на выраженный распад ценообразующей популяции дуба, состав образующей фитоценоз флоры сохраняет черты типичного неморального комплекса, характерного для липово-дубовых лесов подтаежной зоны.

Широко распространена **формация липовых насаждений** различной типологии, большей частью производных на месте коренных елово-

широколиственных и широколиственных дубовых лесов: липняк снытевый с дубом, сныте-пролесниковый с елью, страусниково-пролесниковый с елью, страусниково-крапивный с елью и дубом, пролесниково-крапивный с елью и дубом, снытево-крапивный с дубом, елью и березой, волосисто-осоковый с елью, костянично-снытевый с елью и сосной. Эколого-биологические особенности липы определяют усиление ее позиций в ходе сукцессионных изменений коренных типов лесных насаждений. Успешно конкурируют под пологом липового леса с основными ценозообразователями – снытью и пролесником, нитрофильные виды – крапива двудомная и малина обыкновенная, что свидетельствует об усилении процесса синантропизации растительного покрова.

Под воздействием рубок и пожаров дигрессивно-демутационные изменения коренных и условно-коренных лесных насаждений привели к формированию коротко-производных насаждений из березы бородавчатой (*Betula verrucosa*) и осины (*Populus tremula*). Лишь ассоциация **березняков сфагновых**, занимающих экотопы повышенного увлажнения, представляет коренные природно обусловленные ценогические комплексы, состав и структура флоры которых близки к флоре сосняков пушицево-сфагновых. **Березняки костяничный, малиновый, вейниковый, орляковый с сосной и елью** сформировались после рубок и пожаров на месте сосняков с елью зеленомошного ряда. **Березняки корневищно-осоковые с сосной, елью и липой** сформировались на месте сосново-широколиственных с елью подтаежных лесов. **Березняки неморальной группы**, сформировавшиеся на месте дубовых и липово-дубовых лесов, широко распространены в южной части лесничества и представлены ассоциациями березняков снытевых, хвощево-снытевых, пролесниковых, волосисто-осоковых и крапивных. Разнообразие **осинников** Раифского участка ВКГПБЗ, произрастающих на богатых увлажненных почвах сводится к следующим основным ассоциациям: осинники снытевый, пролесниковый и волосисто-осоковый с липой и елью, осинники вейниковый и малиновый с сосной и елью.

Формация ольховников представлена **ольховником пойменно-разнотравным**. В составе древостоя ольховников отмечают вяз, осина, бере-

за, а в напочвенном покрове наряду с гигрофильными видами (*Lysimachia vulgaris*, *Scirpus sylvestris*, *Caltha palustris* и др.) представлены неморальные виды, и получают распространение виды рудеральной флоры, проникающие на территорию заповедника по поймам рек с речным стоком.

К производным типам на месте коренных лесных насаждений относятся различные ассоциации **формации лугов**. Суходольные луга, отмечающиеся отдельными фрагментами среди лесных насаждений различной типологии, включают в свой состав виды различных эколого-ценотических групп с преобладанием светолюбивых лесолуговых и луговых видов. Неморальные виды, включая и проростки древесных видов, также отмечаются в луговых травостоях, в то время как бореальные виды крайне редки. В долинах малых рек и водотоков в условиях длительного слабо проточного или застойного увлажнения формируются разнотравно-осоковые болота, существенно отличающиеся по составу флоры от верховых и полуверховых сфагновых болот Раифы.

В пределах Раифского участка доминируют таежные элементы фауны. Здесь проходит южная граница ареалов красной полевки и летяги. Большой суслик обитает в охранной зоне заповедника в полях, на выгонах, по склонам балок, где встречается ежегодно. Очень редка рысь — единственный представитель кошачьих, еще реже сюда заходит бурый медведь. Птиц 176 видов. Онитофауна ярко демонстрирует смешение фаун тайги (глухарь, рябчик, мохноногий сыч длиннохвостая неясыть, глухая кукушка, трехпалый дятел, певчий дрозд, снегирь, кедровка и др.), широколиственных лесов (клинтух, зеленый и белоспинный дятлы, черный дрозд, мухоловка-белошейка и др.), степей (перепел, серая куропатка, обыкновенная пустельга, полевой лунь, сизоворонка, удод, полевой жаворонок, луговой чекан, каменка), с примесью луговых азиатских видов (овсянка-дубровник). Из герпетофауны здесь редко, но встречаются медянка и обыкновенная гадюка. Ихтиофауна Раифского участка включает 14 видов рыб, в том числе 9 видов карповых. Только здесь обитают вьюн и щиповка.

Из беспозвоночных отмечены: дождевые черви — 7 видов, панцирные клещи — 73 вида, двупарноногие многоножки — 6 видов, ногохвостки — 19

видов, наземные моллюски — 9 видов. Из крупных насекомых во всех типах лесных формаций преобладают жуки — около 20-25 видов.

Стационар «Саралы»

Стационар «Саралы» расположен в пределах Саралинского участка ВКГПБЗ (кв. № 61) в 50 км южнее города Казани. Территория Саралинского участка общей площадью 4170 га (рис. 2), административно входит в состав Лаишевского района РТ, а по природному районированию РТ (Бакин и др., 2000) располагается в Волго-Мешинском террасово-долинном районе семигумидных Восточноевропейских сосново-широколиственных и сосновых, частично остепненных травяных лесов. Кроме суши, в состав этого участка заповедника включена также прибрежная полоса акватории Куйбышевского вдхр. шириной в 500 м.

По физико-географическому положению данная территория занимает южную часть Волжско-Камско-Мешинского междуречья, образуя омываемый с трех сторон водами Куйбышевского водохранилища полуостров. Его длина составляет около 20 км, ширина варьирует в пределах 5-10 км. Рассматриваемый полуостров образовался в результате затопления водами Куйбышевского водохранилища и первой надпойменной террасы Волги, Камы и Меши (Дедков, 2002).

Рельеф и геоморфология. Рельеф Саралинского участка отличается значительным колебанием высот – от 50 до 140 м. В целом в рельефе полуострова четко выделяются три высотных уровня, соответствующие трем разновозрастным террасам Волги. Самая нижняя (II надпойменная) терраса окаймляет со всех сторон Саралинский полуостров и подтоплена водами водохранилища, в результате образуя многочисленные острова и полуострова с относительными высотами от 3 до 7 м (высота н.у. моря 56-60 м). Исключением служит остров Большой, высота вершин песчаных дюн которого достигает 20 м над уровнем водохранилища, являя собой максимальную относительную высоту в пределах II надпойменной террасы всей Средней Волги. Остров Орнитологический, согласно описаниям (Полянин, 1957; Дедков, 2002), имеет типичную для II над-

пойменной террасы структуру и имеет делювиальное (либо аллювиально-делювиальное) происхождение. Терраса, образующая остров Большой, опять же по особенностям рельефа и геологической структуры имеет anomальное строение: высокие дюны, сложенные кварцевыми песками, раскинулись

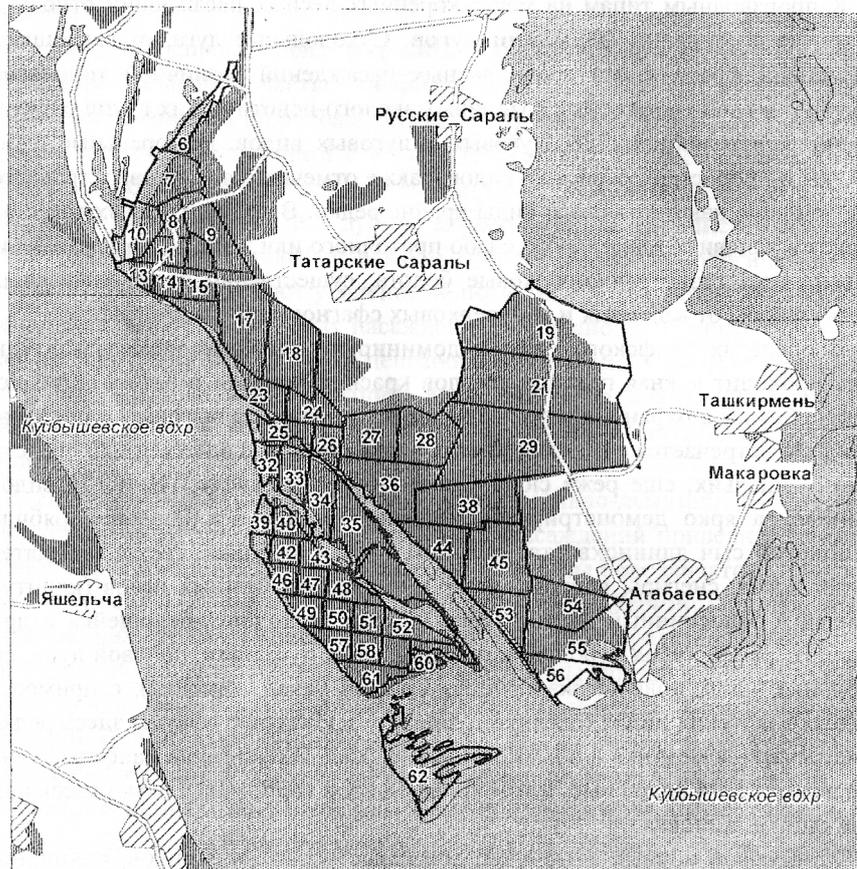


Рис. 2. Схема Саралинского участка ВКГПБЗ

неширокой полосой по левому берегу реки Волги, выше впадения в нее р. Кама.

Климат. Климатические условия Волго-Мешинского террасово-долинного района достаточно типичные для Предкамья: средняя годовая температура $+3,1^{\circ}\text{C}$; средняя температура января $-13,5^{\circ}$, июля $+19,6^{\circ}$; за год выпадает 470 мм осадков; годовой гидротермический коэффициент $-1,3$, а за летний период $-0,65$. Влияние водохранилища сказывается лишь на изменение микроклимата прибрежной зоны, которое проявляется в среднем на удалении до 5-6 км от берега водохранилища. Климат вновь образованных побережий стал более «морским», — для него стали характерны меньшие амплитуды тем-

пературы и влажности воздуха, большая скорость ветра, сдвиг экстремумов суточного хода метеорологических элементов. «Выравнивающее» действие Куйбышевского водохранилища на микроклимат прибрежной полосы определенным образом влияет на растительность и животный мир побережья. Наиболее четко это влияние проявляется в непосредственной близости к берегу.

Почвы. На низких террасах Волги и в долине Камы преимущественно распространены дерново-средне- и слабоподзолистые суглинистые, супесчаные и песчаные почвы. На плакорных участках высоких надпойменных террас формируются серые и светло-серые лесные почвы. Фрагментарно отмечаются дерново-карбонатные и болотные почвы.

Растительность и животный мир. Саралинский участок на 91% покрыт лесом. Флора заповедника насчитывает 502 вида сосудистых растений, фауна насчитывает около 300 видов.

Плакорные и склоновые поверхности высоких террас заняты липово-сосновыми костянично-снытевыми и сосновыми с липой (во втором ярусе) бруснично-костянично-снытевыми лесами. Возвышенные участки террас заняты липово-дубовыми пролесниково-снытевыми и волосистоосоково-снытевыми насаждениями. В условиях сухих песчаных почв крутого уступа третьей террасы формируются сосняки остепненные с дубом и на скрытоподзолистых песчаных почвах высоких грив гряды — сосняки лишайниково-остепненнотравяные. Поверхности низких террас заняты сосняками лишайниково-мшистыми, бруснично-чернично-мшистыми, сосняками с липой бруснично-костянично-снытевыми. В выровненных понижениях формируются липняки с сосной осоково-снытевые и кленовики с сосной костянично-снытевые. На возвышенных прирусловых гривах первой террасы фрагментами сохранились дубравы с липой, вязом и ольхой костянично-снытевые с кирказоном. В прирусловой части террасы произрастают ивняки с осокорем влажнотравно-ежевиковые. Болота осоково-разнотравные с березой пушистой и иногда мелкими дернинами сфагновых мхов формируются в низких бессточных котловинах и на песчаных почвах второй террасы в сочетании с сосновыми насаждениями.

Широко распространены вторичные насаждения, образованные березой и осиной. Виды степной флоры характерны здесь для опушек леса, — например, склоны «Лысой горы», покрытые зарослями степной вишни и ковыля. Сильным препятствием для формирования растительности на абразионных берегах является непрерывно происходящая их переработка. В связи с этим водная растительность получает возможность для развития только у берегов, защищенных от действия волн, в протоках и заливах.

В фауне Сараловского участка меньше таежных элементов, чем в Раифе, современный состав фауны во многом находится под влиянием Куйбышевского водохранилища. Затопление поймы в 1956–1957 гг. послужило причиной почти полного уничтожения пойменных популяций мелких млекопитающих, рептилий и амфибий. Формирование популяций животных, обитающих на берегах водохранилища, шло, в основном, за счет обитателей материковой террасы. Здесь отмечается более высокая численность енотовидной собаки, благоприятные условия для кабана. Из птиц на Саралинском участке отмечено 153 вида. Преобладающие из них - зяблик, лесной конек, обыкновенная овсянка и др. На обсыхающих мелководьях водохранилища гнездятся 29 видов птиц. Здесь больше водных, околоводных и дневных хищных птиц, а также мигрантов. Саралинский участок наряду с сопредельными биотопами составляет основу третьей в мире по численности популяции орлана-белохвоста. Из 17 видов герпетофауны Татарстана здесь отсутствует только степная гадюка. Ихтиофауна включает 28 видов рыб: 17 видов карповых, из них по численности более 66% — плотва, густера и чехонь. Из осетровых в акватории сохранилась только стерлядь. Тюлька, пелядь и снеток появились после образования системы волжских водохранилищ.

Введение

Популяция, являясь элементарной единицей эволюционного процесса, определяется как группа особей одного вида, занимающих определенное пространство и способных обмениваться генетической информацией. Популяция обладает рядом признаков. Некоторые из этих признаков можно отнести к категории «биологических и экологических особенностей», которые популяция разделяет со всеми составляющими ее организмами (например, наличие определенного жизненного цикла, отношение к факторам среды – теплу, влажности и др.); другие характеризуют «групповые особенности», служащие уникальными характеристиками группы (численность, плотность, рождаемость, смертность, выживаемость, возрастная и половая структура, характер распределения в пределах местообитания и т.п.).

В зависимости от задач исследования по размерам занимаемой популяцией территории и степени связи между особями различают элементарные (локальные), экологические и географические популяции. *Локальная* популяция — элементарная группировка особей, характеризующаяся практически полной панмиксией (свободным скрещиванием) и занимающая небольшой однородный участок, часть биогеоценоза. *Экологическая популяция* — совокупность пространственно смежных элементарных популяций, как правило, приуроченных к одному типу местообитания (биотопу) и одному биогеоценозу. *Географическая популяция* — совокупность групп пространственно смежных экологических популяций в географически однородных условиях существования. При рассмотрении популяций растений выделяют *ценопопуляции* — совокупности особей растений одного вида, обитающих в одном фитоценозе (растительном сообществе). При ландшафтно-экологических исследованиях целесообразно выделять *метапопуляции*, как совокупности локальных популяций, связанных в единую систему миграцией особей. В составе метапопуляции различают основные популяции, в которых воспроизводство превышает смертность, и упадочные популяции, которые характеризуются высокой смертностью и поддержанием численности за счет иммиграции.

Важным условием существования популяций является их толерантность к факторам среды. Динамические и структурные характеристики популяций служат хорошими индикаторами экологических факторов, их изучение позволяет оценить комплекс условий местообитания, динамические процессы в сообществах, интенсивность антропогенного воздействия на экосистемы.

Задание 1. Возрастная структура ценопопуляций растений

Онтогенез — индивидуальное развитие организма. Растения являются модулярными организмами, поэтому особенностью онтогенеза некоторых видов является жизнь не только одной особи, а нескольких поколений особей. Онтогенез растений определяется как «последовательность всех этапов развития особи до ее смерти или до полного отмирания всего вегетативного потомства особи» (Смелов, 1937). Расчет абсолютного возраста особей в таких случаях затруднителен. Поэтому прибегают к определению возрастных (или онтогенетических) состояний (табл. 1).

Таблица 1.

Периодизация полного онтогенеза растений

(Работнов, 1950; Уранов, 1975)

Периоды	Возрастные состояния
1. Латентный	Сформировавшиеся и отделившиеся семена или нераскрывающиеся односемянные плоды
2. Прегенеративный	Проросток Ювенильное Имматурное Виргинильное
3. Генеративный	Скрытогенеративное Молодое генеративное Средневозрастное генеративное Старое генеративное
4. Постгенеративный	Субсенильное Сенильное Отмирающее

Возрастная структура (возрастной спектр) популяций — соотношение в популяции особей разных возрастных групп. По характеру возрастных спектров выделяется три модельных типа популяций:

- инвазионные — внедряющиеся популяции, в которых преобладают особи прегенеративного периода (ювенильные, виргинильные);
- гомеостатические — стабильные популяции, в которых представлены все возрастные группы;
- регрессивные — вымирающие популяции, в которых преобладают особи постгенеративного периода (старческие).

Цель: Изучить особенности формирования возрастной структуры ценопопуляций хвойных и/или смешанных хвойно-широколиственных лесов в соответствии с пространственным градиентом локальных местообитаний.

Оборудование: бечевка для ограничения пробной площади (длиной не менее 150 м), мерная лента, рулетка или мерная вилка, эклиметр, рамка 1 x 1 м, полевой дневник.

Порядок выполнения задания

1. Заложить пробные площади для выявления возрастной структуры популяций видов древесного и травянистого яруса лесного фитоценоза. Собрать необходимые полевые данные, характеризующие состояние популяций.

Для изучения возрастной структуры популяций древесных видов закладывают пробную площадь размером 50 x 50 м (0,25 га) в пределах фитоценоза определенного типа. Для изучения возрастной структуры популяций видов травянистого яруса и для учета количества всходов древесных растений в пределах основной пробной площади дополнительно закладывают учетные площадки размером 1 x 1 м («площадки Раункиера») в количестве не менее 40-50 шт., располагая их в шахматном порядке по диагонали основной площади. В пределах основной учетной площади и площадок Раункиера оценивается абсолютный возраст либо возрастное состояние каждой особи исследуемых видов, для чего используют специальные ключи – характеристики онтогенетических со-

стояний вида (приведены ниже). При заложении метровых площадок фиксируются локальные особенности местообитания (характер микрорельефа, мозаика световых и затененных участков и т.п.).

Для получения достоверных результатов количество особей каждого вида в учете не должно быть менее 100 (при необходимости требуемый объем данных добирается с сопредельных с основной площадью территорий). Все материалы учетов фиксируются в полевом дневнике.

2. Провести камеральную обработку полевых материалов. Рассчитать среднюю плотность популяций (выявленная численность популяции, отнесенная к площади учета). Построить графики возрастных спектров популяций древесного и травянистого яруса. Обобщение первичных данных, характеризующих состояние видов травянистого яруса, и построение их возрастных спектров вести с учетом отмеченных локальных особенностей местообитания.

3. Оценить особенности возрастной структуры популяций. Выявить типы популяций по характеру возрастных спектров и дать прогнозное заключение о состоянии популяций и фитоценоза в целом.

4. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Далее приведены основные критерии оценки онтогенетических состояний некоторых видов-ценозообразователей хвойных и/или смешанных хвойно-широколиственных лесов.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) — вечнозеленое дерево первой величины семейства сосновые (*Pinaceae*), мезофанерофит. Высота до 35 м. Ствол прямой, ровный, крона в молодом возрасте пирамидальная, позже широко-ракидистая. Хвоинки на коротких побегах сидят парами или по пять, на длинных побегах расположены спирально, жесткие, не опадающие на зиму. Цветет в мае, шишки созревают за 2-3 года. Однодомное, анемофил, анемохор, очень светолюбивое растение, ксерофит-гигрофит, олиготроф. Регрессивный эдификатор лесных сообществ. Живет до 350-400 (600) лет.

Для сосны характерен акротонный тип побеговой системы: боковые побе-

ги формируются из почек, сосредоточенных на верхушке материнского побега. Такой характер нарастания годовых побегов, позволяет определять абсолютный возраст молодых особей по количеству мутовок (плюс 3-4 года). Для взрослых особей сосны указанный способ определения возраста неудобен, т.к. сильное преобладание роста главной оси и интенсивное разрастание кроны приводит к торможению роста нижних побегов и очищению ствола от нижних сучьев.

Характеристика возрастных состояний сосны обыкновенной (по И.Г. Серебрякову, 1962; Диагнозы и ключи..., 1989).

Проростки. Побег с 4 - 8 (чаще 6) семядольными листьями. Семядоли линейные слабо трехгранные, слегка изогнутые, зеленые. Подсемядольная часть иногда красноватая, до 3-4 см длиной. Может образовываться надсемядольная часть высотой 4-6 см, на которой спирально располагаются единичные линейные листья ювенильного типа.

Ювенильные. Одноосный неветвящийся побег, высотой в среднем 12 см. Начинают формироваться боковые укороченные побеги с хвоинками взрослого типа. Корневая система поверхностно-стержневая. При хорошем освещении состояние длится не более 3 лет.

Имматурные. На главной оси появляются удлиненные боковые побеги 2-3-го (реже - 4-го) порядков и начинает формироваться крона. Общая высота растения 17-98 см, диаметр кроны 7-63 см, протяженность облиственной части до 88 см. Средний возраст особей составляет 5-6 лет.

Виргинильные. Моноподиально нарастающая одноствольная крона широко веретеновидной формы с острой вершиной. Порядок ветвления в побеговой системе 4-й, реже 5-й. Особи почти полностью сформированы и готовы к плодоношению. Очищение ствола от нижних сучьев достигает 2 м. Длительность состояния от 2 до 15 лет.

Молодые генеративные. Семяношение необильное и нерегулярное. Правильная островершинная коническая крона, от основания и до верхушки которой хорошо прослеживается главная ось. В основании ствола появляется корка. Средняя высота 5,5-24 м; средний диаметр ствола 9-36 см; диаметр кроны 2-7

м, протяженность до 11 м. Порядок ветвления в побеговой системе 5-8. Ствол очищается от нижних сучьев до высоты 13 м. Состояние длится в среднем до 60-тилетнего возраста.

Средневозрастные генеративные. Максимальное семяношение. Крона куполообразная из-за ослабления интенсивности роста главной оси, которая в верхней части кроны теряется среди боковых ветвей. Во внутренней части кроны идет отмирание более слабых и тонких ветвей, сохраняются лишь наиболее сильные сучья. Нарастание побеговой системы в кроне меняется на симподиальное, с увеличением порядка ветвления до 7 – 9-ти. Средний радиус корневой системы 8 – 10 м, отдельные корни достигают 12 – 14 м.

Старые генеративные. Крона плосковершинная, из-за прекращения роста в высоту или подсыхания и отмирания верхней части ствола. В кроне появляются отмершие крупные сучья. Порядок ветвления побеговой системы 8-9. Общие размеры достигают максимальных: средняя высота 28 м, диаметр ствола 136 см, диаметр кроны 12 м. Протяженность трещиноватости корки ствола достигает 12 м. Длительность этого периода может быть более 100 лет.

Сенильные и отмирающие. Засыхающие и сухостойные деревья.

Ель финская (*Picea x fennica* (Regel) Kom.) — вечнозеленое дерево первой величины семейства сосновые (*Pinaceae*), мезофанерофит. Высота до 40 м. Дерево с узкой пирамидальной, часто многовершинной кроной. Хвоинки расположены поодиночке на удлинённых побегах, 4-хгранные, острие несколько сплюснутое, листовые следы с подушечками. Шишки свисающие, опадающие целиком. Цветет в мае-июне. Однодомное, анемофил, анемо- и зоохор, теневыносливое, мезофит, вид относительно требовательный к минеральному богатству почв, сильный подзолообразователь. Прогрессивный эдификатор лесных сообществ, в то же время антропогенно-регрессивный. Доживает до 250-300 (570) лет. В молодости растет очень медленно, с (5) 10 лет и в среднем возрасте — быстро, в возрасте 100-120 лет прирост заметно падает.

Характеристика возрастных состояний ели финской (по И.Г. Серебряко-

ву, 1962; Диагнозы и ключи..., 1989).

Проростки. Побег с 7-8 семядольными листьями игловидной формы и верхушечной почкой. При благоприятных условиях уже в первый год формируется надсемядольная часть длиной до 1,5 см с первыми хвоинками ювенильного типа, тонкими, длиной до 1 см, округлыми в сечении и часто расположенными. Корневая система стержневого типа.

Ювенильные. Одноосный побег с верхушечным приростом 2-5 см. Семядоли отсыхают, хвоя ювенильного типа. Корневая система стержневая, состоит из главного и боковых корней. Длительность состояния – 1-2 года.

Имматурные. Побег ветвящийся. Порядок ветвления кроны 2-4-го (до 5-го) порядка. Крона вначале зонтиковидной формы, редкая с хвоей ювенильного типа, постепенно становится симметрично развитой, хорошо охвоенной плоскими теневыми взрослыми хвоинками. На долю кроны приходится 43-85% от общей высоты дерева. В кроне могут начать отмирать нижние веточки. Тип нарастания ствола преимущественно моноподиальный, прирост составляет 0,5-3 см в год и примерно равен годичному приросту нижних ветвей. Корневая система поверхностно-стержневого типа.

Виргинильные. Характерно резкое ускорение роста в высоту: величина верхушечного прироста превышает боковой в 2-5 раз, достигая 30-76 см. Крона узкопирамидальная, симметричная, составляет 63-88% высоты дерева, порядок ветвления 6-8. Хвоя в верхней части кроны световая и полусветовая, в нижней – теневая. На нижних скелетных ветвях формируются побеги вторичной кроны 3-го порядка, которые составляют 1-20% от общей длины охвоенных побегов. Число «мертвых» мутовок в нижней части кроны 7-19. Нижняя часть ствола начинает очищаться от сухих сучков, высота очищения достигает 50 см. Растрескивается корка на стволе. Период длится в среднем до 30-тилетнего возраста.

Молодые генеративные. Семяношение необильное и нерегулярное. Шишки появляются в верхней части кроны. Количество мутовок усохших ветвей 9-19, ствол очищается от сучьев на высоту до 70 см. Высота трещиноватости корки ствола достигает 0,4-1,6 м.

Генеративные средние. Максимальная способность к семяношению. Шишки появляются во всех частях кроны. Рост ствола вверх замедляется (верхушечный прирост 7-60 см). Крона пирамидально-цилиндрической формы, порядок ветвления достигает 9-ти. «Проснувшиеся» побеги начинают доминировать в кроне, их доля достигает 80%. Количество мертвых мутовок 5-19, крона от общей высоты дерева составляет 69-93%. Высота очищенного от сухих веток ствола до 65 см. Высота трещиноватости корки ствола 0,5-1,7 м.

Генеративные старые. Крона пирамидально-цилиндрической формы с округлой (тупой) вершиной, иногда несколькими вершинами. Порядок ветвления до 10-ти. Число шишек сильно варьирует, они появляются только в верхней и средней части кроны. Все побеги нижних ветвей, несущие хвою, образованы из «спящих» почек. Количество мертвых мутовок 4-24, на долю кроны приходится 51-88% высоты дерева. Ствол очищается от сухих ветвей на высоту 1-4 м. Корка на стволе сильно растрескивается на высоту 5-20 м.

Сенильные и отмирающие. Засыхающие и сухостойные деревья.

Липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.) — листопадное дерево первой величины семейства липовые (*Tiliaceae*), мезофанерофит. Высота до 30 м. Крупное дерево с почти шаровидной кроной. Листовые почки голые, листья сердцевидные, мелкие, зубчатые, снизу серо-зеленые. Цветы обоеполые, зеленовато-белые, мелкие, в пазухах листьев по 3-7 шт. Плод — опушенный орешек с кожистым околоплодником. Цветет в июне-июле. Энтомофил, орнито-, зоо- и анемохор, теневыносливое, мезофит, эутроф. Является содоминантом широколиственных лесов, в качестве примеси входит в состав широколиственно-хвойных и хвойных лесов.

Вегетативное размножение у липы превалирует над семенным, поэтому она редко растет одноствольным деревом, обычно имеет многоствольную или кустовидную форму. Жизнеспособную поросль от пня липа может давать до 280 лет. При достаточном увлажнении и погружении в лесную подстилку побеги поваленных деревьев легко укореняются, так же как укореняются нижние

боковые ветки молодых лип и ветки верхней части кроны при пригибании к земле тонких стволов мощным снеговым покровом. Интенсивное вегетативное возобновление липы создает сильное затенение почвы, что ведет к гибели всходов светолюбивых пород.

Характеристика возрастных состояний липы сердцелистной (по А.А. Чистяковой, 1979; Диагнозы и ключи..., 1989).

Проростки. Высота 4-7 см. Семядоли пальчато – семираздельные, почти округлые в очертании. Листья ювенильного типа удлинненно–яйцевидные, трехлопастной формы в количестве до 5-7 (обычно 1-3), характеризуются теневой структурой. Корневая система стержневая.

Ювенильные. Одноосный побег с 1-3 удлинненно-сердцевидными листьями. Высота побега до 30 см, диаметр 1-5 мм. Корневая система стержнекистекорневая или кистекорневая, формирующаяся после полного или частичного отмирания главного корня. Длительность периода 5-7 лет.

Имматурные. За счет появления боковых побегов с высоты ствола в 0,1-0,3 м начинает формироваться крона. Порядок ветвления побеговой системы 2-3-й. Высота ствола 0,5-2,5 м, диаметр до 6 см. Листья удлинненно – яйцевидные.

Виргинильные. Деревья со сформировавшейся удлинненно-пирамидальной узкой кроной. Высота 4-6 м; диаметр ствола до 6 см; диаметр кроны 1,5-2,5 м, крона начинается с высоты в 1,5–3,5 м. Ствол очищается от боковых ветвей до высоты 0,3-3,5 м. Основание ствола покрыто коркой до высоты 0,3 – 1,0 м; на ней появляются тонкие трещинки. Листья взрослого типа, округлояйцевидные. Верхние листья кроны имеют световую, а нижние листья и листья внутри кроны – теневую структуру.

Молодые генеративные. Деревья высотой 6-17 м с острой пирамидальной кроной, которая начинается на высоте 3,5–8 м, занимая примерно половину высоты дерева. Диаметр ствола до 5-25 см; диаметр кроны 2-4,5 м. Кора в нижней части ствола с трещинами. Цветение и плодоношение необильное, сосредоточено в средней части кроны.

Средневозрастные генеративные. Деревья высотой около 17 м с раски-

дистой остропирамидальной кроной. Диаметр ствола 25-30 см, диаметр кроны 3-9 м. Нижние 5-15 м ствола очищены от сучьев, типичная с глубокими трещинами кора развита до половины ствола. Обильно цветут и плодоносят в верхней и средней частях кроны. Листья широко яйцевидной формы.

Старые генеративные. Деревья с широкопирамидальной кроной. Крона вторичная, скелетные оси полностью или частично усыхают и заменяются ветвями, развивающихся из спящих почек. Благодаря ветвлению последних образуются «пучки» из 3-7 побегов. Диаметр ствола более 30 см, диаметр кроны более 10 м. В верхней половине кроны вместо одного ствола выделяются 3 – 4 равновеликих «ствола». Обильно цветут и плодоносят.

Сенильные и отмирающие. Не плодоносящие деревья с усохшей или сломленной верхушкой, низко расположенной живой частью вторичной кроны; сухостойные деревья.

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) — листопадное дерево третьей величины семейства розовые (*Rosaceae*), микрофанерофит. Высота 4-15 м, диаметр стволов до 30-40 см. Крона яйцевидная или шарообразная. Побеги моноподиально нарастающие, двух типов: удлиненные вегетативные и укороченные генеративные. Листья очередные, непарноперистосложные, в общем очертании продолговато-эллиптические с 9-17 листочками. Листочки продолговатые, острые, по краям просто- или двояко-пильчатые, с верхней стороны темно-зеленые, с нижней — серо-зеленые. Почки крупные, заостренные, с 4-6 кроющими чешуями. Цветки с пятичленным околоцветником, собраны в щитовидные соцветия, обладают резким неприятным запахом. Плоды — округлые яблочки, около 10 мм в диаметре, красные или оранжевые, с 2-6 семенами. Цветет в во второй половине мая – начале июня. Начинает плодоносить на открытых местах с 5-7 лет, под пологом леса с 13-17 лет. Размножается семенами, корневыми отпрысками, дает поросль от пня. Энтомофил, орнитохор, теневыносливое, мезофит, мезотроф, ассектатор второго яруса древостоя, устойчивый вид.

Характеристика возрастных состояний рябины обыкновенной (по Дороговой, Прокопьевой, 2000) (рис. 3).

Проростки. Одиночный побег с двумя семядольными и двумя ассимилирующими листьями. Хорошо выражен главный корень, боковых корней сравнительно немного.

Ювенильные. Однопобеговые растения без семядольных листьев, высотой 4-6 см. Листья непарноперистосложные с 5-7 яйцевидными, зубчатыми листочками, длиной 1-3 см.

Имматурные. Проявляется начало ветвления, высота 3-23 см. Листья непарноперистосложные длиной 2,5-12 см, с 9-13 перистолопастными листочками. Весь побег или только его верхняя часть опушены. Кора краснокоричневого цвета.

Виргинильные. Высота до 1,5 м. Характерно наличие листьев взрослого типа длиной 10-12 см. Корневая система стержневая с большим количеством боковых корней.

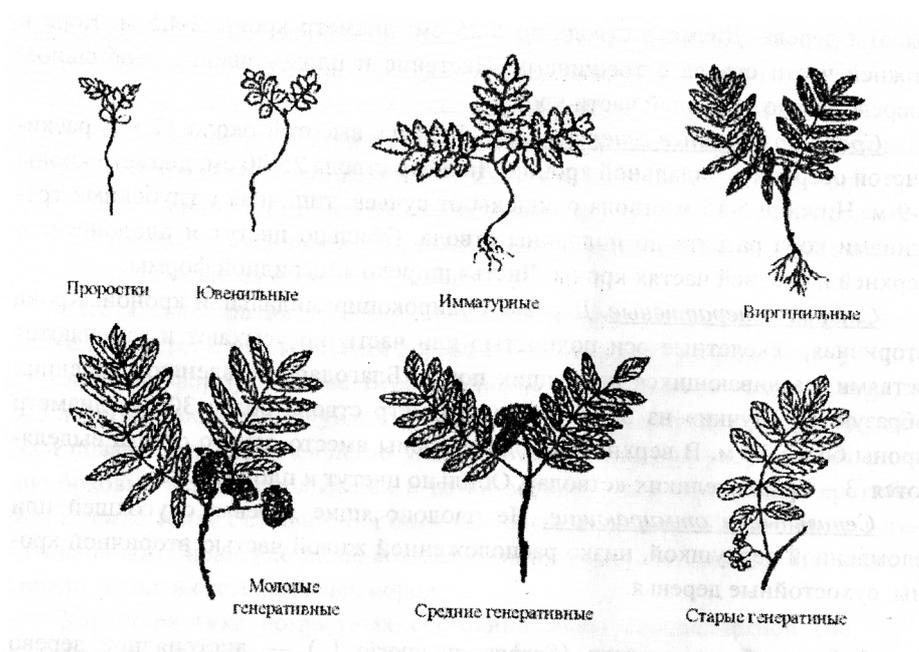


Рис. 3. Возрастные состояния рябины обыкновенной
(по Дороговой, Прокопьевой, 2000)

Молодые генеративные. Одно- или многоствольное дерево с островер-

шинной кроной. Диаметр стволов обычно не превышает 10-12 см. Ветвление начинается с четверти высоты растения. Кора гладкая, темно-серого цвета. Листья длиной 10-14 см. Цветет и плодоносит только в верхней части кроны, обильно и нерегулярно.

Средневозрастные генеративные. Обильно плодоносящие деревья с эллиптической или яйцевидной кроной. Кора в нижней части ствола трещиноватая, темно-серая. Диаметр стволов 15-30 см. Листья длиной 12-20 см.

Старые генеративные. Деревья с широкоокруглой (шарообразной) кроной. Начинается усыхание крупных скелетных ветвей и верхушки кроны. Ствол с трещинами до трети высоты дерева и более. Листья длиной 12-20 см с 11 листочками. Плодоношение от обильного — до незначительного.

Сенильные. Кора трещиноватая почти по всему стволу. Ветвление только в верхней части дерева. Крона неправильной формы (например, однобокая), верхушка обычно усыхает. Плодоношение отсутствует.

Черника (*Vaccinium myrtillus* L.) — листопадный, вегетативно-подвижный кустарничек семейства вересковые (*Ericaceae*), хамефит. Стебли прямостоячие, у основания серые, в верхней части зеленые. Побеги удлиненные. Листья очередные, яйцевидные или продолговато-яйцевидные, гладкие, слегка заострены, по краю мелкопильчатые. Цветки одиночные, поникающие с шаровато-кувшинчатым зеленовато-розовым венчиком, на коротких цветоножках, расположенных в пазухах верхних листьев. Цветет в мае-июне. Плод — круглая многосемянная ягода с сизоватым налетом. Фоновый вид, образует куртины.

Черника относится к вегетативно подвижным видам. В ходе онтогенеза черники характерно формирование все более разрастающихся полицентрических систем, состоящих из системы парциальных кустов (рамет) — особей вегетативного происхождения, связанных с материнской особью и между собой ползучими укореняющимися корневищами. Длительность онтогенеза такой системы в естественных условиях может продолжаться до 100 лет.

Образование рамет происходит из спящих почек, расположенных в нижней части стебля особи семенного происхождения (генеты) в виргинильном состоянии, из которых начинают формироваться длинные подземные ползучие побеги — отбеги. При изучении возрастной структуры черники в условиях сосняков чернично-мшистых ВКГПБЗ удобнее пользоваться критериями выделения возрастных состояний, разработанных именно для рамет черники (учитывая предпочтение вегетативного способа размножения). Отличительными признаками возрастных состояний рамет черники является степень разветвления, длина побегов, количество и размеры листьев, степень усыхания.

Характеристика возрастных состояний черники (по Полянской и др., 2000) (рис. 4).

Ювенильные. Побег удлиненный, неразветвленный, прямостоячий, 7-15 см длиной, с 10-12 округлыми листьями (особи семенного происхождения отличаются меньшей высотой побега, длиной и шириной листа). Верхушка побега может отмирать с образованием характерного для черники буроватого острого шипика. Возраст 1-2 года.

Имматурные. Побег начинает ветвиться, формируются боковые ветви не более 2-го порядка. Листья переходного типа. Возраст 1-3 года.

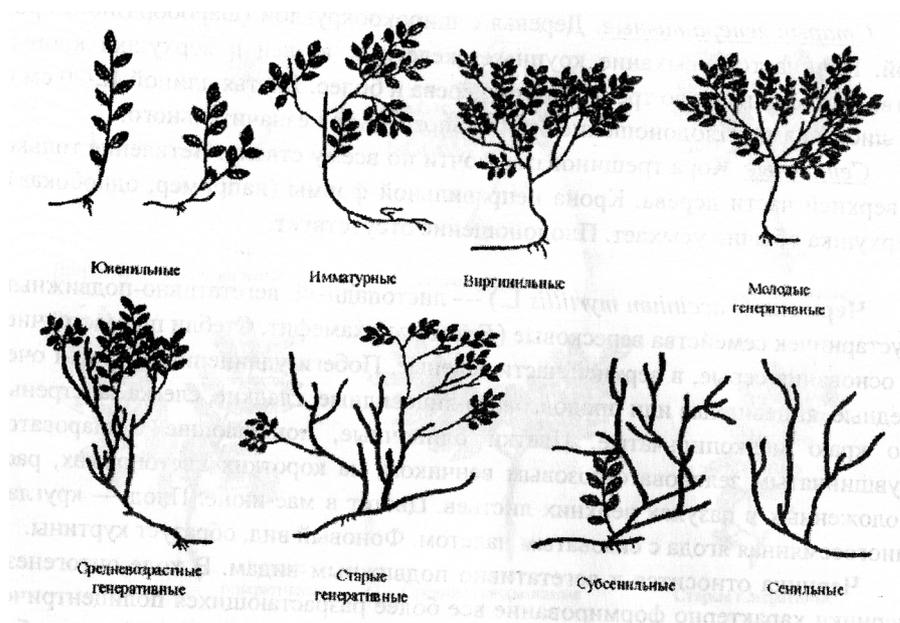


Рис. 4. Возрастные состояния черники (по Полянской и др., 2000)

Виргинильные. Побеги удлиненные, 3-4 порядков ветвления. Длина го-

дичного побега до 10 см, листья взрослого типа — яйцевидные или округло-яйцевидные. Обладают хорошо развитой корневой системой. Возраст 3-5 лет.

Молодые генеративные. Кусты высотой 18-28 см с побегами 4-го и более порядков. Побеги 1-го порядка еще не одревесневшие. Листья как у виргинильных растений. Незначительное цветение и плодоношение.

Средневозрастные генеративные. Присутствуют побеги 5-го и более порядков. Ветви 1-го порядка усыхают (образуется пенек). В центре куста уменьшаются размеры листьев (длина 1,4-1,9 см; ширина 0,8-1,5 см). Цветение и плодоношение обильное. Возраст 6-10 лет.

Старые генеративные. В центре куста преобладают процессы усыхания, уменьшаются размеры листьев (длина 1,0-1,8 см; ширина 0,8-1,2 см). У основания побегов формируются побеги замещения с крупными листьями. Цветение и плодоношение очень обильное. Возраст 8-14 лет.

Субсенильные. Кусты, у которых более чем на 2/3 усохли побеги. Полностью отсутствует цветение и плодоношение. Возраст 4-18 лет.

Сенильные. Куст усыхает на 90%. Побегов замещения нет. Возраст 5-30 лет.

Отмершие. Полностью сухие кусты.

Брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) — длиннокорневищный вечнозеленый кустарничек семейства вересковые (*Ericaceae*), хамефит. Побеги удлиненные, укореняющиеся и приподнимающиеся. Листья кожистые, многолетние, очередные, эллиптические или обратнояйцевидные, тупые или слегка выемчатые, слегка зазубренные или цельнокрайние с завороченным краем, 0,5-2,7 см длиной, 0,3-1,2 см шириной, на очень коротких опушенных черешках. Листья сверху темно-зеленые, снизу бледные, с темно-бурыми рассеянными железками. Соцветие — короткая густая поникающая кисть, с 2-8 (редко 18) цветками, формируется в верхней части прошлогоднего годичного побега. Цветки на коротких, опушенных, красноватых цветоножках, венчик спайнолепестной колокольчатый, бледно-розовый. Цветет в мае-июне. Плод — почти шаровидная многосемянная ягода, в зрелом состоянии ярко красного цвета. Фоновый вид, образует куртины.

Брусника образует полицентрические системы, которые представлены отдельными парциальными кустами (особями вегетативного происхождения), связанными между собой подземными побегами — корневищами.

Характеристика возрастных состояний брусники (по Прокопьевой и др., 2000) (рис. 5).

Проростки. Одиночный побег несет два семядольных листа и 2-8 ассимилирующих листьев. Семядольные листья длиной 2-2,5 см, шириной 1 см, сверху темно-зеленые, блестящие, снизу более светлые. Ассимилирующие листья длиной 1,5-2 см и шириной около 1 см, с очень слабо выраженной средней жилкой.

Имматурные. Одиночный не ветвистый побег, либо с 1-2 побегами ветвления 2-го порядка. Стебель коричневатый, опушенный. На приросте первого года образуются разные типы листьев: самые нижние мелкие, эллиптические; выше располагаются 1-3 почти округлых листа с тупой или слегка выемчатой верхушкой; верхних листьев 1-7, обычно обратнойцевидной или узкояйцевидной формы. Возраст 1-3 года.

Виргинильные. Число побегов 2-го порядка может достигать 4-х. Отмирающие побеги отсутствуют. Стебель опушенный, коричневого или темно-зеленого цвета. Листья обычной обратнойцевидной или удлиненной формы. Возраст 3-4 года.

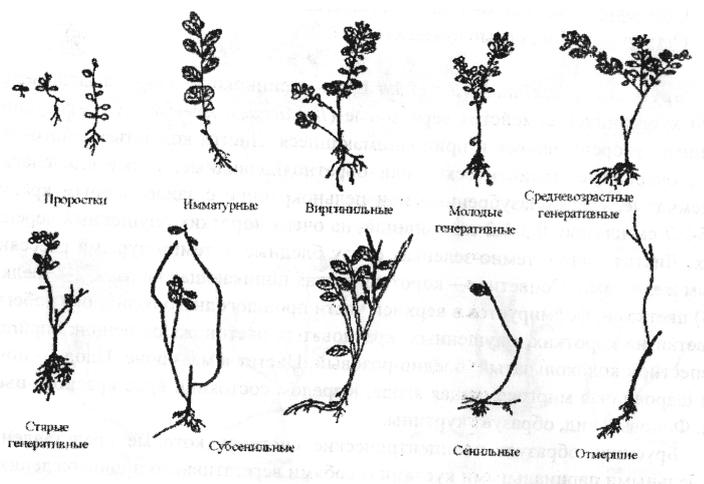


Рис. 5. Возрастные состояния брусники (по Прокопьевой и др., 2000)

Молодые генеративные. Формируются побеги 2-го, 3-го и редко 4-го по-

рядков. Побег 1-го порядка одревесневший. Незначительное цветение и плодоношение. Листья обычной обратнойцевидной или удлинённой формы. Возраст 2-5 лет.

Средневозрастные генеративные. Имеются побеги 2-4-го и редко 5-го порядков. Побеги 1-го и 2-го порядков одревесневшие. Появляются побеги заещения. Отмершие побеги составляют не более 10-40%. Цветение и плодоношение обильное. Возраст 4-8 лет.

Старые генеративные. Присутствуют побеги 6-го и более порядков. Побеги 1-го и 2-го порядков одревесневшие, черного цвета. Отмершие побеги составляют 40-60%. Цветение и плодоношение менее интенсивное. Возраст 4-8 лет.

Субсенильные. Кусты, имеющие побеги 2–6-го и более порядков. Степень отмирания побегов более 60%. Побеги 1-го, 2-го и частично 3-го порядков одревесневшие. Побеги в верхней части зеленые без опушения. Число листьев на всем кусте не более 10-14 шт. Отсутствует цветение и плодоношение. Возраст 5 и более лет.

Сенильные. Имеют всего один побег с 1–5 листьями. Куст усыхает на 80-99%. Побеги в верхней части зеленые без опушения, 1 - 3-го и изредка 4-го порядков одревесневшие. Возраст 5 и более лет.

Отмершие. Полностью сухие кусты. Ветви темно-коричневого цвета. Листьев обычно нет, но иногда могут быть 2-3 засохших листа.

Задание 2. Половозрастная структура популяций животных на примере рептилий

Одними из ключевых характеристик популяций бисексуальных организмов являются соотношение полов и возрастная структура локальных внутривидовых группировок как единиц, обеспечивающих с одной стороны существование вида в целом, с другой — позволяющих эффективно использовать потенциал конкретного местообитания.

По соотношению полов и возрастным группам можно судить о величине

смертности, рождаемости и выживаемости особей популяции в разные годы жизни, что служит индикатором жизненного состояния популяции.

Цель: изучение половой и возрастной структуры популяции ужа обыкновенного (*Natrix natrix* L.).

Оборудование и инструменты: штангенциркуль, линейка, пластиковый или металлический зонд диаметром 1-1,5 мм, хлопчатобумажные мешки (садки).

Порядок выполнения задания

1. На исследуемом участке сделать выборку в объеме 45-50 особей. Вылавливаются все встреченные особи и помещаются в мешки для дальнейшей обработки.

2. Определить половую принадлежность особей по признакам полового диморфизма.

Половая принадлежность у многих видов рептилий устанавливается на основе полового диморфизма животных. Преимущество данного подхода исключает безвозвратное изъятие части особей из исследуемых популяций, что позволяет сохранить их структуру. У змей половой диморфизм определяется по соотношению длины хвоста (**L.cd.** - *longitudo caudalis*) и длины тела (**L.** - *longitudo corporis*). Схема измерения указанных признаков приведена на рисунке б.

Для дальнейшего определения пола используются следующие индексы:

– $L./L.cd.$ – отношение длины хвоста к длине тела;

– $L./L. + L.cd.$ – отношение длины хвоста к общей длине животного.

Как правило, у самцов значения индексов выше по сравнению с самками (табл. 2). Однако в некоторых популяциях индексы, рассчитанные для отдельных особей, часто не соответствуют лимитам индексов, известных из других частей ареала. В таких популяциях наблюдается перекрывание (иногда значительное) пределов размаха значений индексов, что в конечном итоге, при анализе половой структуры, ведет к ошибке. Так, из таблицы 2 видно, что по средним значениям индекса $L./L.cd.$ самцы и самки заметно различаются, но верх-

няя граница у самцов перекрывается с нижним лимитом у самок на 0,13 ед.

Таблица 2.

Половой диморфизм обыкновенного ужа
по индексам отношения длины тела и длины хвоста

Признак	Самцы		Самки	
	Min - Max	M ± m	Min - Max	M ± m
L., мм	255-750	539,30±9,50	155-920	611,30±13,60
L.cd., мм	65-205	145,2±2,40	35-190	130,40±2,80
L. + L.cd., мм	320-955	603,7±11,40	190-1095	743,90±16,50
L./L.cd.	3,10-4,13	3,7±0,02	4,00-6,46	4,70±0,05
L./L. + L.cd.	0,19-0,24	0,21±0,01	0,13-0,20	0,17±0,01

3. Определить точный пол животных методом зондирования.

Для уточнения особенностей полового диморфизма, пол змей определяют методом зондирования. Этот подход основан на различиях длины половых пазух у самок и самцов. Половые пазухи представляют собой парные «хвостовые карманы», открывающиеся в задней части клоаки под анальным щитком (у ужовых змей – двойной, у гадюковых – сплошной). Зонд, представляющий собой цилиндрическую трубку (проволоку) с округлым концом толщиной 1-1,5 мм, осторожно с легким нажимом вводят в одну из половых пазух по направлению к кончику хвоста. У самцов длина половой пазухи гораздо больше, чем у самок, соответственно зонд у самцов проникает гораздо глубже (рис. 7). Следует помнить, что мышечное напряжение у живых змей затрудняет проникновение зонда, поэтому процедуру определения пола следует проводить вдвоем: один человек фиксирует хвост в распрямленном положении, второй проводит зондирование. Ориентировочно у самцов зонд входит в половую пазуху до уровня 7-8 –ой пар подхвостовых щитков, у самок только до 3-4-ой.

4. Рассчитать индексы L./L.cd. и L./L. + L.cd. и вычислить средние арифметические значения всех показателей и их ошибки. Занести данные в таблицу 3.

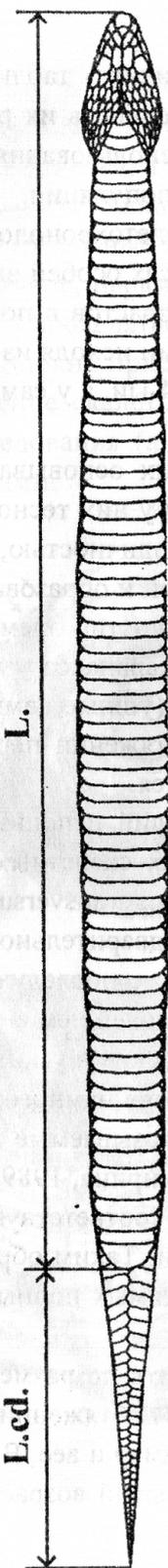


Рис.6. Схема измерения длины тела (L.) и длины хвоста (L.cd.) у змей

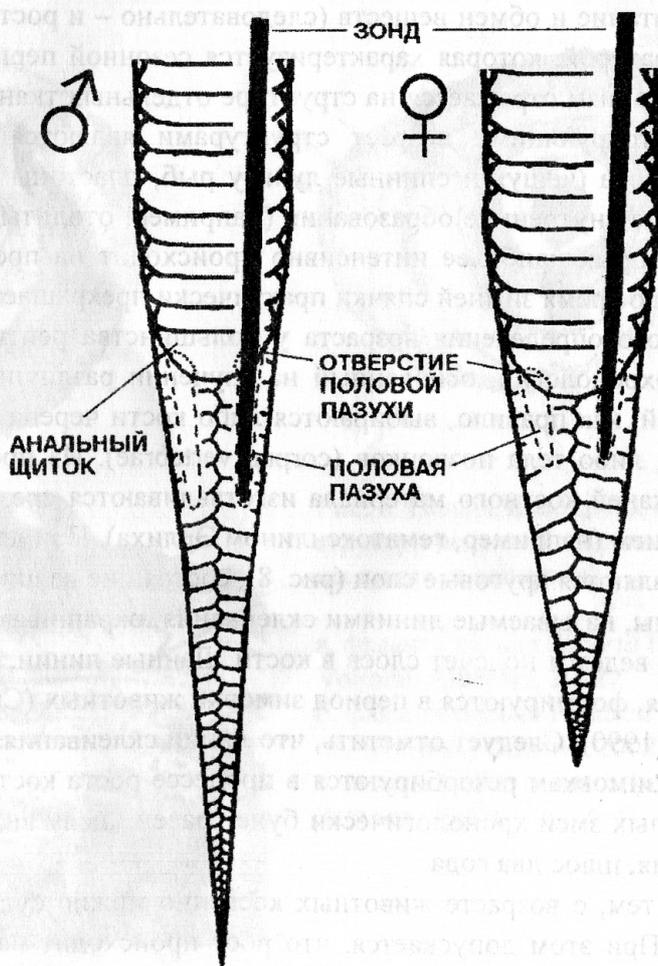


Рис. 7. Схема определения пола змей методом зондирования на примере обыкновенной гадюки

Первичные данные, характеризующие половую
структуру популяции обыкновенного ужа

№ особи	Пол	L., мм	L.cd., мм	L. + L.cd., мм	L./L.cd.	L./L. + L.cd.
1.						
2.						
3.						
...						
50.						

5. Окончательные результаты занести в таблицу, аналогичную таблице 2.

По вычисленным индексам у самок и самцов оценить достоверность их различий по критерию Стьюдента. Сделать вывод о возможности использования данных индексов для выявления половой структуры исследуемой популяции.

6. Определить возраст особей методом сопоставления скелетохронологических данных с размерными характеристиками. Распределить всех особей выборки по возрастным группам и рассчитать доли особей всех возрастов в популяции. Провести оценку размера репродуктивной части популяции исходя из того, что половозрелость у самок обыкновенного ужа наступает на 4-ый, а у самцов – на 5-й год жизни.

Методы определения возраста пойкилотермных животных основываются на том, что питание и обмен веществ (следовательно – и рост) у них тесно связаны с температурой, которая характеризуется сезонной периодичностью, и ее влияние на организм отражается на структуре отдельных тканей и образований. Такими регистрирующими возраст структурами являются кости, элементы внешнего покрова (чешуя и спинные лучи у рыб, пластины карапакса у черепахах), некоторые внутренние образования (например, отолиты (ушные камни) у рыб), рост которых наиболее интенсивно происходит на протяжении периода активности, а во время зимней спячки практически прекращается.

Для точного определения возраста у большинства рептилий используется

метод скелетохронологии, основанный на изучении различных скелетных элементов. У змей, как правило, выбираются либо кости черепа (*os transversum*, *os supraangulare*), либо тела позвонков (*corpus vertebrae*). Из предварительно очищенного от тканей костного материала изготавливаются срезы с последующим их окрашиванием (например, гематоксилином Эрлиха). При дальнейшем анализе на срезах выявляются круговые слои (рис. 8), состоящие из широких и узких зон.

Узкие зоны, называемые линиями склеивания, окрашиваются намного ярче, и по их числу ведется подсчет слоев в кости. Данные линии, называемые также линиями покоя, формируются в период зимовки животных (Смирин, 1989; Castanet, Smirina, 1990). Следует отметить, что линии склеивания, соответствующие двум первым зимовкам резорбируются в процессе роста кости. Таким образом, возраст взрослых змей хронологически будет равен числу видимых полных линий склеивания плюс два года.

Вместе с тем, о возрасте животных косвенно можно судить по размерным показателям. При этом допускается, что рост происходит на протяжении всей жизни, и, соответственно, чем старше особь, тем больше ее размер и вес. Вместе с тем, размерно-весовые показатели не всегда отражают реальный возраст животного, т.к. особи, имеющие меньшую длину тела, в действительности могут относиться к более «старой» группе, чем животные большего размера (Шляхтин, Голикова, 1986). Это обуславливается различиями в длительности периода активности пойкилотермных животных, что связано с температурными режимами в отдельные сезоны, кормовым потенциалом местообитаний, воздействием хищников, паразитов и внутривидовыми факторами. Особенно ярко это может проявляться при сравнении выборок из разных популяций.

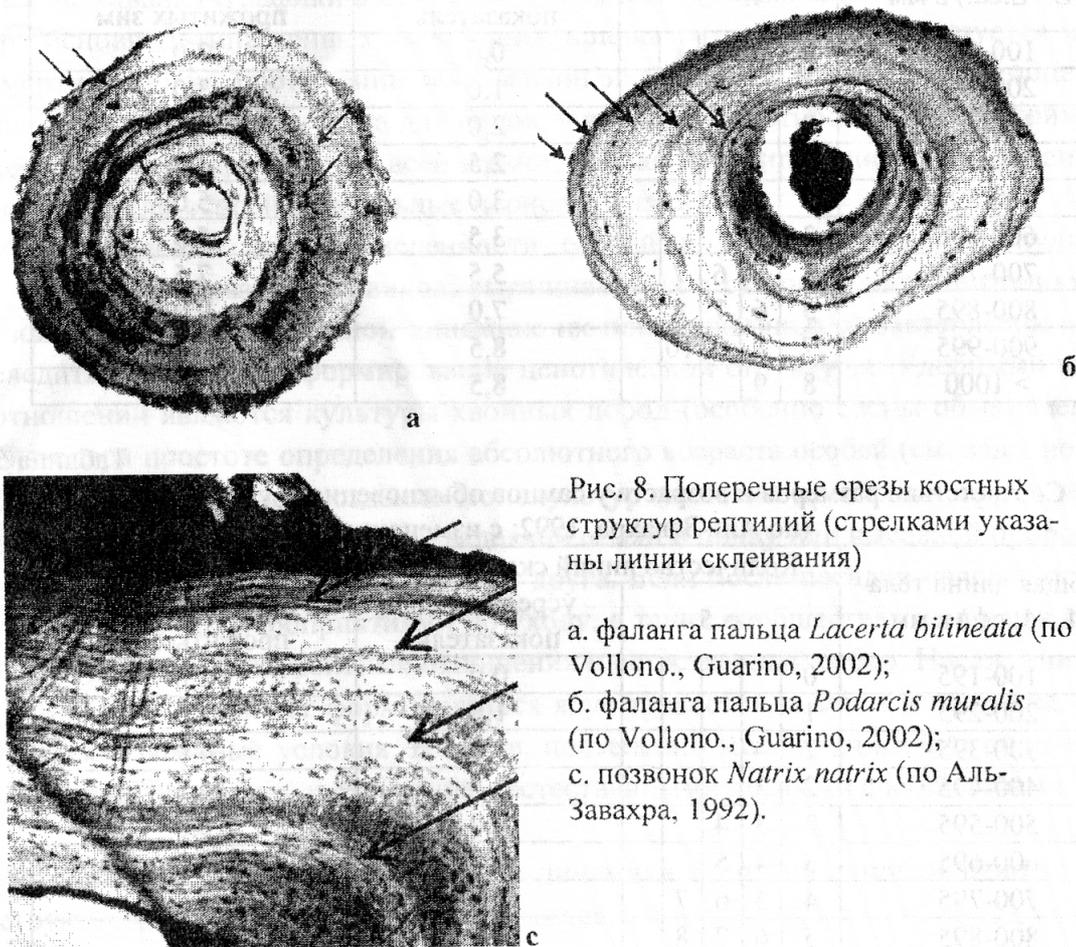


Рис. 8. Поперечные срезы костных структур рептилий (стрелками указаны линии склеивания)

а. фаланга пальца *Lacerta bilineata* (по Vollono., Guarino, 2002);
 б. фаланга пальца *Podarcis muralis* (по Vollono., Guarino, 2002);
 с. позвонок *Natrix natrix* (по Аль-Завахра, 1992).

Вполне приемлемые результаты оценки возрастной структуры дает сопоставление скелетохронологических данных, известных для конкретного района исследования (а лучше для конкретных популяций) с размерными характеристиками.

Закономерности формирования возрастной структуры популяций обыкновенного ужа в Приказанском регионе (территория, окружающая г. Казань в радиусе 100 км), изученные методом скелетохронологии приведены в таблицах 4 и 5. Из приведенных данных видно, что рост самок и самцов начинает различаться по мере достижения максимального возраста. В связи с этим, а также из-за различий морфологии полов, указанных выше, возраст самцов и самок оценивается по отдельности. Возраст особей определяется сравнением данных таблицы 3 с данными таблиц 4 и 5.

Таблица 4.

Соответствие размеров и возраста у самок обыкновенного ужа в Приказа-

ные

(по Аль-Завахра, 1992; с изменениями)

Общая длина тела (L.+L.cd.) в мм	Количество линий склеивания					Усредненный показате- ль количества прожитых зим	
	n = 5						усредненный показатель
100-195	0					0,0	2,0
200-295	1					1,0	3,0
300-395	2					2,0	4,0
400-495	2	3				2,5	4,5
500-595	3					3,0	5,0
600-695	3	4				3,5	5,5
700-795	4	5	6	7		5,5	7,5
800-895	5	6	7	8	9	7,0	9,0
900-995	7	8	9	10		8,5	11,5
> 1000	8	9				8,5	11,5

Таблица 5.

Соответствие размеров и возраста у самцов обыкновенного ужа в Прика-
занье

(по Аль-Завахра, 1992; с изменениями)

Общая длина тела (L.+L.cd.) в мм	Количество линий склеивания					Усредненный показате- ль количества прожитых зим	
	n = 5						усредненный показатель
100-195	0					0,0	2,0
200-295	1					1,0	3,0
300-395	2					2,0	4,0
400-495	2	3				2,5	4,5
500-595	2	3	4			3,0	5,0
600-695	3	4	5			4,0	6,0
700-795	4	5	6	7		5,5	7,5
800-895	5	6	7	8		6,5	8,5
900-995	8	9				8,5	10,5
> 1000							

7. Сделать выводы об особенностях половой и возрастной структуры по-
пуляции ужа обыкновенного, оформить отчет и сдать преподавателю.

Задание 3. Выживаемость, динамика популяционной и ценотической структуры лесных культур

Выживаемость — абсолютное число особей (или процент от исходного числа особей), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени. Выживаемость зависит от целого ряда причин: возрастного и полового состава популяции, экологической стратегии выживания особей, действия факторов среды и т.п. Структуру продолжительности жизни можно изучать, вычерчивая кривые выживания (графики в осях время/количество выживших особей). Выделяют три основных типа кривых выживания: кривая 1-го типа характеризуется малой смертностью на протяжении всей жизни и резким возрастанием в конце нее; кривая 2-го типа характерна для видов, у которых смертность остается примерно постоянной на протяжении всей жизни; кривая 3-го типа описывает случаи массовой гибели особей в начальные периоды жизни.

Проведение учетов численности особей в разновозрастных популяциях культур лесобразующих видов, выращиваемых в сходных местообитаниях, позволяет судить о временной динамике их популяционных характеристик и проследить постепенное формирование ценотической структуры. Удобными в этом отношении являются культуры хвойных пород (особенно сосны обыкновенной) благодаря простоте определения абсолютного возраста особей (см. задание 1). В большинстве случаев создание монокультур хвойных древесных пород проводится по единой технологии — заделкой семян в почву или высадкой проростков на расстоянии примерно 1 м друг от друга. Если после посадки человек ограничивается только мероприятиями по уходу, в таких сообществах начинают играть большую роль конкурентные отношения и естественный отбор. Насаждения разреживаются, начинает формироваться ярус травостоя, а затем и подлеска, изменяются почвенные условия. В итоге, постепенно может произойти полная конвергенция по составу и структуре с естественными лесными сообществами.

Цель: исследование временной динамики популяционной и ценотической

структуры культур лесообразующих видов.

Порядок выполнения задания

1. Заложить несколько пробных площадей 10 x 10 м в разновозрастных культурах одного из лесообразующих видов (желательно начиная с 2-3 лет) в сходных условиях местообитания.

2. Подсчитать численность популяции культуры в пределах пробной площади, построить кривые выживания и оценить характер изменения состава и структуры древостоя.

3. Оценить видовое разнообразие сообществ в пределах площади, обилие видов и их эколого-ценотическую принадлежность (ЭЦГ); дать сравнительную характеристику сообществ по указанным показателям.

4. Проследить изменение пространственной структуры (вертикальной и горизонтальной), отметить признаки климаксного сообщества на заключительной стадии сукцессии.

5. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Задание 4. Жизненность ценопопуляций древесных видов

Жизненность ценопопуляций определяется как свойство, проявляющееся в степени устойчивости и продуктивности особей. Особи одного и того же возрастного состояния могут находиться в разных жизненных состояниях. Общепринятыми критериями благополучия являются повышенный уровень метаболических процессов, высокие значения показателей роста и формообразования, эффективное размножение, повышенная устойчивость и приспособляемость к действию неблагоприятных факторов. Ослабление жизненности растений проявляется сильнее на периферии географических ареалов видов, на границах климатических зон или в неблагоприятной, не соответствующей оптимальным условиям среде.

Жизненность ценопопуляций древесных видов можно использовать в качестве критерия оценки устойчивости лесных насаждений в условиях антропогенного воздействия (для насаждений рекреационных зон городов, санитарных

зон промышленных предприятий и т.п.). Такие насаждения могут быть подразделены на три категории: устойчивые; с нарушенной устойчивостью; утратившие устойчивость. Это разделение соответствует одному из трех возможных состояний лесных биоценозов: устойчивого равновесия, неустойчивого равновесия и дигрессии.

Каждой из трех категорий жизненного состояния (или устойчивости) популяций древесных видов, слагающих лесонасаждение характерен комплекс показателей. Об устойчивости судят:

- по величине текущего отпада древостоя и его характеру, о котором свидетельствуют размеры и положение в древостое отмирающих деревьев;
- по суммарной доле сухостойных, ветровальных, буреломных деревьев, образовавшихся на последнем временном этапе жизни насаждений;
- по степени ослабления живой части древостоя, выражающейся в охвоенности, облиственности или степени усыхания кроны;
- по поврежденности деревьев патогенными организмами и насекомыми;
- по нарушенности или сохранности лесного фитоценоза, о которой свидетельствует снижение индивидуальных характеристик деревьев определенного вида, возраста и полноты насаждений, условий произрастания.

В качестве интегрального показателя устойчивости можно использовать индекс жизненного состояния насаждений (ИС), с помощью которого удобно оценивать не только статику, но и динамику снижения жизнеспособности популяций.

Цель: оценить жизненное состояние древостоев и устойчивость насаждений лесного фитоценоза.

Порядок выполнения задания

1. Наметить в пределах исследуемого фитоценоза стандартную пробную

площадь (50 x 50 м).

2. Провести оценку господства и жизненного состояния каждой особи древостоя пробной площади с использованием шкалы Крафта и шкалы оценки санитарно-гигиенического состояния древостоев.

Шкала Крафта характеризует распределение особей одной популяции древесного вида по степени господства и жизненности, включает 5 ступеней:

1 – *исключительно господствующие* – выделяющиеся над остальными;

2 – *господствующие* – составляющие главную часть древесного полога;

3 – *согосподствующие* – входящие в общий главный полог, но затененные;

4 – *угнетенные* – ослабленные, но достигающие полога древесных крон;

5 – *совершенно угнетенные* – почти лишенные ветвей, отмирающие.

Шкала оценки санитарно-гигиенического состояния древостоя учитывает совокупность признаков, характеризующих состояние крон деревьев, включает 6 ступеней (Санитарные..., 1970; Зайцева и др., 1988):

I – *здоровые* – деревья без внешних признаков ослабления и повреждения, с густой зеленой кроной;

II – *ослабленные* – со слабоажурной кроной, с потерей до 1/3 хвои или листьев, укороченными побегами (на 15-20% в высоту), с наличием хлорозов и некрозов, занимающих до 10% общей площади ассимилирующей поверхности хвои или листьев;

III – *сильноослабленные* – с ажурной кроной, с усыханием до 1/3 ветвей (особенно в средней части кроны) и потерей до 2/3 хвои или листьев, с сильно укороченными приростами, вплоть до их отсутствия, суховершинные, с наличием хлорозов и некрозов, занимающих более 10% общей площади ассимилирующей поверхности хвои или листьев;

IV – *усыхающие* – с сильноажурной кроной, усыханием до 2/3 ветвей и потерей более 2/3 хвои или листьев (сохранившаяся хвоя или листья полностью повреждены хлорозами или некрозами), с отсутствием текущего прироста в высоту и массовым повреждением ствола насеко-

мыми-ксилофагами или дереворазрушающими грибами;

V – *свежий сухостой* – деревья, усохшие в текущем году;

VI – *старый сухостой, валеж* – деревья, усохшие в прошлые годы.

2. По результатам оценки степени господства и жизненности особей по шкале Крафта подсчитать средний балл каждой популяции.

3. По результатам оценки санитарно-гигиенического состояния деревьев определить ИС популяции каждого вида и суммарный ИС всего древостоя пробной площади по следующей формуле (Зайцева и др., 1988):

$$ИС = \frac{\sum b \cdot n}{N}, \text{ где:}$$

b - балл состояния,

n - число деревьев, имеющих данный балл,

N - общее число деревьев на пробной площади.

Используя полученные данные и приведенную ниже шкалу состояния древостоев, оценить устойчивость насаждений исследуемого фитоценоза:

– ИС меньше 1,7. «Благополучные» насаждения. Деревья здоровые с нормальной кроной. Возможна слабая ажурность кроны — не более, чем у 30 % деревьев. Признаки токсического действия на листья и хвою не отмечаются. Балл по инструкции — I, II.

– ИС в пределах 1,8-2,8. «Больные» насаждения. Ажурность кроны хорошо выражена более, чем у 50 % деревьев. На листьях некротические пятна, пожелтение и преждевременное опадание хвои и листьев у 20-50 % деревьев. Наличие укороченных побегов. Балл по инструкции — III.

– ИС больше 2,8. «Критическое состояние» насаждений. Расстроенный древостой с вывалом деревьев. Сильно выражена ажурность кроны более чем у 75 % деревьев. На листьях — некротические пятна, краевой и сеточный некроз; у хвойных — обесцвеченные пятна или по-

всеместное пожелтение и опадание хвои. Наличие энтомо- и фитоповреждений. В конечной стадии - полная деградация и усыхание насаждений. Балл по инструкции - IV, V, VI.

4. Дать общую характеристику жизненности ценопопуляций древесных видов исследуемого фитоценоза и сделать прогнозное заключение.

5. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Задание 5. Флуктуирующая асимметрия: оценка состояния популяций группы зеленых лягушек

Флуктуирующая асимметрия – это отклонения различной степени у организмов и их отдельных морфологических структур (органов), имеющих билатеральную систему организации. Особенности ее проявления связаны с различиями в развитии в ходе онтогенеза право-левосторонних признаков внешней морфологии. Данное свойство проявляется на популяционном уровне и охватывает практически всех особей в популяциях. Она находит выражение в самых различных признаках, а наблюдаемые различия между сторонами оказываются несходными как по направленности, так и по величине (Захаров, 1987).

Флуктуирующая асимметрия с одной стороны обуславливается генетической составляющей самих организмов, с другой — объясняется влиянием среды. При условии относительной генетической однородности в пределах локальных популяций флуктуирующая асимметрия служит мерой влияния факторов внешней среды на группы организмов.

Система оценки состояния популяций на основе оценки флуктуирующей асимметрии в первую очередь связана со стрессовым воздействием, тех или иных факторов среды. В качестве стрессоров могут действовать как естественные природные, так и антропогенные воздействия.

Весь перечень факторов, ведущих к проявлению флуктуирующей асимметрии можно разделить на три группы:

– природные абиотические факторы — температура, влажность, солнечная радиация, химический состав среды и др.;

– популяционно-биоценотические особенности — плотность населения, кормовой потенциал местности, обитание на периферии ареала, воздействие паразитов, микроорганизмов, вирусов и т.п.;

– прямое или опосредованное влияние хозяйственной деятельности человека на природные сообщества, в том числе: химическое, радиационное загрязнения, рекреационные нагрузки и др.

В современных условиях влияние антропогенных факторов на формирование различных отклонений от билатерального развития многих признаков у самых разных групп организмов (растений и животных) признается неоспоримым. Действие этих факторов в итоге негативно отражается на демографических показателях популяций, таких как выживаемость, плодовитость, продолжительность жизни и т.д. Эффект флуктуации признаков проявляется как у потомства родительских особей, подвергшихся негативному воздействию, так и у животных, обитающих в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Внешние проявления такого рода позволяют улавливать негативные изменения, происходящие на популяционном уровне, до того как они отразятся на параметрах приспособленности (Чубинишвили, 1997).

Оценка состояния популяций на основе флуктуирующей асимметрии может проводиться практически на любых организмах. Наиболее оптимальным является использование для этих целей широко распространенных, имеющих высокую численность, видов, населяющих самые разнообразные биотопы.

В этом отношении одними из наиболее удобных объектов являются амфибии. Особенности биологии и экологии земноводных, делающими их удобными биоиндикаторами обусловлены следующими причинами (Замалетдинов, 2003):

– амфибиотический образ жизни — обитание на границе двух сред (водной и наземной), — отражает действие на морфофизиологические показатели всего комплекса факторов, существующих в данной местности;

– размножение земноводных и развитие их личинок (метамор-

фоз) в водной среде напрямую отражается на ходе онтогенеза особей;

- высокая численность и плодовитость зеленых, бурых лягушек и других представителей бесхвостых амфибий в большинстве случаев позволяет без значительного ущерба делать приемлемые выборки;

- приуроченность амфибий к определенным водоемам отражает состояние локальных местообитаний;

- повсеместное распространение ряда видов бесхвостых амфибий позволяет использовать их для сравнительной характеристики состояния популяций, населяющих биотопы во всем градиенте антропогенно нарушенных территорий;

- билатеральные признаки внешней морфологии легко выделяются и достаточно легко поддаются однозначному учету. При этом используются как качественные, так и количественные признаки, включая меристические (счетные) и пластические (промеры) признаки.

Для получения надежных результатов используется весь комплекс признаков, поскольку, изменение стабильности развития, проявляющееся в отклонении от двусторонней симметрии, обычно отражается на изменчивости самых разных признаков организма. Для этих целей подходят любые, поддающиеся учету и измерению морфологические признаки, отмечаемые у всех особей вида. Главным критерием их выбора является возможность получения сходных результатов при повторном учете признаков тем же или другим исследователем.

Цель: изучение флуктуирующей асимметрии земноводных по комплексу меристических признаков.

Оборудование и инструменты: гидробиологический сачок, штангенциркуль, линейка, лупа, х/б перчатки.

Порядок выполнения задания

1. Отловить 2-3 особи прудовой лягушки (*Rana lessonae* C.) и используя приведенные ниже методические указания, ознакомиться с признаками, традиционно применяемыми при изучении флуктуирующей асимметрии.

При изучении флуктуирующей асимметрии зеленых лягушек, как правило, используются следующие признаки: число полос и пятен на бедре, голени и стопе; число пятен на спине; число белых пятен на плантарной стороне пальцев задней конечности; число пор на плантарной стороне четвертого пальца задней конечности; число зубов на межчелюстной кости и сошнике (рис. 9). Приведенный комплекс признаков используется с учетом следующих рекомендаций (Захаров и др., 2000):

- не следует учитывать мелкий крап;
- при работе с признаками № 1-6 бывает трудно отличить пятно от полосы; для разделения этих элементов используется формальный критерий: полосой считается тот элемент рисунка, длина которого, по крайней мере, в два раза превышает ширину;
- пятна спины, расположенные между центральной линией и дорзо-латеральной железой, следует учитывать от основания головы до подвздошной кости, так как каудальнее часто располагается множество мелких пятен, точный учет которых затруднителен;
- следует учитывать только наиболее крупные поры на плантарной поверхности четвертого пальца; число таких пор обычно бывает не больше пятнадцати.

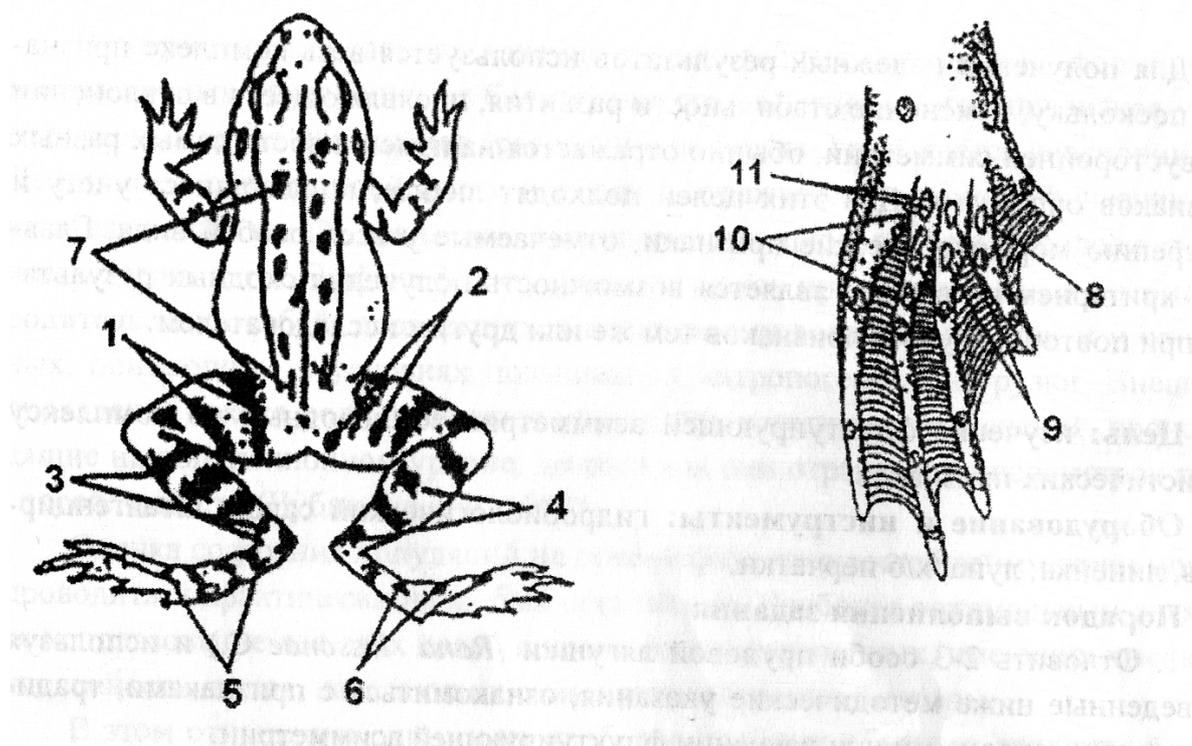


Рис. 9. Меристические признаки зеленых лягушек (по Захаров и др., 2000)

- 1 — число полос на дорзальной стороне бедра;
- 2 — число пятен на дорзальной стороне бедра;
- 3 — число полос на дорзальной стороне голени;
- 4 — число пятен на дорзальной стороне голени;
- 5 — число полос на стопе;
- 6 — число пятен на стопе;
- 7 — число пятен на спине;
- 8 — число белых пятен на плантарной стороне второго пальца задней конечности;
- 9 — число белых пятен на плантарной стороне третьего пальца задней конечности;
- 10 — число белых пятен на плантарной стороне четвертого пальца задней конечности;
- 11 — число пор на плантарной стороне четвертого пальца задней конечности;
- 12 — число зубов на межчелюстной кости;
- 13 — число зубов на сошнике.

2. Сделать две выборки, следуя нижеприведенным указаниям.

Участки сбора материала. Сбор данных для сравнительной оценки ло-

кальных популяций проводится на участках из двух различных биотопов. Одна выборка производится в биотопе не подверженном антропогенному воздействию (например, оз. Круглое – 143 кв. или оз. Казанское – 146 кв. Раифского участка ВКГПБЗ), вторая – в водоеме, расположенном в зоне антропогенного влияния (например, водоем близ автострады «Казань – Зеленодольск» на территории ГПП «Ильинская балка»).

Объем выборки. Количество особей, необходимое для достоверной оценки должно составлять в среднем 30-35 особей.

Размерно-возрастной состав выборки. Желательно, чтобы сравниваемые выборки включали особей одного размерного класса. Принимая во внимание единство условий в пределах одного и того же биотопа, можно считать, что амфибии такой группы входят в одну возрастную категорию. Для анализа желательно брать особей в возрасте от одного года и старше, так как большинство морфологических признаков формируется к этому возрасту и не подвержены дальнейшим возрастным изменениям.

Сбор материала. Проводится прижизненными методами: отлов всех особей выборки осуществляется одновременно во избежание вторичного исследования одних и тех же животных. Амфибии помещаются в садок (мешок, емкость большого объема и т.п.). После этого одним исследователем проводится обработка каждой особи по всему комплексу билатеральных признаков. **Важно!** Из-за возможности проявления теплового шока и смерти земноводных необходимо минимизировать время их нахождения в руках. Непосредственный контакт с их телом допускается только при снятии метрических признаков. Фиксация животных при учете счетных характеристик осуществляется через влажную ткань, перчатки и т.п. В ходе работы обрабатываемую особь необходимо постоянно охлаждать водой. После выполнения пункта 3 данного задания все обработанные особи выпускаются в месте вылова.

3. Подсчитать значения всех указанных билатеральных признаков в обеих выборках. В процессе обработки особей все значения признаков заносятся в таблицу 6.

4. Оценить по полученным данным степень асимметрии признаков. Для меристических признаков величина асимметрии у каждой особи определяется по различию числа структур слева и справа, значения заносятся в таблицу 6. В графе «А» указывается число асимметричных признаков. Популяционная оценка выражается средней арифметической этой величины.

5. Проанализируйте полученные результаты, опираясь на приведенные ниже указания.

Таблица 6.

Форма обработки меристических (счетных) признаков
(в трех строках показан образец заполнения и расчеты показателей).

№ особи	Номер признака							Показатель	
	1	2	3	4	5	6	7	А	А/п
	п - л	п - л	п - л	п - л	п - л	п - л	п - л		
1	1 - 2	1 - 1	0 - 1	1 - 1	2 - 2	1 - 0	0 - 0	3	0,43
2	2 - 1	1 - 0	2 - 3	2 - 2	3 - 2	0 - 1	1 - 1	5	0,71
3	1 - 1	1 - 1	2 - 2	1 - 1	1 - 1	0 - 0	3 - 3	0	0
...									
Средняя частота асимметричного проявления на признак:									$M \pm m$

Примечание: п, л – значение признака справа и слева, А – число асимметричных признаков, п – число признаков.

После расчета значений средней частоты асимметричного проявления на признак по каждой исследуемой выборке, полученные показатели сравниваются между собой и со значениями условной пятибалльной шкалы оценки, разработанной для групп зеленых и бурых лягушек (табл. 7). Данная балльная шкала является условной и используется лишь для более наглядного представления результатов. Основным преимуществом использования балльной шкалы является то, что она дает возможность судить о степени отклонений уровня стабильности развития от условной нормы даже в тех случаях, когда отсутствует возможность оценки состояния по контрольной выборке.

Таблица 7.

Система балльной оценки стабильности развития зеленых и бурых лягушек

Балл	Величина показателя стабильности развития	Содержание показателя
I	<0,50	условно нормальное состояние
II	0,50 - 0,54	отклоняющееся от нормы
III	0,55 - 0,59	отклонения от среднего уровня
IV	0,60 - 0,64	существенные отклонения
V	>0,64	критическое состояние

Результаты оценки интегрального показателя стабильности развития используются для сравнения выборок, собранных либо с одной и той же модельной площадки в разное время, либо с разных площадок. Неизменность величины показателя стабильности развития в серии выборок, взятых из одной точки в течение ряда лет, свидетельствует о поддержании состояния организма примерно на сходном уровне. Наличие различий между выборками говорит об изменении ситуации. Охарактеризовать уровень, на котором стабилизировалось состояние исследуемых популяций, можно используя систему балльной оценки стабильности развития, где низкие значения интегрального показателя стабильности развития соответствуют первому баллу, наиболее высокие — пятому баллу.

б. Сделать выводы, оформить отчет и сдать преподавателю.

Цитируемая литература

1. Аль-Завахра Х.А. Змеи Татарстана: Дис. ... канд. биол. наук. - Казань: КГУ, 1992. - 130 с.
2. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Республики Татарстан.— Казань, Изд-во Каз. ун-та, 2000.— 496 с.
3. Гришин П.В. Почвы Раифской лесной дачи./ Уч. зап. Каз. ун-та.— 1956, т.116, вып. 9.— С.61-123.
4. Дедков А. П. Речные террасы и четвертичная история Саралы. / Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – Казань, 2002. – С. 91-103.
5. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники.— М.: Прометей, 1989.— 105 с.
6. Дорогова Ю.А., Прокопьева Л.В. Онтогенез рябины обыкновенной. / Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие. Том 2.— Йошкар-Ола, МарГУ, 2000.— С. 24-29.
7. Зайцева В.К., Тарасов Е.В., Гутман Т.С. Об использовании индекса состояния при оценке древостоя в зоне промышленных выбросов./ Экология и защита леса.— Ленинград, 1988, стр. 3-6.
8. Замалетдинов Р.Р. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани). Дисс. ... канд. биол. наук. – Казань., 2003. –138 с.
9. Захаров В. М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. –161 с.
10. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Кряжева Н.Г., Крысанов Е.Ю., Пронин А.В., Валетский А.В. Здоровье среды: практика оценки – М.: Центр экологической политики России, 2000.– 318 с.
11. Ильинский А.П. Раифа. Физико-географический и биогеографический очерк // Известия ВГО, — 1944, т. 76, вып. 4.— С. 297-308.
12. Полянин В.С. Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на территории.// Уч. зап. Каз. ун-та. — 1957, т.117, кн.4. — С.41-56.

13. Полянская Т.А., Жукова Л.А., Шестакова Э.В. Онтогенез черники обыкновенной. / Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие. Том 2.— Йошкар-Ола, МарГУ, 2000.— С. 51-60.
14. Порфирьев В.С. Растительность Раифы. / Тр. Волжско-Камского заповедника, вып.1. — Казань: Изд-во КГУ, 1968. — С.106-136.
15. Прокопьева Л.В., Жукова Л.А., Глотов Н.В. Онтогенез брусники обыкновенной. / Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие. Том 2.— Йошкар-Ола, МарГУ, 2000.— С. 39-46.
16. Санитарные правила в лесах СССР.— М.: Лесная промышленность, 1970.— 16 с.
17. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений.— М., Высшая школа, 1962.— 377 с.
18. Смирин Э.М., Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости. / Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся.— Киев, 1989.— С. 144-153.
19. Тайсин А.С. О происхождении основных форм рельефа Раифы./ Вопросы географии и геологии. Ученые зап. Каз. пед. ин-та, сб. 4, вып. 45.— Казань, 1967. — С. 3-11.
20. Тихвинская Е.И. Геология и полезные ископаемые Приказанского района./ Уч. зап. Каз. ун-та, т.99, кн.№3, в.13. — Казань: Изд-во КГУ, 1939.— С.20-31.
21. Чистякова А.А. Большой жизненный цикл *Tilia cordata* / Бюлл. МОИП, отд. биолог.— 1979., т. 84, в. 1.— С. 85-98.
22. Чубинишвили А.Т. Морфогенетическая и цитогенетическая характеристики природных популяций зеленых лягушек гибридогенного комплекса *Rana esculenta* в естественных условиях и подверженных антропогенному воздействию. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М., 1997. –19 с.
23. Шляхтин Г.В., Голикова В.Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий.— Саратов: изд-во Саратовского ун-та, 1986.— 78 с.

24. Castanet J., Smirina E. Introductions to the skeletocronological method in amphibians and reptiles / *Annales des Sciences Natuelles Zoologie*. 13 Serie. 1990. vol. 11. P. 191-196.

Литература, рекомендуемая для подготовки

Основная литература

1. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Республики Татарстан.— Казань, Изд-во Каз. ун-та, 2000.— 496 с.
2. Динесман Л.Т., Калецкая М.Л. Методы учета численности и географического распространения наземных позвоночных.— М., 1952.— С. 329-341.
3. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. — Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2006.— 600 с.
4. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. – М.: Советская наука, 1953. – 502 с.
5. Определитель растений Татарской АССР / Под ред. М.В. Маркова.— Казань, Изд-во Каз. ун-та, 1979.— 372 с.
6. Павлов А.В., Замалетдинов Р.Р. Животный мир Республики Татарстан. Амфибии и рептилии. Методы их изучения. – Казань, 2002. – 92 с.
7. Порфирьев В.С. Растительность Раифы / Труды Волжско-Камского заповедника. Вып. 1.— Казань, 1968. — С.106- 133.
8. Рогова Т.В., Мангутова Л.А., Любина О.Е., Фархутдинова С.Ф. Классификация растительного покрова ВКГПЗ на ландшафтно-экологической основе / Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника: выпуск 6. — Казань, 2005. — С. 213-240.

Дополнительная литература

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Определитель сосудистых растений центра европейской России.— М.: "Аргус", 1995.— 560 с.
2. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Учебно-методическое пособие.— Казань, Изд-во Каз. ун-та, 1989.— 148 с.
3. Лада Г.А., Соколов А.С. Методы исследования земноводных: научно-методическое пособие. – Тамбов, 1999.— 75 с.

4. Рогова Т.В., Савельев А.А., Кожевникова М.В., Шайхутдинова Г.А. Изучение динамики растительного покрова средствами ГИС. Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника, 2002, №5. – С. 125-144.
5. Скворцов В.З. Атлас-определитель сосудистых растений таежной зоны Европейской России.— М.: Гринпис России, 2000.— 587 с.
6. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений северо-западной России.— СПб.: Изд-во СПХФА, 2000.— 781 с.
7. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). Колл. авторов.— М.: Наука, 1976.— 217 с.
8. Шляхтин Г.В., Голикова В.Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий. – Изд. Саратов. унив., 1986. – 78 с.

Учебное издание

Рогова Татьяна Владимировна
Шайхутдинова Галия Адхатовна
Павлов Алексей Владиленович

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
для проведения полевой практики

Подписано в печать.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. .

Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужи́на, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28