

М.А.Кочанов, Д.В.Тишин

**ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ  
(ЧАСТЬ I)**

для студентов института экологии и природопользования



**УДК 592**

Печатается по решению методической комиссии  
Института экологии и природопользования КФУ  
Протокол №5 от 6 июня 2016 г.

кафедры общей экологии  
протокол №11 от 02.06.2016 г.

**Авторы-составители:** М.А.Кочанов, Д.В.Тишин,

**Редактор:** д.б.н., доцент М.Б. Фардеева

**Кочанов М.А., Тишин Д.В.** Популяционная экология. Часть I. – Казань: Изд-во КФУ, 2016. — 33 с.

Методическое пособие предназначено для студентов бакалавров второго года обучения, обучающихся в КФУ по специальности «экология и природопользование».

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.

## Содержание

Введение.....	4
Правила заповедного режима Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника.....	5
Правила техники безопасности.....	6
Краткая характеристика района проведения практики.....	9
Задание 1. Размерно-возрастная структура популяций животных на примере двухстворчатых моллюсков .....	12
Задание 2. Размерно-возрастная структура популяций животных на примере брюхоногих моллюсков .....	18
Задание 3. Фенотипическая изменчивость популяции ели ( <i>Picea × fennica</i> (Regel) Kom) .....	24
Задание 4. Семенная продуктивность растений, на примере караганы древовидной ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.) .....	27
Цитируемая литература.....	31

## Введение

Основная цель летней комплексной учебно-полевой практики по экологии, проводимой в Институте экологии и природопользования по специальности «экология и 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 закономерностей структуры, распространения и динамики популяций в разных эколого-фитоценологических условиях.

В задачи раздела «Популяционная экология» входит натурное изучение популяций растений и животных, их определение и анализ их возрастного состава, 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 длительность полевой практики по каждому из разделов может составлять от трех до пяти дней.

Раздел экологической практики «Популяционная экология» традиционно проводится с выездом и проживанием на стационарах «Раифа». Учитывая охранный статус района проведения практики, работа студентов но-

сит не только учебный, но и научный мониторинговый характер. 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 и во всех видах работ, проводимых в ходе маршрутных и стационарных геоботанических обследований;
- практические навыки самостоятельного определения видов по полевым признакам в природе и при камеральной обработке коллекций;
- умение правильно вести полевой дневник и обрабатывать собранный фактический материал, применяя различные методы оценки биоразнообразия;
- практические навыки использования приборов и оборудования, применяемого при выполнении полевых экспедиционных работ по профилю практики.
- навыки самостоятельной исследовательской работы;
- умение составлять отчетную документацию.

## **Правила заповедного режима Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника**

При прохождении полевой практики на территории ВКГПБЗ обязательно соблюдение правил заповедного режима, в соответствии с которыми запрещается:

- выходить за пределы территории, указанной в разрешении (разрешение выдается преподавателю с указанием номера группы и количества студентов);
- осуществлять промысловую, спортивную и любительскую охоту, лов рыбы, иные виды пользования животным миром, за исключением специально разрешенных случаев;
- осуществлять любые действия, ведущие к нарушению почвенного 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.
- запрещается разведение костров, а также курение на учебных маршрутах.
- запрещается порча столбов и других знаков или объектов, находящихся на территории заповедника.

## 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 стационаре, 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 надобности 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 заловам 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, преподавателю 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 наиболее 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.

## Краткая характеристика района проведения практики

**Местоположение.** Стационар «Раифа» расположен на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ, кв.86) в Зеленодольском административном районе Республики Татарстан, в 500 м севернее остановки «Раифа» автотрассы Казань-Зеленодольск. С запада к стационару подходит асфальтированная дорога, ведущая к населенным пунктам Раифа, Садовый, Белое-Безводное, Большие Ключи и т.д. (Рис.1)

Организатором базы практики «Раифа» еще в 1970-х гг. был профессор кафедры охраны природы и биогеоценологии КГУ В.А. Попов. Живописнейшие и богатейшие места Раифы и удобное расположение базы (кв. 86) обеспечивает возможность проведения целого ряда учебно-полевых практик.

По данным лесоустройства ВКГПБЗ (2014) территория Раифского участка ВКГПБЗ имеет площадь 5921 га (рис. 1). По 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.** Раифский участок ВКГПБЗ ("Раифа") располагается в пределах Раифской низины, в основе которой лежит опустившийся и размывтый участок четвертой надпойменной террасы Волги. Причина террасированности заключается в различном литологическом составе и различных физических свойствах слагающих пород (Дедков, Тайсин, 2006).

**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  $-13,8^{\circ}\text{C}$ , а средняя температура июля  $+19,1^{\circ}\text{C}$ . Количество годовых осадков 509 мм. Наиболее дождливыми месяцами являются июнь, июль, август, часто сентябрь и октябрь. Незначительный максимум 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 сосняков зеленомошников 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 сосняков лишайниковых—рыхлопесчаные дерново-слабоподзолистые. Почвы относительно ровного рельефа сосняков брусничников — связанопесчаные дерново-слабоподзолистые на рыхлых песках, связанопесчаные слабоподзолистые на суглинках. Почвы сосняков черничников—мощный песчаный подзол на

суглинке; песчаные дерново-сильнопodzолистые на суглинке; супесчаные дерново-слабоподзолистые на песке. Почвы дубравы липово-снытевой — дерновые средне- и слабоподзолистые легкосуглинистые.

**Растительность.** Растительный покров Раифского участка очень разнообразен. Сформировавшиеся здесь растительные сообщества характеризуют зональную растительность южной части лесной зоны: на небольшой территории Раифы сочетаются все основные формации трех лесных зон Европейской части России — 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).

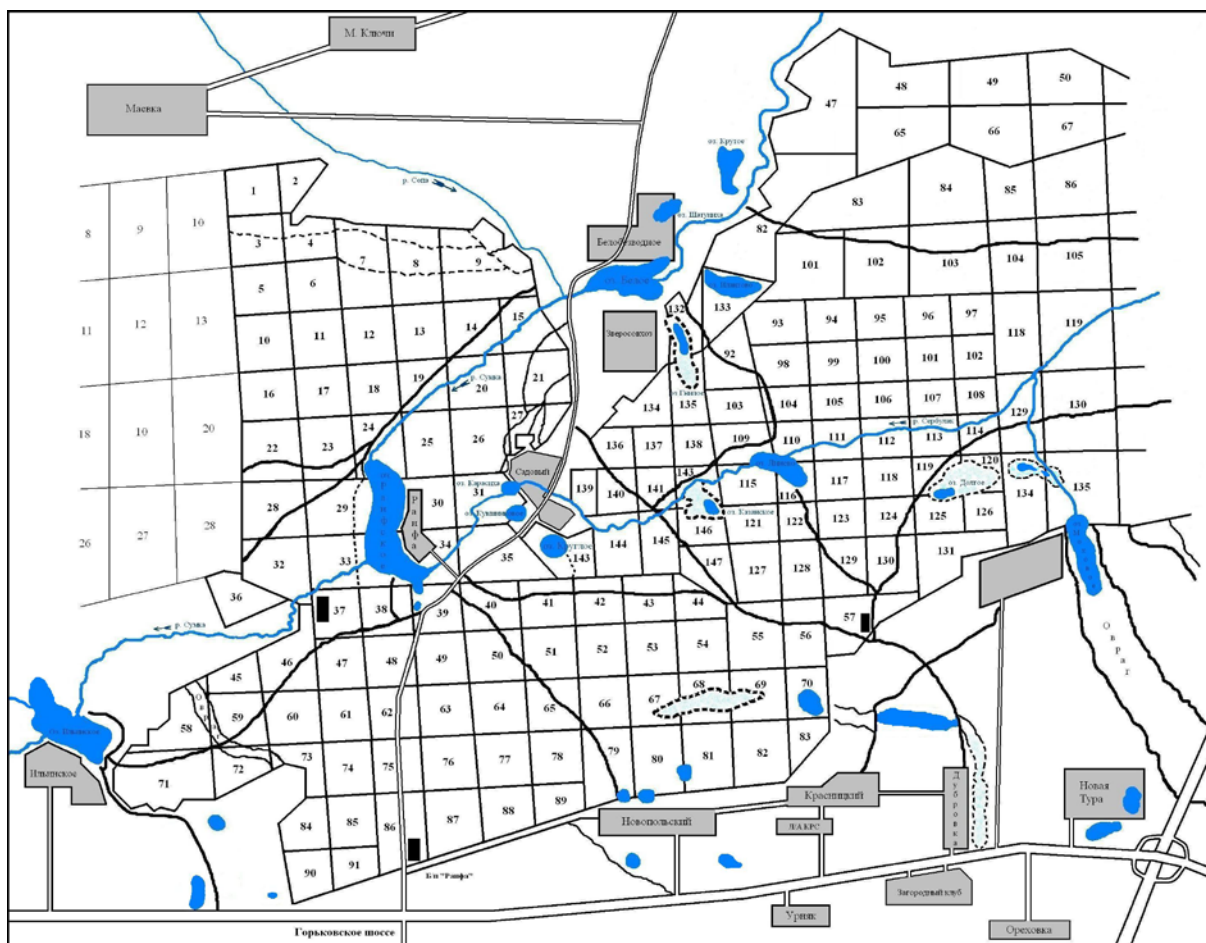


Рис.1. Схема Раифского участка ВКГПБЗ

## **Задание 1. Размерно-возрастная структура популяций животных на примере двустворчатых моллюсков**

Важными характеристиками популяций живых организмов являются их размерно-весовая и возрастная структура.

Одним из важнейших аспектов практического применения пресноводных моллюсков может явиться их способность к биоиндикации — главному методу биологического мониторинга, т.е. мониторинга биоты экосистемы (Зейферт, Хохуткин, 1995; Ветров, Чугай, 1988).

Водная фауна оказывается более чутким индикатором изменений, чем растения, обладающие значительной инерцией по отношению к ним. Использование водных беспозвоночных, и в частности моллюсков, в качестве индикаторных видов зачастую оправдано и может дать хороший результат.

Помимо этого, в связи с промысловым использованием многих двустворчатых моллюсков получает значение и точное определение их возраста по внешним признакам, что дает возможность следить за их темпами роста, определять скорость роста в разных условиях и т.д., что служит индикатором жизненного состояния популяции.

В зависимости от возможностей практики выполняется либо первое, либо второе задание.

Очень удобным объектом для полевых исследований размерно-весовой и возрастной структуры популяций двустворчатых моллюсков является перловица обыкновенная (*Unio pictorum* L.) которую можно встретить в больших количествах практически во всех пресноводных водоемах. Из морских двустворок для выполнения работы хорошо подходит мидия съедобная (*Mytilus edulis* L.), крупные поселения которой встречаются на многих морских литоральях.

Настоящие перловицы (*Unio*) крупные двухстворчатые моллюски, обладающие крепкой толстостенной раковиной, с хорошо развитым зам-

ком, снабженным одним-двумя центральными и хорошо развитыми пластинчатыми боковыми зубцами.

Перловица обыкновенная (*Unio pictorum*), достигающая длины до 14,5 см. самый крупный вид перловиц в Европе. Обитает на грунте в реках и озерах, а также тихих ручьях и прудах всей Европейской части нашей страны, в Средней и Северной Европе. Видовое латинское название «ракушка живописцев» указывает на прежнее использование раковин этого моллюска для смешивания красок.

Обнаружить перловиц в реке или в озере нетрудно по их следам — бороздкам, которые они оставляют на мягком грунте дна. Наиболее благоприятен для них илисто-песчаный грунт, в который моллюск закапывается примерно до середины под углом 30-60 градусов; вязкого ила они избегают. Благодаря массивной раковине перловицы могут обитать и на довольно плотных песчаных грунтах. Движения перловиц очень медленны (1—1,5 м в час). К осени перловицы зарываются в ил, погружаясь в него почти целиком; там они и зимуют, плотно закрыв створки раковины и пребывая в состоянии оцепенения. Перловицы весьма чувствительны к недостатку кислорода в воде: они отсутствуют там, где кислорода мало. Благодаря этому перловицы могут служить индикатором благополучного кислородного режима водоема. Питаются перловицы детритом, взвешенным в воде, и мелкими планктонными организмами; для питания и дыхания профильтровывают большое количество воды, способствуя тем самым ее очистке от взвеси.

При сопоставлении размерно-весовых характеристик и возрастных групп различных популяций перловицы обыкновенной (*Unio pictorum*) можно судить как о благополучии популяции в целом, так и среды, в которой эта популяция обитает.

**Цель работы:** изучение размерно-весовой и возрастной структуры различных популяций перловицы обыкновенной (*Unio pictorum* L.).

**Оборудование и инструменты:** сачок гидробиологический, кювета, термометр, штангенциркуль, линейка, весы, щетка.

### **Порядок выполнения задания**

1. На нескольких водоемах различной трофности и с разной степенью антропогенной нагрузки определить участки, удобные для проведения исследований. Степень антропогенной нагрузки определяется визуально.

2. Каждый исследуемый участок необходимо разбить на 10 секторов площадью не менее  $1 \text{ м}^2$ . Для каждого сектора составляется описание (грунт, температура воды, водная растительность, попутно встреченные виды беспозвоночных). Для анализа отбираются все встреченные на данной площади особи (выборка с каждого сектора должна быть не менее 5 особей). Отловленные моллюски помещаются в кювету с водой для дальнейшей обработки.

3. При помощи штангенциркуля и линейки измерить длину (L), высоту (H) и ширину – выпуклость двух створок (C) раковины каждой выловленной особи с точностью до 0,5 мм. Схема промеров показана на рисунке 2.

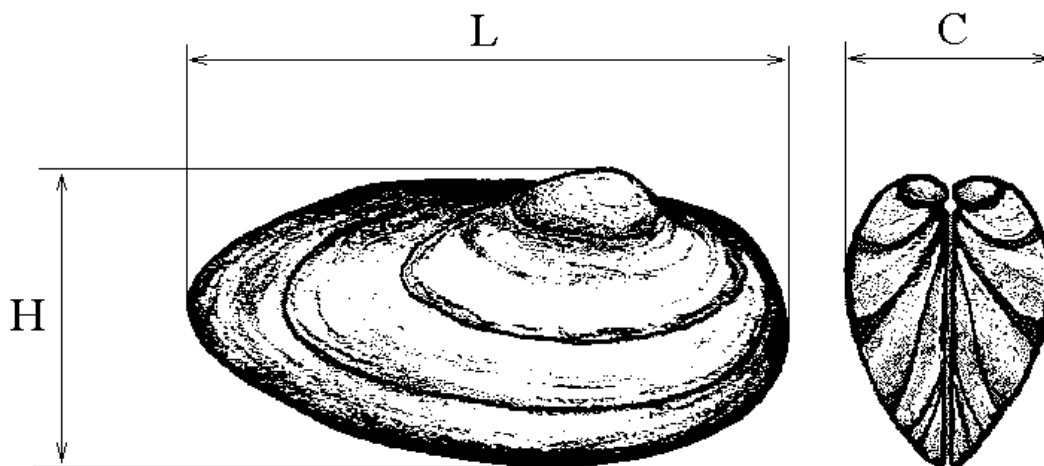


Рис. 2. Схема промеров раковины перловицы обыкновенной (*Unio pictorum*)

4. Взвесить каждую особь при помощи весов с точностью до 0,01 г.

5. Щеткой очистить раковины от обрастаний и определить возраст особей по дугам годового прироста.

Перловица обыкновенная растет очень медленно и нужной для производственных целей величины достигает лишь через 8-10 лет. Возраст же, приближающийся к 15 годам, для этого вида, по-видимому, является предельным.

Из многочисленных существующих методов наиболее надежным и удобным является метод подсчета дуг годового прироста. В зимний период рост раковины приостанавливается, что ведет к образованию дугообразного рисунка на наружной поверхности створок. Таким образом, число дуг на раковине соответствует числу лет, прожитых моллюском. При определении возраста следует принимать в расчет лишь те дуги, которые опоясывают всю створку и имеют выступающий скульптурный, слегка морщинистый, край (Рис. 3). Дуги короткие, гладкие, без выступающих складок не являются годовыми и во внимание не принимаются. Метод довольно прост, и не требует специального оборудования. Определение возраста, таким образом, возможно даже в полевых условиях. Кроме того, он удобен тем, что при его применении не требуется убивать моллюска, и после получения необходимых данных, моллюск может быть отпущен.

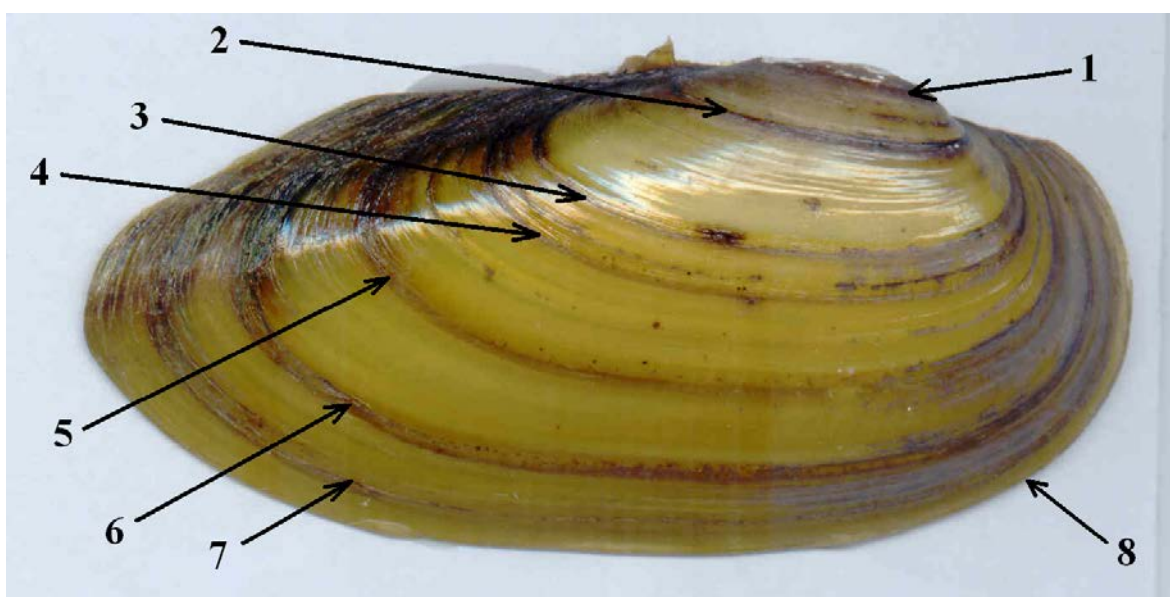


Рис. 3. Определение возраста перловицы обыкновенной (*Unio pictorum*) по дугам годового прироста.

6. Полученные по каждому сектору озер данные занести в таблицы аналогичные таблице 1.

Таблица 1.

№ особи	Длина раковины L, мм.	Высота раковины H, мм.	Ширина раковины C, мм.	Вес особи г.	Возраст особи (лет)	Примечания
1.						
2.						
...						
n.						

7. Построить гистограммы возрастного состава популяций перловицы обыкновенной каждого озера. Определить, какие возрастные группы преобладают в составе популяции каждого исследуемого озера.

8. Найти минимальные и максимальные значения параметров раковины перловицы обыкновенной для каждого исследуемого озера, а также вычислить средние арифметические значения всех показателей и их ошибки. Занести данные в таблицы, аналогичные таблице 2.

Таблица 2.

Признак Сектор	L, мм.		H, мм.		C, мм.		Вес особи, г.		Возраст, лет	
	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее
1.										
2.										
...										
n.										
Среднее для озера										

9. Проанализировать таблицы и сделать вывод о распределении и размерно-возрастном составе популяции перловицы обыкновенной на каждом из исследуемых озер в зависимости от грунта, температуры воды, растительности.



10. По результатам вычислений средних значений признака для каждого исследуемого озера составить таблицу.

Таблица 3.

Признак Озеро	L, мм.		Н, мм.		С, мм.		Вес особи, г.		Возраст, лет	
	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее
1.										
2.										
...										
n.										

11. Для каждого исследуемого озера построить сравнительные графики зависимости длины раковины перловицы обыкновенной от ее возраста и графики зависимости массы моллюска от возраста. Проследить темпы роста моллюска в разных условиях. По результатам сопоставления размерно-весовых характеристик и возрастных групп сделать выводы о благополучии популяции перловицы обыкновенной каждого озера.

12. Построить сравнительные графики средних значений признаков, расположив озера по степени возрастания антропогенной нагрузки.

13. Сделать выводы об особенностях распределения и размерно-возрастном составе популяций перловицы обыкновенной (*Unio pictorum*) исследуемых озер в связи с возрастанием антропогенной нагрузки.

15. Оформить отчет и сдать преподавателю.

## **Задание 2. Размерно-возрастная структура популяций животных на примере брюхоногих моллюсков**

Раковина брюхоногих моллюсков весьма изменчива во всех признаках: в размерах и форме раковины и ее устья, форме последнего оборота и в индексах отношений высоты раковины к ширине, высоты устья к высоте завитка и т.д. (Жадин, 1952).

В целях детального изучения пресноводных моллюсков и установления связи изменчивости с воздействием внешней среды, большой интерес представляет анализ изменчивости раковин широко распространенных видов, взятых из самых различных местонахождений.

Известно, что рост раковины пресноводных брюхоногих моллюсков является аллометрическим, то есть форма раковины и пропорции ее частей (завитка, устья и т.п.) изменяются в онтогенезе. Изменения аллометрических параметров во времени и пространстве, по-видимому, могут отражать процесс адаптации вида к новым условиям обитания, который идет путем изменения стратегий роста (Винарский, 2005).

В качестве объекта для изучения хорошо подходит такой брюхоногий моллюск как большой прудовик (*Lymnaea stagnalis*). Этот вид характеризуется массовостью в природе, доступностью для ручного сбора, а также не имеет конхиометрически выраженного полового диморфизма, таким образом большой прудовик является удобным объектом для изучения меж- и внутривидовой изменчивости гастропод.

У большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*) раковина крупная, спиральная с сильно вытянутым острым завитком и с большим последним оборотом (рис. 4). Раковина состоит из извести, покрытой слоем зеленовато-коричневого рогоподобного вещества. Цвет раковины – от темно-коричневого до белого и розового. Окраска изменчива благодаря различным налетам. Поверхность раковины умеренно блестящая, покрытая тонкими, идущими в разных направлениях линиями; часто наблюдается сетча-

тая структура. Оборотов 6-8; первые обороты слабо выпуклые и возрастают медленно, последние обороты сильно расширенные и раздутые. Устье раковины яйцевидное, высота его, как правило, несколько больше высоты завитка (Жадин, 1952; Рупперт, 2008).

Среда обитания большого прудовика стоячие водоемы (пруды, озера, затоны рек, каналы, болота) с обильной растительностью. Встречается прудовик и в пересыхающих водоемах. При высыхании водоемов, заселенных прудовиками, далеко не все моллюски погибают, для выживания они выделяют плотную пленку, замыкающую отверстие раковины (однако для нашей полосы это явление практически не отмечается). Некоторые наиболее приспособленные формы моллюсков переносят пребывание вне воды довольно долго. Так, прудовик обыкновенный может жить без воды до двух недель. При замерзании водоемов моллюски не погибают, вмерзая в лед, и оживают при оттаивании (Peter Glöer, 2002).

Дышит прудовик воздухом, запасы которого обновляет, поднимаясь на поверхность (6-9 раз в час). Прудовики, живущие в глубоких озерах на значительной глубине, дышат воздухом, растворенным в воде, который наполняется в дыхательной полости. Таким образом, эти моллюски довольно часто появляются у поверхности и легко доступны для сбора гидробиологическим сачком.

**Цель работы:** изучение размерно-весовой и возрастной структуры различных популяций большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*).

**Оборудование и инструменты:** сачок гидробиологический, кювета, термометр, штангенциркуль, линейка, весы, щетка.

#### **Порядок выполнения задания**

1. На нескольких водоемах различной трофности и с разной степенью антропогенной нагрузки определить участки, удобные для проведения исследований. Степень антропогенной нагрузки определяется визуально.

2. Каждый исследуемый участок необходимо разбить на 10 секторов площадью не менее  $1 \text{ м}^2$ . Для каждого сектора составляется описание (грунт, температура воды, водная растительность, попутно встреченные виды беспозвоночных). Для анализа отбираются все встреченные на данной площади особи (выборка с каждого сектора должна быть не менее 10 особей). Отловленные моллюски помещаются в кювету с водой для дальнейшей обработки.

3. При помощи штангенциркуля и линейки измерить высоту раковины ( $L_{\text{общ}}$ ), высоту устья ( $L_{\text{уст}}$ ), ширину раковины ( $V_{\text{общ}}$ ) и ширину устья ( $V_{\text{уст}}$ ) каждой выловленной особи с точностью до 0,5 мм. Схема промеров показана на рисунке 4.

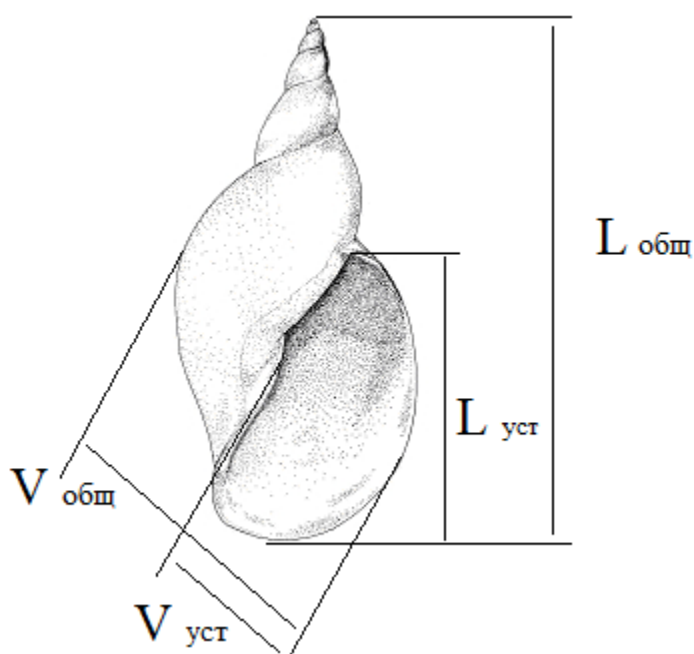


Рис. 4. Схема промеров раковины большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*)

4. Взвесить каждую особь при помощи весов с точностью до 0,01 г.

5. Щеткой очистить раковины от обрастаний и определить возраст особей по дугам годового прироста.

Прудовик большой растет довольно быстро и довольно крупных размеров достигает уже ко второму году жизни. Возраст же, приближающийся к 4-5 годам, для этого вида, по-видимому, является предельным.

Из многочисленных существующих методов наиболее надежным и удобным является метод подсчета дуг годового прироста. В зимний период

рост раковины приостанавливается, что ведет к образованию дугообразного рисунка на наружной поверхности створок. Таким образом, число дуг на раковине соответствует числу лет, прожитых моллюском. При определении возраста следует принимать в расчет лишь те дуги, которые опоясывают всю створку и имеют выступающий скульптурный, слегка морщинистый, край (Рис. 5). Дуги короткие, гладкие, без выступающих складок не являются годовыми и во внимание не принимаются. Метод довольно прост, и не требует специального оборудования. Определение возраста, таким образом, возможно даже в полевых условиях. Кроме того, он удобен тем, что при его применении не требуется убивать моллюска, и после получения необходимых данных, моллюск может быть отпущен.



Рис. 5. Определение возраста большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*) по дугам годового прироста.

6. Полученные по каждому сектору данные занести в таблицы аналогичные таблице 4.

Таблица 4.

№ особи	Высота раковины L общ, мм.	Высота устья L уст, мм.	Ширина раковины V общ, мм.	Ширина устья V уст, мм.	Вес особи г.	Возраст особи (лет)	Примечания
1.							
2.							
...							
n.							

7. Построить гистограммы возрастного состава популяций прудовика большого каждого озера. Определить, какие возрастные группы преобладают в составе популяции каждого исследуемого озера.

8. Найти минимальные и максимальные значения параметров раковины перловицы обыкновенной для каждого исследуемого озера, а также вычислить средние арифметические значения всех показателей и их ошибки. Занести данные в таблицы, аналогичные таблице 5.

Таблица 5.

Признак Сектор	L общ, мм.		L уст, мм.		V общ, мм.		V уст, мм.		Вес особи, г.		Возраст, лет	
	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее
1.												
2.												
...												
n.												
Среднее для озера												

9. Проанализировать таблицы и сделать вывод о распределении и размерно-возрастном составе популяции прудовика большого на каждом из исследуемых озер в зависимости от грунта, температуры воды, растительности.

10. По результатам вычислений средних значений признака для каждого исследуемого озера составить таблицу (таб. 6).

Таблица 6.

Признак Озеро	L общ, мм.		L уст, мм.		V общ, мм.		V уст, мм.		Вес особи, г.		Возраст, лет	
	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее	min - max	среднее
1.												
2.												
...												
n.												

11. Для каждого исследуемого озера построить сравнительные графики зависимости высоты раковины прудовика большого от его возраста и

графики зависимости массы моллюска от возраста. Проследить темпы роста моллюска в разных условиях. По результатам сопоставления размерно-весовых характеристик и возрастных групп сделать выводы о благополучии популяции прудовика большого каждого озера.

12. Построить сравнительные графики средних значений признаков, расположив озера по степени возрастания антропогенной нагрузки.

13. Сравнить полученные в полевых условиях данные с математическими данными из таблицы и сделать выводы.

Возраст (годы)/высота раковины (мм)	оз.Раифское	оз.Круглое	оз.Линево	оз.Ильинское
1+	20-40 мм	20-40 мм	20-40 мм	20-35 мм
2+	>40 мм	>40 мм	>40 мм	>35 мм

14. Сделать выводы об особенностях распределения и размерно-возрастном составе популяций большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*) исследуемых озер в связи с возрастанием антропогенной нагрузки, построить необходимые графики и диаграммы.

15. Оформить отчет и сдать преподавателю.

### **Задание 3. Фенотипическая изменчивость популяции ели (*Picea × fennica* (Regel) Kom)**

В роде *Picea* A. Dietr. важным диагностическим признаком является форма семенной чешуи женской шишки; этот признак не изменяется на протяжении жизни дерева и в пределах кроны (Мамаев, Некрасов, 1968; Бобров, 1978; Попов, 1999б). Как известно, у *Picea abies* (L.) Karst. семенная чешуя вытянутая, ромбовидной формы, её верхний край как бы зазубренный; у *P. obovata* Ledeb. – обратнойцевидной формы, с цельным верхним краем. Гибриды имеют промежуточные признаки. Территория Татарстана находится в зоне интрогрессивной гибридизации *P. abies* и *P. obovata*; произрастающая здесь ель представлена их гибридом – *P. ×fennica* (Reg.) Kom. (Бобров, 1944; Бакин и др., 2000). Следует отметить, что у елей длина шишки считается важным диагностическим признаком (Сукачев, 1928; Мамаев, Некрасов, 1968; Бобров, 1978). В Раифе внутривидовая изменчивость длины шишек (средних по деревьям) характеризуется сравнительно невысоким уровнем, и варьирует от 7,28 до 8,98 см (средняя –  $8,01 \pm 0,07$  см). Вариабельность длины шишек колеблется от 11,5 до 17,9% (Тишин, 2010). Как известно, высокий коэффициент указывает на ослабление генотипического контроля и увеличение роли внешних факторов в формировании того или иного фенотипического признака. Вместе с тем, С.А. Мамаев (1969) отмечает, что специфичность амплитуды изменчивости того или иного признака определяется многими причинами, которые ещё слабо изучены.

**Цель работы** – изучить фенотипическую изменчивость популяции ели из разных участков леса ВКГПБЗ.

**Оборудование:** бинокулярный микроскоп с микрометрическим окуляром, штангенциркуль, миллиметровая бумага, карандаш, скальпель или бритвенное лезвие.



## Порядок выполнения задания

1. Заложить пробные площади (ПП), размером 0,25 га, в разных кварталах леса. При возможности определить возраст деревьев дендрохронологическим методом (Тишин, 2011).
2. С каждого дерева ПП собрать по одной шишке (выборка не менее 30 шт.).
3. Измерить длину шишки штангенциркулем в мм.
4. Со средней части шишки вырезать семенную чешую, на листе бумаги тонким грифельным карандашом обвести её контур.
5. Под микроскопом измерить следующие параметры:  
ширину чешуи в утолщенной части –  $D_{max}$ ; высоту верхней части –  $h$ ; ширину чешуи, откладываемую от верхнего края на  $0,1D_{max}$  –  $d$  (рис. 6).

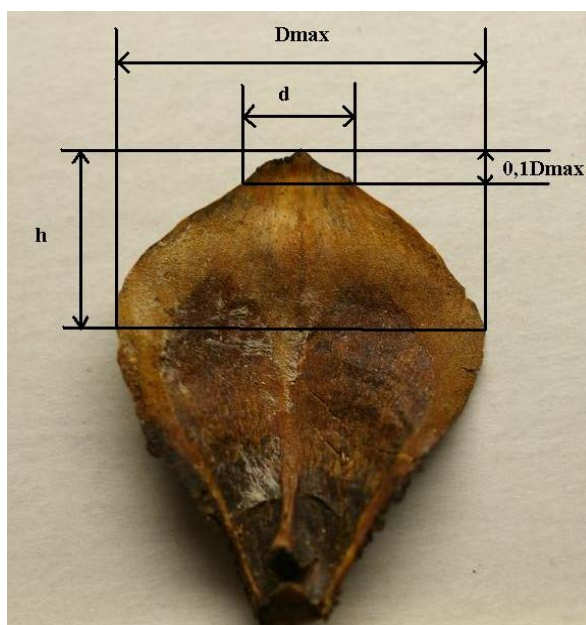


Рис. 6. Схема измерений семенной чешуи ели:  $D_{max}$  – ширина чешуи в утолщенной части;  $h$  - высоту верхней части;  $d$  - ширину чешуи, откладываемую от верхнего края на  $0,1D_{max}$

6. Полученные данные занести в таблицу

Таблица 7.

## Биометрические показатели шишек и семенных чешуй ели

№	Длина, мм	Dmax	h	d`	Индекс i	Фенотип
1						
2						
3						
п..						

7. Вычислить индексы формы(Cf) и определить фенотип ели.

Форма семенной чешуи описывается относительными показателями сужения её верхней части ( $C_n = d' : d_{max} \cdot 100$ ), вытянутости ( $C_p = h : d_{max} \cdot 100$ ) и индекса формы ( $C_f = C_n / C_p$ ).

Последний является комплексным показателем, отражающим форму верхней части семенной чешуи.

Для определения фенотипа (расы) ели используют шкалу индексов П.П. Попова (1999б), выделив три класса градации:

$C_f = 0,7$  и менее – фенотипы с преобладанием признаков *P. abies* (по П.П. Попову (2005), – «европейская ель с признаками гибридности»);

$C_f = 0,8-1,2$  – фенотипы с относительно равными признаками *P. abies* и *P. obovata* («ель промежуточная»);

$C_f = 1,3$  и более – фенотипы с преобладанием признаков *P. obovata* («сибирская ель с признаками гибридности»).

8. Сделать вывод о соотношении фенотипов ели в различных участках леса, построить необходимые графики и диаграммы.

9. Оформить отчет и сдать преподавателю.

#### **Задание 4. Семенная продуктивность растений, на примере караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.)**

Популяции растений в фитоценозе связаны сложными взаимоотношениями между собой и с окружающей средой. Эти взаимоотношения влияют на ритм, продолжительность и результат отдельных этапов размножения, на весь процесс репродукции в целом. Размножение особей, поддерживающее уровень численности популяции – необходимое условие существования вида в ценозе. Но даже успешное размножение создает лишь потенциальные возможности для возобновления вида. Реализация этих возможностей определяется множеством факторов, среди которых решающими являются биоценотические. Репродукция представляет собой комплексный процесс, состоящий из строго последовательных этапов. Главные из них: цветение и опыление, оплодотворение, плодоношение, формирование семян, их созревание, диссеминация, образование всходов. Результат всего репродуктивного процесса зависит от успеха каждого отдельного этапа.

Изучение таких параметров у растений, как потенциальная и реальная семенная продуктивность, очень важно для выявления механизмов, обеспечивающих популяционную адаптацию вида к меняющимся факторам среды (Окулова, 2005). Семенная продуктивность – это число семян, продуцируемых одной особью (одним генеративным побегом). Изучение семенной продуктивности – важная составляющая популяционных исследований растений. Оценка семенной продуктивности проводится в генеративный период онтогенеза, когда изучают особенности плодоношения и семенную продуктивность растений. Для определения семенной продуктивности используется методика, предложенная И. В. Вайнагий (1973) и дополненная другими авторами.

Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) – включает все семена особи, независимо от их качества, включая недозрелые, недоразви-

тые, поврежденные насекомыми и грибами, а также семяпочки. ПСП характеризует степень реализации потенциальной способности вида к образованию семян, генетические его возможности. Она находится в непосредственной зависимости от факторов: опыления, питания и биологических особенностей вида, влияющих на оплодотворение (количество и качество пыльцы, скорость роста пыльцевых трубок, состояние рыльца в момент опыления и др.).

#### Развитые плоды или фактическая семенная продуктивность

Фактическая или реальная семенная продуктивность (ФСП или РСП) – число зрелых, полноценных семян на один генеративный побег или на одну особь (Вайнагий, 1973 и др.). Фактическая семенная продуктивность составлена зрелыми полноценными семенами, которые в благоприятных условиях обеспечивают возобновление вида в фитоценозе. Эта величина является переменной и зависит от метеоусловий сезона наблюдения и экологических характеристик местообитания.

На рис. 7 в плоде *Caragana arborescens* Lam. (боб) находятся нормально развитые семена (Р), недоразвитые семена (Н) и семяпочки (С). Семяпочка — неоплодотворенное семя, мелких размеров, прикреплена семяножкой к плаценте. Недоразвитые плоды - дефектные, невсхожие, щуплые, мелкие, раздавленные, разрезанные и голые семена, поврежденные вредителями или загнившие.

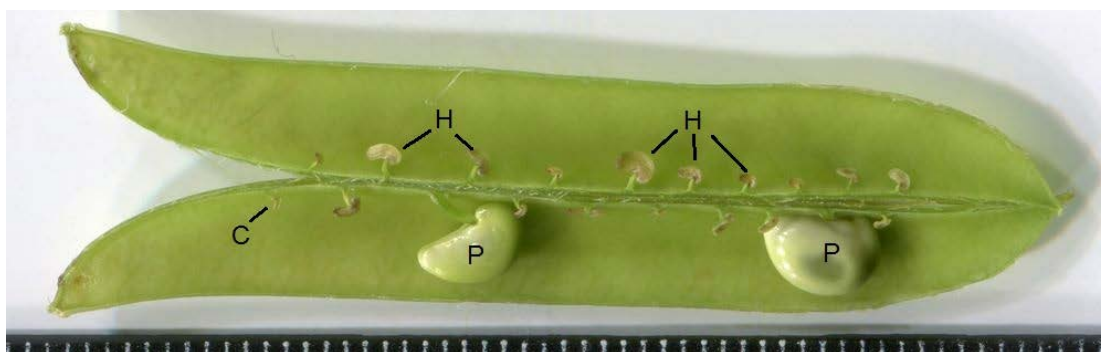


Рис. 7. Вскрытый боб караганы древовидной: Р – развитое семя, Н – недоразвитое семя, С – семяпочка.

Карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) кустарник из семейства Бобовые (Fabaceae Lindl.). Вид широко распространен в Сибири и Средней Азии. Растет на самых разнообразных почвах в разреженных лесах (в основном сосняки и лиственничники), на лесных опушках, оврагах. К условиям произрастания нетребовательна (олиготроф). От морозов не страдает, светолюбива, но достаточно теневынослива и засухоустойчива. Растет быстро, доживает до 50 лет. Обильно плодоносит, обогащает почву азотом, легко переносит стрижку и пересадку. Размножается семенами и порослью от пня. Характеризуется дружным наступлением всех фаз развития. Цветет в конце мая – начале июня около двух недель. Плод – узкий линейно-цилиндрический боб, обычно длиной 30-50 мм (может достигать 70 мм), голый, бурого или коричневого цвета. Раскрывшиеся и скрутившиеся створки бобов долго удерживаются в кроне. Плоды созревают в июле – августе. Плодоносит карагана уже на второй год. Вид очень полиморфен. Растение, введенное в культуру в 1752 году Петербургским ботаническим садом. Выращивается как декоративный и неприхотливый кустарник, который часто встречается в озеленении городов и поселков далеко за пределами своего ареала естественного произрастания. (Корпорачинский, 1983; Плотникова, 2005).

**Цель работы:** исследовать репродуктивные параметры караганы древовидной в различных условиях среды.

**Оборудование:** увеличительная лупа, микроскоп МБС, кювета, пинцет, скальпель, игла.

#### **Порядок выполнения задания**

1. Собрать бобы у пяти и более кустов караганы из разных мест обитания (рядом с автотрассой, в охранной зоне заповедника и т.д.). Объем выборки должен составлять более 100 шт.
2. Вскрыть бобы и рассмотреть семена под микроскопом или увеличительной лупой.

3. Подсчитать плоды и заполнить таблицу (табл. 8).

Таблица 8.

№ боба	Развитые, шт	Недоразвитые	семяпочки	ПСП
1				
2				
n				
средние				

4. Вычислить гибель (М) семян по следующей формуле:

$$M = \frac{(\text{недоразвитые} + \text{семяпочки})}{\text{ПСП}} * 100\%$$

5. Провести статистическую обработку данных (среднеарифметическая, ошибка средней, стандартное отклонение и др.) в Excel или в программе Past (Hammer, 2003) <http://nhm2.uio.no/norlex/past>. Для сравнения двух выборок на достоверность различий использовать критерий Стьюдента (t-test).
6. Оценить семенную продуктивности караганы древовидной из разных мест произрастания. Сделать заключение о качестве природной среды по состоянию репродуктивных показателей.
7. Оформить отчет и сдать преподавателю.

## Цитируемая литература

1. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. 490с.
2. Бобров Е.Г. Об особенностях флоры эрратической области (один из путей формообразования) // Сов. ботаника. 1944. № 2. С. 3-20.
3. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. – Л.: Наука, 1978. 188с.
4. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журнал, 1974, №6. - с. 826 – 831.
5. Жадин И.В. Моллюски пресноводных и солоноватых вод СССР. - М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1952.
6. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. - М.: РАН, ИПЭиЭ им. Северцова, Тов. Научн. изданий КМК, 2005.
7. Корпорачинский И. Ю. Древесные растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. - 254 с.
8. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблемы). М.: Наука, 1981.- 96 с.
9. Летопись природы Волжско-Камского государственного природного заповедника. Книга 52, 2014 г.
10. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений // Тр. Ин-та экологии раст. и живот. УНЦ АН СССР. – Свердловск, Вып. 64, 1969. С. 3-38.
11. Окулова С. М. Репродуктивная характеристика городских популяций растений (на примере бобовых). Экология города Казани (коллективная монография). Казань, Академия наук РТ, 2005. – с. 171 – 176.
12. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон, бентос). / Ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.

13. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий т.6 (моллюски, полихеты, немертины). ЗИН - С-Пг. Наука 2004.
14. Определитель фауны и флоры Северных морей СССР. / Ред. Н.С.Гаевская. - М.: Советская наука, 1948.
15. Плотникова Л. С. Декоративные деревья и кустарники. Иллюстрированный определитель/М.: БММАО, 2005. -152 с.
16. Попов П.П. Гибридная ель на Северо-Востоке Европы // Лесоведение. 1996. № 2. С. 62-72.
17. Попов П.П. Ель на востоке Европы и Западной Сибири: Популяционно-географическая изменчивость и её лесоводственное значение. – Новосибирск: Наука, 1999. 169 с.
18. Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем. – Новосибирск: Наука, 2005. 231с.
19. Правдин Л.Ф. Ростовцев С.А. Влияние происхождения семян ели обыкновенной на рост культур из них // Лесоведение. 1980. № 6. С. 3-10.
20. Сукачев В.Н. Лесные породы. Систематика, география и фитосоциология их. Ч. 1: Хвойные. – М.: Нов. деревня, 1928. Вып. 1. 80 с.
21. Тишин Д.В. Материалы по фенотипической изменчивости *Picea × fennica* (Regel.) Ком Раифы // Ботанические заметки, 2010, №1. С.10
22. Тишин Д.В. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа) / Д.В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 33 с.
23. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской части России. - М.: МАКС Пресс, 2003.
24. Hammer O. Past – PAleocological STatistics, ver. 1.04 [Электронный ресурс]. – 2003. – Режим доступа: <http://folk.uio.no/ohammer/past>, свободный.