

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 03.04.2023 15:58:50

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра биомедицинской инженерии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 01 » 03 2023г.



БИОЛОГИЯ

Методические рекомендации по выполнению практических работ ОПОП
СПО – программы подготовки специалистов среднего звена
40.02.02 Правоохранительная деятельность

Курск 2023

УДК 573, 574

Составитель К.В. Разумова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Конаныхина Т.Н.

Биология: методические указания для выполнения практических работ студентов / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: К.В. Разумова, Курск, 2023. 29 с. с ил.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения, порядок выполнения и содержание отчета по практическим занятиям по дисциплине «Биология» и соответствуют требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 40.02.02 Правоохранительная деятельность.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16
Усо.печ.л.0,29. Уч.-изд.л.0,26. Тираж ___ экз. Заказ 210. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040. г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

| | |
|--|----|
| Практическая работа № 1 Использование различных методов при изучении биологических объектов..... | 4 |
| Практическая работа № 2. Составление и анализ родословных человека..... | 9 |
| Практическая работа № 3 Изучение ископаемых остатков растений и животных в коллекциях..... | 18 |

Практическая работа № 1

Использование различных методов при изучении биологических объектов

Цель работы: ознакомление с основными методами познания живой природы, приобретение практических навыков представления демонстрационного материала учебно-познавательного характера.

Краткие теоретические сведения.

Как и любая другая наука, биология имеет свой арсенал методов. Помимо научного метода познания, применяемого в других отраслях, в биологии широко используются такие методы, как исторический, сравнительно-описательный и др.

Научный метод познания включает в себя наблюдение, формулировку гипотез, эксперимент, моделирование, анализ результатов и выведение общих закономерностей (рис.1).

Наблюдение — это целенаправленное восприятие объектов и явлений с помощью органов чувств или приборов, обусловленное задачей деятельности. Основным условием научного наблюдения является его объективность, т. е. возможность проверки полученных данных путем повторного наблюдения или применения иных методов исследования, например эксперимента. Полученные в результате наблюдения факты называются *данными*. Они могут быть как *качественными* (описывающими запах, вкус, цвет, форму и т. д.), так и *количественными*, причем количественные данные являются более точными, чем качественные.



Рис. 1. Схематическое изображение научного метода исследования

На основе данных наблюдений формулируется *гипотеза* — предположительное суждение о закономерной связи явлений. Гипотеза подвергается проверке в серии экспериментов. *Экспериментом* называется научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого явления в контролируемых условиях, позволяющих выявить характеристики данного объекта или явления. Высшей формой эксперимента является *моделирование* — исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей. По существу, это одна из основных категорий теории познания: на идее моделирования базируется любой метод научного исследования — как теоретический, так и экспериментальный.

Результаты эксперимента и моделирования подвергаются тщательному анализу. *Анализом* называют метод научного исследования путем разложения предмета на составные части или мысленного расчленения объекта путем логической абстракции. Анализ неразрывно связан с синтезом. *Синтез* — это метод изучения предмета в его целостности, в единстве и взаимной связи его частей. В результате анализа и синтеза наиболее удачная гипотеза исследования становится *рабочей гипотезой*, и если она способна устоять при попытках ее опровержения и по-прежнему удачно предсказывает ранее необъясненные факты и взаимосвязи, то она может стать теорией.

Под *теорией* понимают такую форму научного знания, которая дает целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Общее направление научного исследования состоит в достижении более высоких уровней предсказуемости. Если теорию не способны изменить никакие факты, а встречающиеся отклонения от нее регулярны и предсказуемы, то ее можно возвести в ранг *закона* — необходимого, существенного, устойчивого, повторяющегося отношения между явлениями в природе.

По мере увеличения совокупности знаний и совершенствования методов исследования гипотезы и прочно укоренившиеся теории могут оспариваться, видоизменяться и даже отвергаться, поскольку сами научные знания по своей природе динамичны и постоянно подвергаются критическому переосмыслению.

Исторический метод выявляет закономерности появления и развития организмов, становления их структуры и функции. В ряде случаев с помощью этого метода новую жизнь обретают гипотезы и теории, ранее считавшиеся ложными. Он стал широко применяться со второй половины 19 века благодаря работам Чарльза Дарвина, который с его помощью обосновал закономерности появления и развития организмов, становление их структур и функций во времени и пространстве (см. Рис. 2). Применение исторического метода позволило превратить биологию из описательной науки в объясняющую.

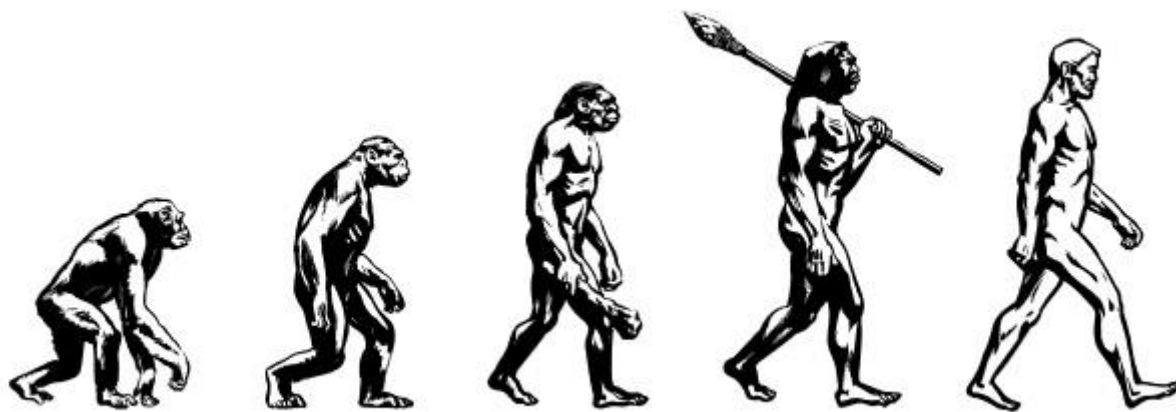


Рис. 2. История эволюции человека

Сравнительно-описательный метод предусматривает проведение анатомо-морфологического анализа объектов исследования. Он лежит в основе классификации организмов, выявления закономерностей возникновения и развития различных форм жизни.

Мониторинг — это система мероприятий по наблюдению, оценке и прогнозу изменения состояния исследуемого объекта, в частности биосферы.

Проведение наблюдений и экспериментов требует зачастую применения специального оборудования, такого как микроскопы, центрифуги, спектрофотометры и др.

Инструментальный метод включает в себя микроскопию, электрографию, радиолокацию и дифференциальное центрифугирование.

Микроскопия широко применяется в зоологии, ботанике, анатомии человека, гистологии, цитологии, генетике, эмбриологии, палеонтологии, экологии и других разделах биологии. Она позволяет изучить тонкое строение объектов с использованием световых, электронных, рентгеновских и других типов микроскопов.

Устройство светового микроскопа. Световой микроскоп состоит из оптических и механических частей. Оптические части участвуют в построении изображения, а механические служат для удобства пользования оптическими частями (рис. 2).

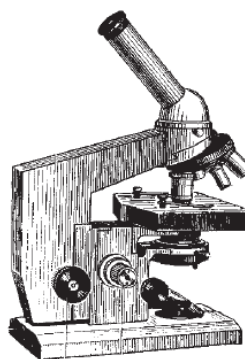


Рис. 3. Внешний вид светового микроскопа

Общее увеличение микроскопа определяется по формуле:
увеличение объектива \times увеличение окуляра = увеличение микроскопа.
Например, если объектив увеличивает объект в 8 раз, а окуляр — в 7, то общее увеличение микроскопа равно 56.

Дифференциальное центрифугирование, или фракционирование, позволяет разделить частицы по их размерам и плотности под действием центробежной силы, что активно используется при изучении строения биологических молекул и клеток.

Арсенал методов биологии постоянно обновляется, и в настоящее время охватить его полностью практически невозможно. Поэтому некоторые методы, используемые в отдельных биологических науках, будут рассмотрены далее.

Порядок выполнения работы.

- 1) Изучите теоретический материал, просмотрите документальные фильмы и презентации.
- 2) Предложите схемы методов познания живой природы, состоящей из 5 уровней. Покажите их взаимосвязь.
- 3) Ответьте на контрольные вопросы (не менее 3) с указанием источников информации.
- 4) Оформите отчет, включающий результаты выполнения работы и список используемых информационных источников.

Контрольные вопросы

1. Для какого метода характерно прогнозирование возможных последствий?
2. Основой чего является сопоставление старых и новых фактов в изучении всего живого?
3. В каком методе применяются световые микроскопы?
4. Какой метод основывается на описании внешних признаков?
5. На этом методе основываются классификации видов?
6. В переводе с греческого языка метод?
7. Метод исследования – это...
8. Кто первым из учёных ввёл понятие «биология»?
9. Биология – это ...
10. Дайте определение понятию эксперимент
11. К какому методу относится внесение ученым в полевой дневник информации о признаках растений или животных?
12. С помощью какого метода человек узнает численность животных, их вес и скорость передвижения?
13. С помощью какого метода изучают сезонные изменения в живой природе?
14. Скорость движения леопарда определяют методом?
15. Как называется метод познания окружающего мира, состоящий в создании и исследовании копий объектов?
16. Для выявления общих признаков животных, растений и грибов используется метод?

17. Как называется исследование, при котором человек в лаборатории воспроизводит природное явление?
18. Метод измерения используют во всех естественных науках, так ли это?
19. Учёный изучает процесс распространения грибов в ходе наблюдений в природе, так ли это?
20. Использование секундомера для определения скорости движения животных является методом?
21. Методом наблюдения пользуются только биологи, так ли это?
22. С помощью опыта можно определить, какие тела притягиваются магнитом, так ли это?
23. Растворение химических веществ с целью их изучения — это метод, который называется...

Практическая работа № 2. Составление и анализ родословных человека

Цель работы: научиться составлять родословную и делать ее анализ. На конкретных примерах рассмотреть наследование признаков, условия их проявления.

Краткие теоретические сведения

Генеалогический метод – это метод изучения родословных, с помощью которого прослеживается распределение болезни (признака) в семье или в роду с указанием типа родственных связей между членами родословной.

Составление родословной и её графическое изображение, которое начинается с пробанда – лица, обратившегося к врачу. Чаще всего пробандом является больной или носитель изучаемого признака. При составлении родословных используются специальные символы (рис.4).

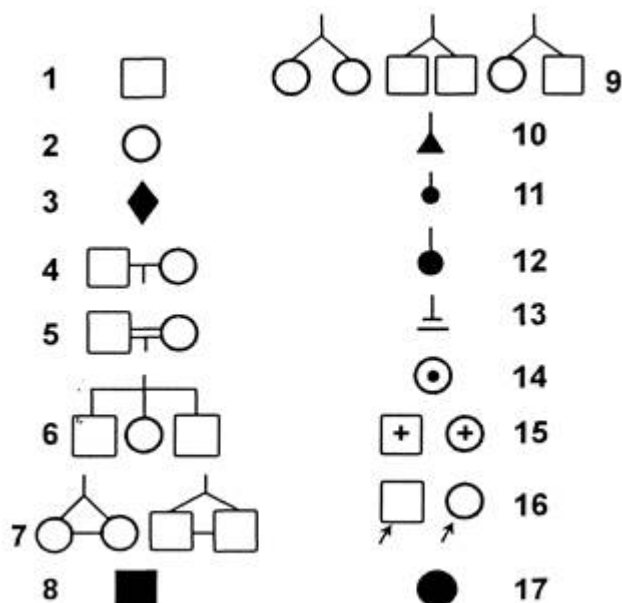


Рис. 4. – Символы, используемые при составлении графических изображений родословных: 1 — особь мужского пола, не имеющая изучаемого признака; 2 — особь женского пола, не имеющая изучаемого признака; 3 — пол неизвестен; 4 — брак мужчины и женщины; 5 — близкородственный брак; 6 — дети одной родительской пары (сibs); 7 — монозиготные близнецы женского или мужского пола; 8 — особь мужского пола, имеющая изучаемый признак; 9 — дизиготные близнецы одного или разного пола; 10 — выкидыш; 11 — аборт; 12 — мертворожденный; 13 — бездетный брак; 14 — гетерозиготная носительница рецессивного аллеля X-хромосомы (гетерозиготность устанавливается при анализе родословной); 15 — рано умершие; 16 — пробанд; 17 — особь женского пола, имеющая изучаемый признак

Графическое изображение родословной представляет собой совокупность символов, обозначающих особей мужского и женского пола, у

одних из которых имеется изучаемый признак, а у других этот признак отсутст-вует. На графическом изображении все члены родословной связаны друг с другом горизонтальными или вертикальными линиями, отражающими родственные или брачные отношения (муж - жена, родители - дети). Все индивиды одного поколения располагаются строго в один ряд. Поколения обозначаются римскими цифрами сверху вниз; обычно цифры ставятся слева от родословной. Арабскими цифрами нумеруются все индивиды одного поколения слева направо, последовательно. Братья и сестры располагаются в родословной в порядке рождения.

Зная теоретические основы закономерностей наследования, можно относительно легко определить тип наследования изучаемого признака и генотипы многих членов родословной в простых типичных случаях.

У людей известны следующие основные типы наследования:

- 1) аутосомно-доминантное наследование;
- 2) аутосомно-рецессивное наследование;
- 3) доминантное сцепленное с X-хромосомой наследование;
- 4) рецессивное сцепленное с X-хромосомой наследование;
- 5) сцепленное с Y-хромосомой, или голандрическое наследование.

На рис. 5 представлены графические изображения нескольких родословных с разными типами ядерного наследования.

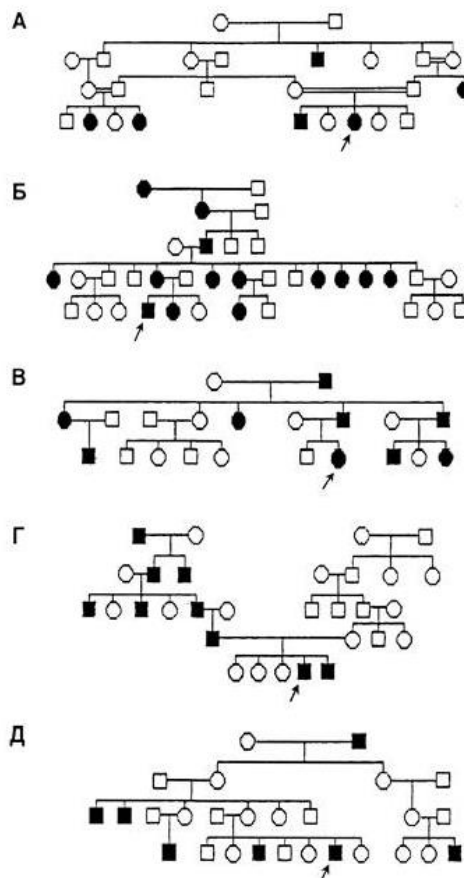


Рис. 5 – Графические изображения родословных при разных типах ядерного наследования изучаемого признака:

А – аутосомно-рецессивный тип наследования; генотип пробанда - aa;

Б – доминантный, сцепленный с X-хромосомой тип наследования; генотип пробанда - $X^A Y$;

В – аутосомно-доминантный тип наследования; генотип пробанда - Aa;

Г – сцепленный с Y-хромосомой, или голандрический, тип наследования; генотип пробанда - $X Y^A$ (или $X Y^a$);

Д – рецессивный, сцепленный с X-хромосомой тип наследования; генотип пробанда – $X a Y$.

Легенда (словесное описание родословной)

Пробанд – мужчина, страдающий гемофилией. Две его старшие сестры, его младший брат и его родители имеют нормальную свертываемость крови. Два младших брата матери страдают гемофилией, а две ее младшие сестры здоровы. У ее первой сестры муж и сын здоровы. Бабушка и дедушка пробанда со стороны матери имели нормальную свертываемость крови.

Чему равна вероятность рождения у пробанда здорового ребенка в браке со здоровой женщиной, в генотипе которой нет патологических аллелей?

Графическое изображение родословной (рис.6).

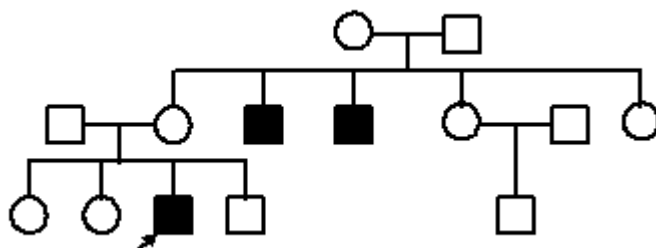


Рис. 6 – Графическое изображение родословной с рецессивным сцепленным с X-хромосомой типом наследования признака.

Тип наследования гемофилии в родословной пробанда: рецессивный, сцепленный с X-хромосомой.

Генотип пробанда: $X a Y$.

Вероятность рождения здорового ребенка в браке пробанда с генотипически здоровой женщиной равна 100 %.

Рекомендации по определению типа наследования признака

Для определения типа наследования признака рекомендуют придерживаться следующей последовательности действий:

1) Определите, **доминантным или рецессивным** является изучаемый признак.

Если люди с изучаемым признаком встречаются в родословной редко, не в каждом поколении, и если признак встречается у человека, родители которого не имеют изучаемого признака, то можно думать, что изучаемый признак является рецессивным.

Если, наоборот, люди с изучаемым признаком встречаются в родословной часто, в каждом поколении, и если дети с таким признаком рождаются в тех семьях, где хотя бы один из родителей имеет данный признак, то можно думать, что изучаемый признак является доминантным.

2) Определите, в аутосоме или в половой хромосоме находится ген, обуславливающий формирование изучаемого признака.

Если особи разного пола, имеющие изучаемый признак, встречаются приблизительно с одинаковой частотой, например, одинаково часто или одинаково редко, то можно думать, что изучаемый признак является аутосомным, то есть обуславливающий его ген расположен в аутосоме.

Если особи разного пола, имеющие изучаемый признак, встречаются с разной частотой вплоть до отсутствия признака у представителей одного пола, то можно думать, что изучаемый признак сцеплен с полом: обуславливающий его ген расположен в половой хромосоме. Анализ передачи такого гена из поколения в поколение позволяет определить, в какой именно половой хромосоме – X или Y - расположен этот ген.

3) Если ген находится в половой хромосоме, то определите: в какой именно половой хромосоме – X или Y – находится ген, обуславливающий формирование изучаемого признака.

При этом возможны следующие варианты:

а) Если признак встречается только у особей мужского пола и передается только от отца сыну, то можно думать, что изучаемый ген находится в Y-хромосоме.

б) Если в конкретной родословной рецессивный признак встречается только у особей мужского пола, у отцов которых данный признак отсутствует, но имеется у дедов или прадедов по материнской линии, то можно думать, что рецессивный аллель, обуславливающий развитие изучаемого признака, расположен в X-хромосоме.

в) Если среди особей с доминантным признаком особи женского пола встречаются приблизительно в два раза чаще, чем особи мужского пола, и у мужчины с доминантным признаком все дочери тоже имеют этот признак, а у всех его сыновей этот признак отсутствует, то можно думать, что доминантный аллель, обуславливающий развитие изучаемого признака, расположен в X-хромосоме.

4) Установив тип наследования изучаемого признака, проверьте: обладает ли анализируемая родословная теми признаками, которые характерны для выбранного вами типа наследования. Затем убедитесь, что родословная не обладает комплексом признаков, характерных для других типов наследования.

В качестве примера приведем последовательность рассуждений при определении типа ядерного наследования признака в следующей родословной.

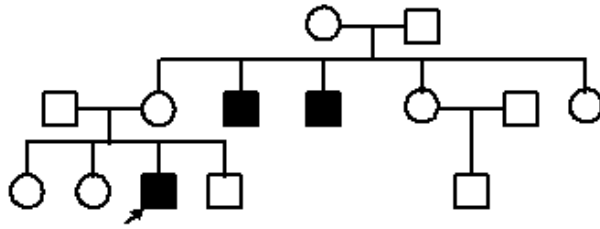


Рис. 7 – Графическое изображение родословной

1. Люди с изучаемым признаком встречаются часто, в каждом поколении; человек, имеющий изучаемый признак, рождается в семье, где обязательно хотя бы один из родителей имеет изучаемый признак. Поэтому можно сделать первый предварительный вывод: изучаемый признак является доминантным.
2. В родословной 6 женщин и 5 мужчин имеют изучаемый признак. Можно считать, что изучаемый признак с приблизительно равной частотой встречается и среди мужчин, и среди женщин. Это характерно для признаков, гены которых расположены не в половых хромосомах, а в аутосомах. Поэтому можно сделать второй предварительный вывод: изучаемый признак является аутосомным.
3. Таким образом, по основным особенностям наследование изучаемого признака в этой родословной можно отнести к **аутосомно-доминантному типу**. Кроме того, эта родословная не обладает набором особенностей, характерных для других типов наследования.

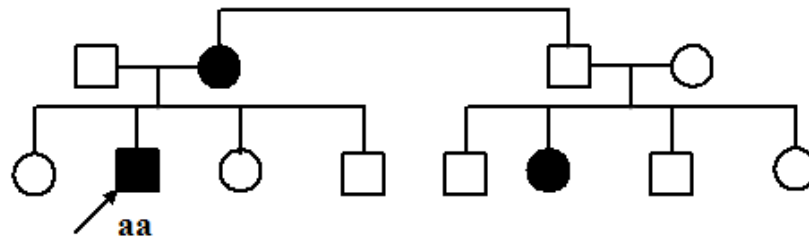
Однако окончательный вывод можно сделать, только определив генотипы всех членов родословной и убедившись в том, что только при аутосомно-доминантном типе наследования возможны такая передача гена, обуславливающего развитие изучаемого признака, и такая закономерность формирования у них изучаемого признака, которые отражаются в анализируемой родословной.

Определив тип наследования изучаемого признака, можно легко выяснить генотип пробанда и сделать прогноз о его вероятном потомстве.

Пример 1

Условие задачи.

Болезнь наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Пробанд болен, и его родословная имеет следующий вид:



Жена пробанда здорова и не содержит в своем генотипе патологических аллелей. Чему равна вероятность рождения у пробанда здорового ребенка?

Решение:

Генная запись скрещивания:

Здоровая Больной

P? AA x? aa

Типы гамет Aa

F₁ Aa

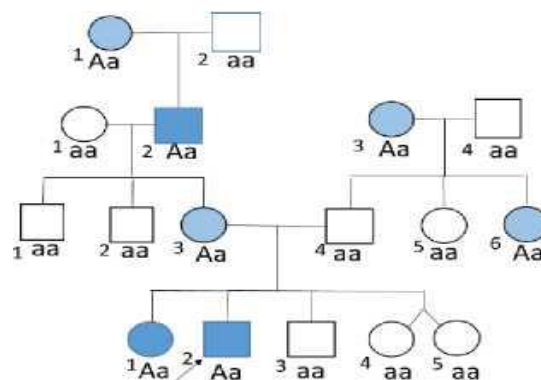
Здоровые

Вероятность рождения здорового ребенка (генотип Aa):

$P = 1/1 = 1$ (100%)

Ответ: Вероятность рождения у пробанда здорового ребенка равна 1 (100%).

Пример 2



По имеющейся генеалогической схеме определить тип наследования признака, генотипы родственников. Записать легенду.

Решение

Легенда

Пробанд - юноша, у которого выявлен признак. Такой же признак выявлен у его старшей сестры и матери, при этом у отца, младшего брата и двух младших сестер (дизиготные близнецы) признака нет. Два старших брата матери, и бабушка по материнской линии тоже здоровы, а дедушка по материнской линии имеет данный признак. Отец и одна из двух младших сестер отца здоровы. Это признак определяется у бабушки пробанда по отцовской линии.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал.
2. Составьте родословную из предложенных ниже вариантов (Вариант определяет преподаватель).
3. Оформите отчет: результаты выполненного задания и его краткое обсуждение, конспект по теоретическому материалу, ссылки на информационные источники. Отчет оформляется согласно принятым в университете правилам с рекомендуемым общим объемом не более 10 страниц. Каждый отчет оформляется индивидуально.
5. По результатам отчета осуществляется интерактивная защита полученных результатов в процессе собеседования с преподавателем.

Вариант № 1

Составьте родословную семьи со случаем сахарного диабета.

Пробанд – больная женщина, ее брат, сестра и родители здоровы. Со стороны отца имеются следующие родственники: больной сахарным диабетом дядя и две здоровые тети. Одна из них имеет трех здоровых детей, вторая – здорового сына. Дедушка и бабушка со стороны отца – здоровы. Сестра бабушки болела сахарным диабетом. Мать пробанда, дедушка и бабушка с материнской стороны здоровы. Мать имеет здорового брата. У дяди два здоровых ребенка. Определите характер наследования болезни и вычислите вероятность рождения больных детей в семье пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Вариант № 2

Составьте графическое изображение родословной по ее легенде.

Пробанд - здоровая девушка. Ее младшая сестра и один из двух братьев больны. Их родители здоровы. Сестра, брат и родители отца девушки здоровы. Сестра, брат и родители матери пробанда здоровы. У дяди пробанда со стороны матери и его здоровой жены два сына - один здоровый, а другой больной. Дедушка пробанда со стороны отца, и бабушка пробанда со стороны матери являются сибсами и имеют здоровую мать и больного отца. Каков тип

наследования патологического признака. Каков генотип пробанда, его братьев и сестры.

Вариант №3

В медико-генетическую консультацию обратился юноша (пробанд), страдающий глухотой. У него есть сестра с нормальным слухом. Мать и отец пробанда также имеют нормальный слух. У матери пробанда пять сестёр с нормальным слухом и один брат, страдающий глухотой. Три сестры матери пробанда замужем за здоровыми мужчинами. У одной сестры матери пробанда растёт здоровая дочь, у второй - здоровый сын, у третьей – здоровая дочь и глухой сын. Бабка пробанда по линии матери и её муж были здоровы. У бабки пробанда по линии матери есть три здоровые сестры, один здоровый и один глухой брат. Здоровые сёстры по линии бабки по линии матери имели здоровых мужей, а здоровый брат был женат на здоровой женщине. У первой сестры бабки пробанда четыре здоровые дочери и один глухой сын. У второй сестры бабки – здоровая дочь и глухой сын. У третьей сестры бабки здоровая дочь, один здоровый и один глухой сын. Отец и мать бабки пробанда по линии матери здоровы. Заболевание наследуется по аутосомно-рецессивному типу.

Определить, какова вероятность рождения здоровых детей в семье пробанда, если он женится на здоровой женщине, отец которой страдает тем же недугом, что и пробанд.

Составить генеалогическое древо, определить вероятность рождения здоровых детей.

Вариант №4

Составьте графическое изображение родословной.

Роза и Алла - родные сестры и обе, как и их родители, страдают ночной слепотой. У них есть еще сестра с нормальным зрением, а также брат и сестра, страдающие ночной слепотой. Роза и Алла вышли замуж за мужчин с нормальным зрением. У Аллы было две девочки и четыре мальчика, страдающих ночной слепотой. У Розы - два сына и дочь с нормальным зрением и еще один сын, страдающий ночной слепотой.

Определите генотипы Розы, Аллы, их родителей и всех детей.

Контрольные вопросы

1. У мальчика проявился признак, которого не было ни у двух его сестер, ни у родителей, но есть у его двоюродного брата по материнской линии: какой это признак?

2. Признак проявляется в каждом поколении и не зависит от пола, то тип наследования....

3. При составлении родословный было выявлено редкое появление одного признака по типу "ход шахматного коня", т.е. он определялся у ребенка и его дяди или тёти: какой это признак?

4. При аутосомно-рецессивном наследовании признак проявляется....
5. При составлении родословной было определено, что бабушки матери и отца пробанда являются родными сестрами: как называется такой брак?
6. При составлении родословной было выявлено редкое появление одного признака по типу "ход шахматного коня", т.е. он определялся у ребенка и его дяди или тёти: какой это признак?
7. Генеалогический анализ был разработан потому, что в генетике человека не применим...
8. Генеалогический метод – это....
9. Характеристика аутосомно-доминантного наследования.
10. Характеристика аутосомно-рецессивного наследования.
11. Характеристика Доминантного сцепленного с X-хромосомой наследования.
12. Характеристика рецессивного сцепленного с X-хромосомой наследования.

Практическая работа № 3

Изучение ископаемых остатков растений и животных в коллекциях

Цель работы: изучить причины, способы и виды образования окаменелостей, сформировать представление о доказательствах эволюции на основе полученных знаний об ископаемых, выяснить значение следов древнейшей жизни (ископаемых форм) для науки.

Краткие теоретические сведения

Термин палеонтология предложен в 1825 г. Французским естествоиспытателем Дюкроте де Бленвилем, палеонтологию он назвал «наукой о животных и геологии».

– **Палеонтология** (palaios-древний, onlos-существо, logos-учение) – наука, изучающая органический мир прошлых геологических эпох и закономерности его развития в связи с изучением истории развития Земли.

– **Окаменелость** – кусочек истории, заключённый миллионы лет в камне: настоящий остаток животного или растения, след от них. Окаменелости создаёт природа, а люди собирают их в музеях или частных коллекциях.

– **Фоссилии** (лат.fossilis-ископаемый) – ископаемые остатки (не останки!) организмов или следы их жизнедеятельности, относящиеся к прежним геологическим эпохам.

– **Фоссилизация** – совокупность процессов преобразования погибших организмов в ископаемые (воздействие различных факторов среды и прохождение процессов диагенеза — физических и химических преобразований, при переходе осадка в породу, в которую они включены).

Чтобы превратиться в окаменелость (фоссилизироваться), организм должен обладать скелетом, раковиной или иными твердыми частями тела и вскоре после смерти быть захороненным, т.е. погрузиться в материал, который будет защищать его труп от разрушительного действия выветривания и эрозии. Мягкие части тела животных сохраняются редко, например, трупы мамонтов и шерстистых носорогов находят законсервированными в слое вечной мерзлоты в сибирской тундре, где они не разлагаются только благодаря постоянной низкой температуре.

Виды следов древнейшей жизни:

– **Отпечатки** лап и волочащихся частей тела животных (покровов насекомых, перьев и листьев). Некоторые мелкозернистые горные породы (например, литографический известняк из Баварии) сохранили даже отпечатки нежных структур (летательные перепонки птерозавров, щупальца древних кальмаров и медуз).

– **Отливки.** В исключительных случаях ископаемые кости и раковины находят практически в неизменном виде, обычно же они в то или иной

степени разрушаются. После того, как организм занесён осадочным материалом, медленно просачивающаяся вода может растворить и вымыть часть его твердых тканей или даже труп в целом, оставив на их месте полость, напоминающую литейную форму. В дальнейшем какие-либо вещества могут подобно гипсу заполнить ее, образовав естественную отливку. Некоторые отливки весьма точно передают детали строения исходного организма.

– **Окаменение.** Твердые части животных и растений обычно пористые, и грунтовые воды могут заполнить их поры солями кальция, железа или кремнеземом. Такие ископаемые остатки тяжелее и тверже оригиналов. В других случаях грунтовые воды могут растворить весь исходный материал твердых частей организма, оставив на его месте лишь отложенные в порах чужеродные минеральные вещества. Это замещение может быть очень точным и сопровождаться сохранением даже микроскопической структуры объекта. Так дошли до нас некоторые пропитанные кремнеземом стволы деревьев из «окаменелого леса» вблизи Холбрука в Аризоне. Вместе с ископаемыми рыбами, амфибиями и рептилиями иногда находят окаменелые остатки непереваренного содержимого их кишечника, называемые **копролитами**. Иногда они содержат части скелета съеденных животных.

Причины образования окаменелостей:

– **Высыхание.** При высыхании, которое чаще всего происходит в пустынном климате, хорошо сохраняются кожа, волосы, даже мышцы. Некоторые остатки сухопутных позвоночных были сохранены именно таким образом — при высушивании. Благодаря этому получены образцы окаменелых отпечатков кожи динозавров. В Монголии, в песчаниках позднего мела, найдены несколько полных скелетов динозавров, погибших во время песчаной бури.



– **Замораживание** в условиях вечной мерзлоты сохраняет кровь и внутренние органы на десятки тысяч лет. Таким образом полностью сохранились тела мамонтов и других животных, обитавших в ледниковую эпоху (шерстистые носороги, лошади, россомахи, бизоны), найденные в Сибири и на Аляске. Иногда находят и остатки людей («ледяной человек» из Тироля). Окаменевшими навеки останки не будут поскольку вечная мерзлота будет существовать не всегда. Самая известная из



находок — малыш-мамонтенок по прозвищу Дима, погибший в возрасте 6-12 месяцев в Сибири около 40 000 лет назад.

– **Инклюз** (ископаемые останки организма в янтаре). Янтарь (смола, выделяемая похожими на сосны деревьями из группы араукарий (род вечнозелёных хвойных деревьев)) – одна из самых известных естественных консервирующих сред. Смола способна убивать микроорганизмы, грибы, что предотвращает разложение организмов, попавших в нее. В геологии янтарь считается органической горной породой, поэтому захоронение в янтаре считается настоящим окаменением. Большую часть окаменелостей, сохранившихся в янтаре, составляют беспозвоночные, преимущественно насекомые, иногда находят мелких позвоночных (лягушек, ящериц).



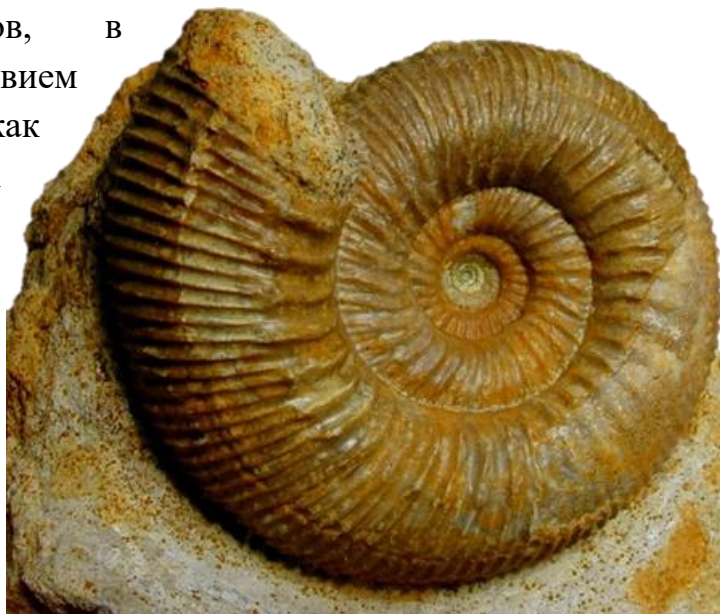
– **Работа бактерий.** Для естественной переработки органического вещества необходимы бактерии. Они в огромных количествах присутствуют почти во всех природных комплексах Земли – от океанских глубин до горячих источников, в толще полярного льда. Бактерии разлагают сложные органические вещества на простые жидкости и газы. Но в некоторых обстоятельствах, особенно при недостатке O₂, бактерии замедляют химические реакции разложения и тем самым способствуют образованию окаменелостей.

– **Анаэробные сохранения.** Анаэробная (бескислородная) среда – идеальная среда, в которой животные и микроорганизмы, потенциально способные причинить вред останкам, просто не выживут. Условия, при которых воздействие бактерий способствует образованию окаменелостей – это мелкозернистый ил на дне озер и морей: минералы (фосфат кальция, железистые пириты) покрывают мягкие органы тела (мышечные волокна, кожа, перья, кишечник, нежные ткани жабр) и в точности воспроизводят их форму.



Пример: в такую анаэробную среду попала обезьянка Ида (одна из древнейших известных приматов).

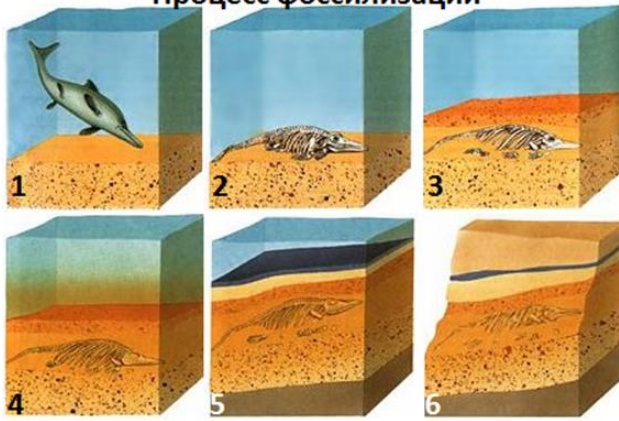
– **Захоронения.** Чтобы фрагменты организмов превратились в окаменелости, они должны быть погребены под слоем осадков. Обитатели моря чаще всего сохраняются в осадочных породах, накапливающихся на мелководном морском шельфе вокруг границ континентов. Суша подвержена выветриванию и эрозии, поэтому осадочные породы с хорошо сохранившимися окаменелостями находят там, где осадки скрыты от разрушения, например, на местах внутренних морей и озер, на склонах растущих горных хребтов, в образовавшихся под действием разломов желобах, таких, как рифтовые долины. В таких местах, называемых скоплениями осадков, накапливается так много осадочных пород, что, несмотря на подъемы суши и эрозию, некоторые пласты с содержащимися в них окаменелостями сохраняются на своих местах.



– **Ископаемое топливо.** Обычно при образовании окаменелостей остатки растений карбонизируются, под воздействием высокой температуры и давления в недрах земной коры они претерпевают ряд изменений. Сначала они напоминают торф, потом превращаются в бурый уголь, затем — в каменный уголь и, наконец, в антрацит. В этих процессах выделяются газы, которые при определенных геологических условиях могут скапливаться в полостях внутри земной коры. Несмотря на то, что в XIX—XX веках шла широкомасштабная разработка месторождений угля и газа, они до сих пор представляют собой основной запас ископаемого горючего на планете.

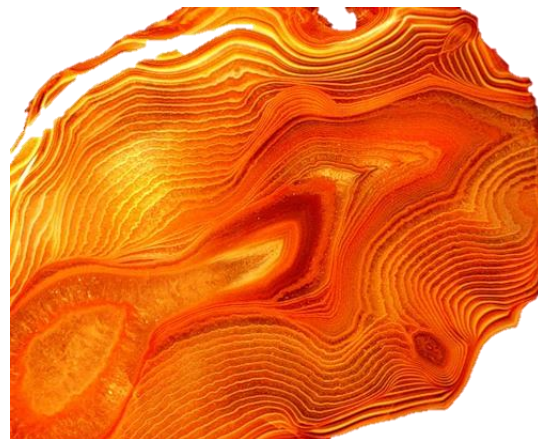
– **Морская среда.** Когда останки попадают в слой песка, ила или других отложений, тогда они сохраняются надолго. Лучшие места для сохранения окаменелостей – морское дно, озера, реки, текущие с гор и создающие эрозию почвы и, т. о., несущие много осадка, дельта реки или заливной луг, где принесенные рекой отложения, быстро ложатся в почву, в случае, когда вода схлынет.

Процесс фоссилизации



1. Мёртвое животное опускается на морское дно.
2. Трупоеды, бактерии вскоре очищают скелет от плоти.
3. Сверху образуется осадочный слой.
4. Растворенные в воде минеральные в-ва просачиваются в горную породу останки животного.
5. Вода вытесняется из породы, и она становится плотной, твёрдой. Минеральные в-ва в воде постепенно замещают костное в-во в костях.
6. Миллионы лет спустя горная порода поднимается с морского дна и становится сушей. Дождь, ветер, возможно, море со временем разрушают ее, обнажая скрытые в ней окаменелости.

– **Минерализация.** Некоторые древесные части растений могут превращаться в твердую горную породу в процессе литификации: части растений замещаются различными минералами (карбонат кальция, железистый пирит, опал, кремнистый известняк). Варианты минерализации предоставляют подробную информацию о строении клеток растений, исчезнувших миллионы лет назад.



Древесина деревьев замещается минералом пирита, марказита, опалом



Раковина моллюска аммонита, замещённая опалом



Кость мамонта заместились минералом вивианитом, точнее одонтолитом

Типы сохранности ископаемых (фоссилизация):

– **Субфоссилии** (лат. sub-под, почти) – ископаемые с сохранившимся скелетом, слабоизмененными мягкими тканями: семена, орехи, шишки хвойных, древесина, захороненные в торфяниках. К субфоссилиям принадлежат находки мамонтов, носорогов и птиц. Консервантами в таких случаях являются вечная мерзлота, различные битумы, вулканический пепел, золотые пески.



46 000-летняя птица, обнаружена в Сибири, хранит секрет эволюции Ледникового периода

– **Ихнофоссилии** (др.-греч.-след) — следы жизнедеятельности ископаемых организмов. Чаще всего они сохраняются в виде отпечатков, реже в виде слабо объемных образований. К ним относятся следы ползания и зарывания членистоногих, червей, двустворок; следы выедания, норки, ходы и следы сверления губок, двустворок, членистоногих; следы передвижения позвоночных.



След динозавра

– **Эуфоссилии**, или эвфоссилии (др.-греч.-хорошо) представлены целыми скелетами или их фрагментами, а также отпечатками и ядрами. Скелетные остатки имеют минеральный или органический состав. К ним относятся раковины и скелеты животных, оболочки бактерий и грибов, а также органические остатки листьев, семян, плодов, спор и пыльцы. Скелеты являются основными объектами палеонтологических исследований.



Эуфоссилии гетеродонтозавра



Возраст останков птицы оценивается учеными в 1,5-1,8 млн лет

– **Копрофоссилии** (др.-греч.-помёт, навоз) образованы продуктами жизнедеятельности ископаемых организмов. Сохраняются в виде валиков, конкреций, холмиков, столбиков, пластовых тел, обогащенные кальцием, железом, магнием, калием и фосфором. К



наиболее типичным копрофоссилиям относятся конечные продукты пищеварения позвоночных животных, непереваренные остатки других животных и растений. Копрофоссилии обычно имеют более светлый или, наоборот, более темный, нередко с красноватым оттенком, что выделяет их от окружающей породы.

– **Хемофоссилии** (др.-греч.-химия) представлены органическими ископаемыми биомолекулами бактериального, цианобионтного, растительного и животного происхождения. Обычно сохраняют химический состав биомолекул, который позволяет определить систематическое положение ископаемого организма, но не его морфологию (строение). Изучение химического и таксономического разнообразия хемофоссилий тесно связано с происхождением горючих ископаемых, особенно нефти.

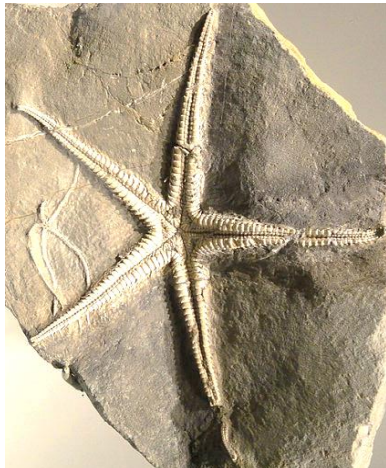
Способы определения возраста окаменелостей.

Абсолютный возраст. Его определяют путем измерения содержаний в горных породах радиоактивных изотопов и продуктов их распада (урана и свинца). Уран превращается в свинец очень медленно – его период полураспада превышает 1 млрд. лет. Зная соотношения в породе урана и свинца, а также период полураспада урана (для каждого изотопа известный) можно определить возраст горных пород и содержащихся в них окаменелостях.

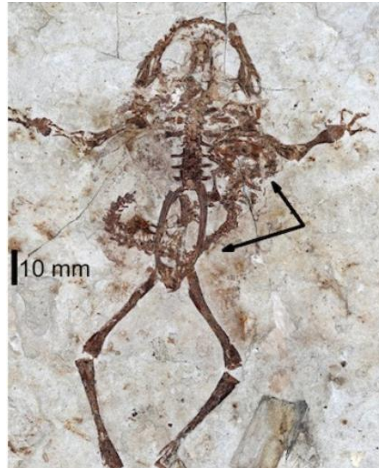
Относительный возраст горных пород и окаменелостей. Определяется при наличии в данном слое других окаменелостей, живших небольшой отрезок времени, для которых ранее был установлен абсолютный возраст. Если, например, окаменелые останки рыбы были обнаружены в одном слое с аммонитом, о котором уже известно, что он существовал только во время верхнего Мелового периода, то и останки рыбы будут верхнемеловыми.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал.
2. Рассмотрите представленные ниже фото форм сохранности ископаемых объектов и ответьте на контрольные вопросы.
3. Оформите отчет: результаты выполненного задания и его краткое обсуждение, конспект по теоретическому материалу, ссылки на информационные источники. Отчет оформляется согласно принятым в университете правилам с рекомендуемым общим объемом не более 10 страниц. Каждый отчет оформляется индивидуально.
5. По результатам отчета осуществляется интерактивная защита полученных результатов в процессе собеседования с преподавателем.



Морская звезда



Лягушка



Трилобит

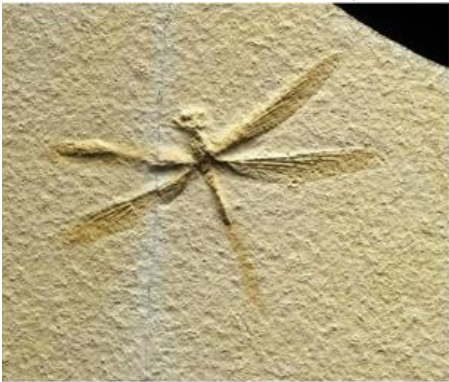


В пустыне на севере Мексики был обнаружен пятиметровый хвост динозавра, состоящий из 50 позвонков. Палеонтологи Национального института палеонтологии и истории (INAH) определили, что он принадлежал гадрозавру, или так называемому «утконосому динозавру». Это первый полный хвост ископаемого гиганта, найденный в Мексике. Рядом с ним находились также осколки тазовых и бедренных костей. Возраст находки оценивается в 72 млн лет.



Ископаемая эоценовая змея, 48 млн лет

Иглокожие (стебельчатые морские лилии)



Окаменевшие насекомые



Паук около 165 млн лет назад

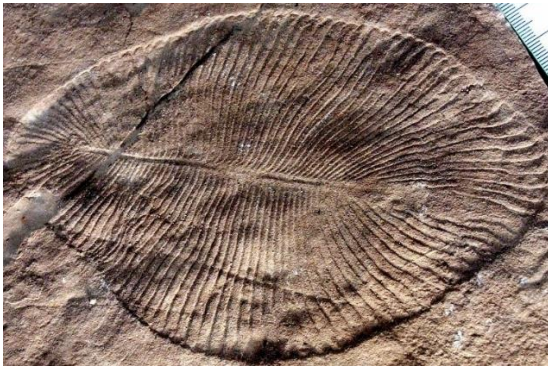


Хвощ из каменноугольного периода



Папоротники

125 млн лет василёк



Современные исследования относят дикинсоний к животным, однако существуют мнения, что они являются грибами или относятся к особому, не существующему ныне царству живой природы.



Нога Аргентинозавра, одного из самых крупных динозавров в мире



Ихтиозавр

Контрольные вопросы

1. О чём свидетельствуют данные находки?
2. Чем объяснить сходство между представленными ископаемыми объектами и современными организмами?
3. Чем объяснить различия между представленными ископаемыми объектами и современными организмами?
4. Какое значение имеют следы древнейшей жизни (ископаемые формы) для науки?