

**МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ УКРАИНЫ  
ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра медицинской биологии, паразитологии и генетики  
Кафедра языковой подготовки и общетеоретических дисциплин**

*А.Б. Приходько, Е.И. Гейченко, Т.И. Емец, А.Ю. Малеева*

**БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ГЕНЕТИКИ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**для студентов (иностранных граждан)**

**фармацевтических факультетов**

*специальности «фармация»*

**(заочная форма обучения)**

Запорожье

2018

УДК 57(075.8)

Б63

*Утверждено на заседании Центрального методического совета ЗГМУ  
и рекомендовано для использования в образовательном процессе  
(протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.)*

**Авторы:**

*А. Б. Приходько* - зав. каф. медицинской биологии, паразитологии и генетики, д-р биол. наук;

*Е. И. Гейченко* - зав. каф. языковой подготовки и общетеоретических дисциплин, канд. пед. наук;

*Т. И. Емец* - доцент каф. языковой подготовки и общетеоретических дисциплин, канд. фарм. наук;

*А. Ю. Малеева* - ассистент каф. медицинской биологии, паразитологии и генетики.

**Рецензенты:**

*Е. В. Александрова* - Заведующий кафедрой биологической химии и лабораторной диагностики Запорожского государственного медицинского университета, доктор химических наук, профессор;

*А. В. Абрамов* - профессор кафедры патологической физиологии Запорожского государственного медицинского университета, доктор медицинских наук.

Б63

**Биология с основами генетики** : учебно-методическое пособие для студентов (иностраных граждан) 1 курса фармацевтических факультетов специальности «фармация» (заочная форма обучения) / А.Б. Приходько, Е.И. Гейченко, Т.И. Емец, А.Ю. Малеева. – Запорожье : [ЗГМУ], 2018. – 171 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	5
<b>Часть – 1. Теоретические вопросы для подготовки к контрольным работам, практическим занятиям и заключительного раздела .....</b>	<b>6</b>
<b><i>Содержательный раздел 1. Молекулярно – клеточный уровень организации жизни.</i></b>	
Изучение микроскопов и правил микроскопирования .....	7
Морфология клеток про- и эукариот. ....	8
Молекулярно-генетичний уровень организации жизни. Организация потоку веществ и энергии. Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка .....	16
Размножение на клеточном уровне. Жизненный цикл клетки. Митоз .....	22
Размножение – универсальное свойство живого. Биологические особенности репродукции человека. Гаметогенез .....	25
<b><i>Содержательный раздел 2. Закономерности наследственности и изменчивости</i></b>	
Закономерности наследования генов. Законы Менделя.....	31
Взаимодействие генов. Множественный аллелизм. Плейотропия.....	37
Генетика пола. Сцепленное наследование .....	37
Изменчивость у человека как свойство жизни и генетическое явление.....	42
<b><i>Содержательный раздел 3 Методы изучения наследственности человека. Наследственные болезни</i></b>	
Основы генетики человека. Методы генетики человека: генеалогический, близнецовый и биохимический .....	46
Методы генетики человека: цитогенетический и популяционно-статистический.	
Хромосомные болезни. Медико-генетическое консультирование .....	55
<b><i>Содержательный раздел 4</i></b>	
<b><i>Популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный уровни организации жизни</i></b>	
Введение в медицинскую паразитологию. Медицинская протозоология.	
Тип Саркожгутиковые (Sarcomastigophora). ....	61
Животные Жгутиковые – паразиты человека .....	64
Тип Apicomplexa. Класс Sporozoea .....	65
Тип Ciliophora Класс Litostomatea.....	67
<b><i>Содержательный раздел 5. Медицинская гельминтология</i></b>	
Медицинская гельминтология. Тип Плоские черви (Plathelminthes). Класс Сосальщики (Trematodes).....	67
Тип Плоские черви (Plathelminthes). Класс Ленточные (Cestoidea) .....	69

Тип Круглые черви (Nemathelminthes) .....	72
Методы ово- и гельминтоскопии .....	75
<b><i>Содержательный раздел 6. Медицинская арахноэнтомология</i></b>	
Тип Членистоногие (Arthropoda). Класс Паукообразные (Arachnoidea).....	78
Тип Членистоногие (Arthropoda). Класс Насекомые (Insecta) .....	79
<b><i>Содержательный раздел 7. Взаимосвязь индивидуального и исторического развития. Биосфера и человек</i></b>	
Синтетическая теория эволюции.	
Популяционная структура человечества .....	83
Филогенез систем органов позвоночных .....	87
Биосфера.....	94
Перечень вопросов для самостоятельной работы .....	99
Перечень практических навыков, которыми должен овладеть студент .....	102
<b>Часть – 2. Задания, которые студенты выполняют на практических занятиях.....</b>	
Материалы для самоконтроля.....	105
Рекомендуемая литература.....	160

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебно-методическое пособие «Биология с основами генетики» подготовлено коллективом преподавателей кафедр медицинской биологии, паразитологии и генетики Запорожского медицинского университета, которая длительное время занимается преподаванием биологии студентам фармацевтических факультетов (заочная форма обучения) и языковой подготовки и общетеоретических дисциплин.

Пособие соответствует действующей программе по биологии с основами генетики для студентов высших учебных заведений фармацевтического профиля Украины и является составляющей частью государственного стандарта образования. Изучение дисциплины проводится на I курсе заочной формы обучения согласно учебному плану подготовки фармацевтов образовательного-квалификационного уровня «Магистр фармации», отрасль знаний 22 «Охрана здоровья», специальность 226 «Фармация» 2016 года.

Учебно-методическое пособие предназначено для использования во время проведения практических занятий студентами-заочниками (иностранными гражданами) фармацевтических факультетов.

Актуальность издания пособия продиктована отсутствием учебника на русском языке (язык обучения студентов – иностранных граждан), который бы доступно освещал достижения в изучении отдельных вопросов молекулярной биологии, генетики и паразитологии, а также отвечал бы современным требованиям учебно-методической литературы.

В пособии авторы стремились сконцентрировать весь комплекс необходимых теоретических знаний по предмету, которые будут необходимы студентам-фармацевтам при изучении биохимии, ботаники, микробиологии, физиологии, фармакогнозии и других дисциплин, а также приобретении практических навыков по молекулярной биологии, генетике и паразитологии.

**ЧАСТЬ – 1**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ,**  
**НА КОТОРЫЕ СТУДЕНТЫ ОБРАЩАЮТ ВНИМАНИЕ ВО ВРЕМЯ**  
**ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ИЛИ КОНТРОЛЬНЫХ**  
**РАБОТ, А ТАКЖЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К**  
**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЁТУ**

## СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 1

### Молекулярно – клеточный уровень организации жизни

#### Оптические системы в биологических исследованиях

##### Основные системы микроскопа и их назначение

Системы	Что входит	Назначение
<i>Механическая система</i>	штатив – предметный столик – тубус – револьвер – макровинт – микровинт – винт конденсора –	опора для микроскопа для размещения препарата для размещения окуляра место размещения объективов ориентировочное наведение на фокус точное наведение на фокус регулировка освещения
<i>Оптическая система</i>	окуляры объективы	увеличение объекта увеличение объекта
<i>Осветительная система</i>	зеркало конденсор диафрагма	направление световых лучей концентрация световых лучей регулировка ширины пучка световых лучей

#### Правила пользования микроскопом

1. Установите микроскоп к левому плечу для того, чтобы правой рукой делать рисунки в альбоме для протоколов. Отцентрируйте объектив малого увеличения путем поворота револьвера до щелчка.
2. Глядя в окуляр левым глазом (правый открыт), поворачивайте зеркало в направлении лучей до максимально яркого и равномерного освещения поля зрения.
3. Положите препарат на предметный столик микроскопа покровным стеклом вверх. Объект, который вы будете рассматривать, должен находиться точно под объективом малого увеличения.
4. Глядя сбоку на препарат, опустите тубус при помощи макровинта так, чтобы расстояние между фронтальной линзой объектива и покровным стеклом препарата было около 0,5 см. Затем, глядя в окуляр, при помощи макровинта поднимайте тубус до появления четкого изображения. Установите оптимальное освещение при помощи конденсора. Для перевода микроскопа на большое увеличение необходимо установить изучаемый объект в центр поля зрения. Глядя сбоку на препарат,

вращением револьвера установите объектив большого увеличения. Для точного фокусирования вращайте микровинт *не больше чем на пол-оборота*. Если объектив упирается в покровное стекло, поднимите тубус при помощи макровинта, так, чтобы расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом было меньше 1 мм. Глядя в окуляр, медленно поднимайте тубус до появления изображения.

*Чтобы не испортить препарат, опуская тубус, следите за расстоянием между фронтальной линзой и покровным стеклом.*



Рисунок №1. Световой микроскоп

5. Закончив работу, переведите микроскоп на малое увеличение, снимите препарат и поставьте микроскоп в нерабочее положение.

### **Морфология клеток про- и эукариот**

#### ***Уровни организации живого***

Уровень организации живого – это относительно однородный биологический комплекс, объединённый пространственными и временными параметрами. Каждый уровень характеризуется элементарной структурной единицей и элементарным биологическим явлением.

Выделяют следующие уровни организации биологических систем:

- 1. Молекулярно-генетический** – самый низкий уровень организации живого. Элементарная единица – триплеты нуклеотидов молекулы ДНК (коды). Именно на этом уровне осуществляется передача наследственной информации из поколения в поколение за счёт редупликации ДНК. Случайное нарушение процесса редупликации приводит к изменению кодов, а, следовательно, обеспечивает изменчивость.
- 2. Субклеточный.** Изучают строение и функции компонентов клетки: ядра, мембран, органоидов, включений.
- 3. Клеточный.** Элементарная структура – клетка. На этом уровне изучают строение и жизнедеятельность клеток, их специализацию в ходе развития, механизмы деления клеток. Элементарное явление – обмен веществ и энергии.
- 4. Тканевый.** Изучают строение и функции тканей и образованных ими органов. *Ткань* – это совокупность клеток, которые одинаковы по происхождению, строению и функциям.
- 5. Организменный.** Элементарная единица – организм. Этот уровень изучает особенности строения и функции отдельных особей. Элементарное явление – процесс онтогенеза, реализация генотипа в виде фенотипа. Это наиболее разнообразный уровень.
- 6. Популяционно-видовой.** Элементарная единица – популяция – исторически сложившаяся совокупность особей одного вида на определённой территории. Элементарное явление – процесс микроэволюции (образование новых видов на основе естественного отбора). Таким образом, популяция – единица эволюции.
- 7. Биосферно-биогеоценотический** – это самый высокий уровень организации. Элементарная структура – биогеоценоз. Элементарное явление – круговорот веществ, энергии и информации, обусловленный жизнедеятельностью организмов. Весь комплекс биогеоценозов образует живую оболочку Земли – биосферу.

Строение и жизнедеятельность клетки изучает наука цитология. Рождение и развитие этой науки связано с изобретением микроскопа. В 1665 году английский исследователь Роберт Гук изучил срез пробки под микроскопом. Он открыл клеточное строение растительных тканей. Роберт Гук предложил термин «клетка». Но он видел под микроскопом не живые клетки, а оболочки мертвых клеток. Голландец Антони ван Левенгук открыл и описал одноклеточных животных, бактерии, эритроциты и сперматозоиды позвоночных животных.

В 1839 году немецкий зоолог Теодор Шванн и немецкий ботаник Маттиас Шлейден сформулировали основные положения клеточной теории:

- все организмы состоят из клеток;
- клетки животных и растений сходны по строению.
- рост, развитие и дифференцировка клеток обеспечивают развитие многоклеточного организма.

Немецкий ученый Рудольф Вирхов в 1858 году дополнил клеточную теорию. Вирхов сказал, что:

- новые клетки образуются из материнской клетки путем деления.
- вне клеток нет жизни.

### ***Современные положения клеточной теории:***

- 1) клетка – элементарная единица строения и развития всех живых организмов;
- 2) клетки всех организмов сходны по химическому составу, строению и основным процессам жизнедеятельности;
- 3) каждая новая клетка образуется из материнской клетки путем деления;
- 4) у многоклеточных организмов клетки специализируются и образуют ткани;
- 5) из тканей образуются органы. Органы связаны между собой и подчиняются нервной, гуморальной и иммунной регуляции.

Клетки делят на ***прокариотические*** и ***эукариотические***.

Клетки ***прокариот*** имеют простое строение. Они не имеют типичного ядра и мембранных органоидов. Сверху клетка покрыта клеточной стенкой. Под ней находится плазматическая мембрана. В цитоплазме прокариот находятся рибосомы, включения, один или несколько нуклеоидов. Нуклеоид – это кольцевая молекула ДНК. Она прикрепляется к внутренней поверхности плазматической мембраны. ДНК – наследственный материал клетки.

***Прокариоты*** – это ***бактерии*** и ***цианобактерии (сине-зелёные водоросли)***. Это одноклеточные и колониальные организмы. Они живут в воде, почве, в организмах растений, животных, человека.

Прокариоты имеют разную форму клеток: шаровидную (кокки), палочковидную (бациллы) и др. Некоторые бактерии имеют органоиды движения – один или много жгутиков.

***Питание:*** автотрофное и гетеротрофное.

***Дыхание:*** аэробное и анаэробное.

***Размножение:*** бесполое (нет митоза) и половое (конъюгация).

При неблагоприятных условиях у некоторых прокариот внутри материнской клетки образуются споры.

**Эукариоты** – это организмы, клетки которых имеют ядро. Это 3 царства: Растения, Грибы, Животные. Эукариоты – это одноклеточные, колониальные и многоклеточные организмы. Основные компоненты клеток – это: поверхностный аппарат, цитоплазма и ядро.

**Поверхностный аппарат.** В его состав входят: плазматическая мембрана, надмембранные и подмембранные структуры. **Функции:** защищает клетку от неблагоприятных влияний окружающей среды, обеспечивает обмен веществ, энергии и информации между клетками и средой.

Клетки эукариот ограничены **плазматической мембраной**. Это полупроницаемый липидный бислой со встроенными белками. Структура клеточной мембраны **жидкостно-мозаичная**. В состав мембран входят липиды, белки и углеводы.

**Фосфолипиды** – соединения жирных кислот и глицерина, имеющие фосфатную группу. Молекулы фосфолипидов имеют полярную (гидрофильную) головку и два неполярных (гидрофобных) хвоста. Они образуют бислой мембраны, где внутри находится гидрофобная зона. Она обеспечивает полупроницаемость мембраны.

**Гликолипиды** – соединения липидов и углеводов, которые обеспечивают рецепторную функцию и участвуют в образовании гликокаликса.

**Гликокаликс** – наружная часть мембраны, которая обеспечивает межклеточные взаимодействия, узнавание, пристеночное пищеварение.

**Холестерин** – стероидный жир, количество которого обеспечивает степень жидкостности мембраны.

**Белки**, входящие в состав мембран, не образуют сплошного слоя, а расположены в виде мозаики из глобул. При этом одни находятся только на поверхности, а другие частично или полностью опускаются в бислой липидов.

**Компартментация** – это пространственное разделение клетки внутренними мембранами на участки (отсеки), в которых одновременно проходят различные химические реакции. Например: распад веществ в лизосомах, синтез АТФ в митохондриях.

**Рецепторы** – это сигнальные белковые молекулы, расположенные на плазматических мембранах. Их функция – обеспечить ответную реакцию клетки на изменения среды. Рецепторы представлены

трансмембранными белками, имеющими специальный участок для соединения с активными молекулами (гормонами, ферментами и др.). Каждая клетка в многоклеточном организме имеет свой специфический набор рецепторов. Это позволяет реагировать на различные сигналы. Одна и та же сигнальная молекула может вызвать в разных клетках разные эффекты.

#### ***Функции мембраны:***

- ограничивает цитоплазму, защищает ее от внешних воздействий;
- разделяет клетку на участки (компарменты), в которых идут различные физиологические процессы;
- участвует в процессах обмена с окружающей средой;
- на мембране идет синтез некоторых органических веществ.
- через мембрану переносятся вещества нужные для жизнедеятельности клетки и удаляются продукты обмена.

Над плазматической мембраной животных клеток находится *гликокаликс*, который состоит из соединений белков и липидов с углеводами. **Функции:** связь клеток между собой и с окружающей средой, избирательный транспорт веществ, примембранное пищеварение.

***Подмембранные структуры.*** Микротрубочки и микрофиламенты состоят из сократительных белков и образуют цитоскелет клетки.

***Микротрубочки*** – пустотелые цилиндры. Они формируют веретено деления, участвуют во внутриклеточном транспорте веществ, образуют жгутики, реснички, центриоли.

***Микрофиламенты*** образуют цитоскелет клеток, они расположены под плазматической мембраной. Обеспечивают сокращение мышечных волокон, изменение формы клеток, организацию контактов с другими клетками, амёбодные движения клеток, экзо- и эндоцитоз.

***Цитоплазма*** – внутренняя среда клетки. В её состав входят органические и неорганические соединения, органеллы, включения и цитоскелет.

***Органоиды клетки*** – дифференцированные участки цитоплазмы, выполняющие определённую функцию. Их делят по структуре на ***мембранные*** и ***немембранные***. По выполняемым функциям – на органоиды ***общего*** и ***специального*** назначения (жгутики, реснички, сократительная и пищеварительная вакуоли, акросома и другие).

#### ***Мембранные органоиды***

**а) Одномембранные органоиды:**

***Эндоплазматическая сеть*** – это система микроскопических каналов и

полостей, ограниченных мембраной. Она делит клетку на участки, в которых идут различные физиологические процессы. ЭПС транспортирует и накапливает вещества в клетке. Мембрана ЭПС соединяется с мембраной ядра и наружной мембраной. Различают два вида ЭПС: *гранулярную* и *агранулярную*. На мембранах гранулярной ЭПС есть рибосомы. На них идет синтез белка. На мембранах агранулярной ЭПС идет синтез углеводов и липидов.

**Комплекс Гольджи** расположен возле ядра. В животной клетке – это система полостей, ограниченных мембраной. На концах полостей расположены крупные и мелкие пузырьки. В растительной клетке – это отдельные полости, ограниченные мембранами. Функции:

- концентрация веществ, обезвоживание;
- на мембранах комплекса Гольджи синтезируются полисахариды, липиды, гормоны, ферменты;
- комплекс Гольджи образует лизосомы, пероксисомы.

**Лизосомы** – это пузырьки, ограниченные мембраной. Внутри лизосом находятся ферменты, которые расщепляют белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. Ферменты лизосом разрушают:

- частицы, которые попадают в клетку путем фагоцитоза;
- микроорганизмы и вирусы;
- некоторые компоненты клеток, целые клетки или группы клеток.

Например, разрушение хвоста у головастика лягушек.

**Пероксисомы** – мелкие сферические тельца, покрытые мембраной. Образуются в комплексе Гольджи, содержат в основном ферменты разрушающие перекись водорода. Перекись водорода образуется при окислении некоторых органических веществ и очень вредна для клеток. Пероксисомы могут участвовать в окислении жирных кислот.

**Вакуоли** – это полости в цитоплазме, которые заполнены жидкостью. Образуются пузырьками ЭПС или комплекса Гольджи. Они содержат продукты жизнедеятельности клеток, пигменты. Функции:

- накопление продуктов обмена;
- сохранение питательных веществ;
- поддержание тургора клетки.

#### **в) Двухмембранные органоиды:**

**Митохондрии** имеют вид гранул, палочек, нитей. Они ограничены двумя мембранами: наружной и внутренней. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки ***кristы***. Внутри

митохондрий находится полужидкое вещество – *матрикс*. В нем содержатся молекулы ДНК, и-РНК, т-РНК, рибосомы. В матриксе синтезируются митохондриальные белки. Основная функция митохондрий – синтез АТФ (на кристах). Размножаются митохондрии делением.

**Пластиды** – это органоиды клеток растений. Различают три типа пластид: *хлоропласты*; *хромoplastы*; *лейкопласты*.

**Хлоропласты** – зеленые пластиды, содержащие хлорофилл. Они находятся в листьях, молодых побегах, незрелых плодах. Хлоропласты ограничены двумя мембранами – наружной и внутренней. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки (тилакоиды), которые образуют граны. В гранах находится хлорофилл. В матриксе хлоропластов содержатся молекулы ДНК, и-РНК, т-РНК, рибосомы, зерна крахмала. В нем идет синтез АТФ, липидов, белков, ферментов. Основная функция хлоропластов – фотосинтез. Размножаются хлоропласты делением.

**Хромoplastы** – пластиды желтого, красного и оранжевого цвета. Находятся в цветках, плодах, стеблях, листьях. Функция – окрашивание.

**Лейкопласты** – бесцветные пластиды. Они находятся в стеблях, корнях, клубнях. Функция – запас питательных веществ.

Пластиды одного вида могут превращаться в пластиды другого вида (кроме хромoplastов).

В эукариотических клетках весь генетический материал находится в ядре. Интерфазное **ядро** состоит из ядерной оболочки, кариоплазмы, ядрышка.

**Ядерная оболочка** состоит из двух мембран, между которыми находится перинуклеарное пространство. Перинуклеарное пространство через каналы ЭПС связывает кариоплазму и цитоплазму. Оболочка ядра пронизана многочисленными порами, которые могут менять свои размеры.

**Кариоплазма** содержит воду, хроматин, белки-ферменты, р-РНК, т-РНК, и-РНК, ядерные белки.

**Ядрышко** содержит большое количество р-РНК, белки. Здесь образуются субъединицы рибосом. Ядрышки образуются на вторичных перетяжках хромосом (ядрышковые организаторы).

**Функции ядра:**

1. Сохранение наследственной информации в молекулах ДНК.
2. Реализация наследственной информации путём синтеза белков, что

обеспечивает поддержание всех жизненных процессов клетки.

3. Передача наследственной информации путём репликации ДНК, образования хромосом и их деления.

**Процессы, которые происходят в ядре:** репликация, транскрипция всех видов РНК, процессинг, образование рибосом.

Генетический материал в интерфазном ядре находится в виде **хроматина** (комплекс ДНК и белков в соотношении 1:1). В состав хроматина входят основные (гистоновые) и кислотные (негистоновые) белки. **Гистоновые** белки (основные, их всего 5 видов) выполняют структурную функцию. **Негистоновые** белки-ферменты (кислые, их более 100 видов) участвуют в процессах, которые происходят на ДНК (репликация, транскрипция, репарация).

При делении из хроматиновых нитей формируются хромосомы. Хромосомы играют главную роль в процессе клеточного деления, т.к. они обеспечивают передачу наследственной информации от одного поколения другому и участвуют в регуляции клеточного метаболизма. В состав хромосом эукариотических клеток входят ДНК, белки и небольшие количества РНК и ионы  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ . Хромосомы могут находиться в 2-х структурно-функциональных состояниях:

1) **Деспирализованном** (деконденсированном) – в неделящейся клетке хромосомы не видны, обнаруживаются лишь глыбки и гранулы хроматина.

2) **Спирализованном** (конденсированном) – ко времени деления клетки хроматин конденсируется и при митозе хромосомы хорошо видны.

На различных участках одной и той же хромосомы спирализация хроматина неодинаковая. С этим связана различная интенсивность окраски отдельных участков хромосомы. Более спирализованные и интенсивно окрашенные участки (**гетерохроматин**) выполняют **структурную и регуляторную функции**. Менее спирализованные и слабо окрашенные участки (**эухроматин**) выполняют **информативную функцию**.

#### **Немембранные органоиды**

**Рибосомы** – это микроскопические, округлые тельца, которые обнаружены в клетках всех организмов. Рибосомы состоят из двух субъединиц: **большой** и **малой**. Рибосомы находятся на мембранах ЭПС, образуя её гранулярную поверхность, митохондриях, пластидах или свободно лежат в кариоплазме. В состав рибосом входят белки и р-РНК. Функция рибосом – это синтез белка. Рибосомы образуются в ядрышках.

**Клеточный центр** – это органоид клеток животных, который находится возле ядра и играет важную роль при делении клетки. Клеточный центр состоит из 2 центриолей, от которых радиально расходятся микротрубочки. Во время деления клетки центриоли расходятся к полюсам, и из микротрубочек формируется веретено деления.

### **Молекулярно-генетический уровень организации жизни.**

#### **Организация потока веществ и энергии. Нуклеиновые кислоты.**

##### **Биосинтез белка**

В каждой клетке постоянно происходят два взаимосвязанных процесса:

- **диссимиляция или энергетический обмен** – процесс распада сложных органических соединений на более простые. Этот процесс идёт с выделением энергии, которая запасается в АТФ.
- **ассимиляция или пластический обмен** – процесс образования новых органических соединений, необходимых организму. Этот процесс идёт с затратой энергии.

**Обмен веществ** – это совокупность изменений, происходящих с веществами с момента их поступления в клетки организма из окружающей среды до момента образования конечных продуктов распада и выведения их из клеток организма.

Для своего существования клетка должна поддерживать постоянную связь с окружающей её средой и при этом сохранять относительно постоянным свой состав. Эту функцию выполняет наружная клеточная мембрана. Благодаря своему строению она обладает избирательной проницаемостью. Различают **активный** и **пассивный** транспорт веществ через клеточную мембрану.

**Пассивный** транспорт проходит без затраты энергии, по градиенту концентрации. Это:

- **диффузия** – непрерывное, беспорядочное передвижение молекул любого вещества. Например:  $O_2$ ,  $CO_2$ .
- **облегчённая диффузия** – поступление веществ при помощи белков-переносчиков. Например: глюкоза, аминокислоты, некоторые ионы.
- **осмос** – поступление воды через избирательно проницаемую мембрану.

**Активный** – поступление веществ против градиента концентрации с затратой энергии АТФ. Это:

- поступление ионов  $Na^+$  и  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$
- поступление крупных молекул и частиц – **эндоцитоз**, а их выведение –

### **экзоцитоз.**

Различают два вида эндоцитоза: **фагоцитоз** – поступление твёрдых частиц (характерен для клеток одноклеточных и многоклеточных животных, которые не имеют постоянной формы тела) и **пиноцитоз** – поступление жидкости с растворёнными в ней молекулами белков, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов (характерен для всех клеток животных и растений).

**Энергетический обмен** происходит в три этапа:

**1. Подготовительный.** У большинства многоклеточных животных и человека происходит в пищеварительном тракте, а также в лизосомах клеток всех организмов. На этом этапе органические макромолекулы под действием ферментов расщепляются на мономеры: белки – на аминокислоты, жиры – на глицерин и жирные кислоты, полисахариды – на моносахариды, нуклеиновые кислоты – на нуклеотиды. Эти процессы протекают с выделением небольшого количества энергии, которая рассеивается в виде тепла.

**2. Бескислородный (анаэробный).** Происходит в клетках без участия кислорода. На этом этапе завершается энергетический обмен у некоторых микроорганизмов и беспозвоночных животных (паразитических), которые не могут использовать атмосферный кислород. Расщепление молекул глюкозы называется **гликолиз**. При этом участвует более 10 ферментов, которые находятся в цитоплазме. Молекула глюкозы расщепляется на две молекулы пировиноградной или молочной (клетки мышц) кислот. Во время гликолиза выделяется приблизительно 200 кДж энергии. Часть её (почти 84 кДж) используется на синтез **двух** молекул **АТФ**, а другая часть рассеивается в виде тепла.

**3. Кислородный (аэробный).** Происходит в митохондриях эукариот или на плазматических мембранах прокариот. На этом этапе продукты гликолиза окисляются до воды и углекислого газа (**Цикл Кребса**). При этом выделяется большое количество энергии (приблизительно 2800 кДж), часть которой (55%) запасается в макроэргических связях молекул АТФ (36 молекул), а 45% – рассеивается в виде тепла.

Следовательно, во время анаэробного и аэробного этапов энергетического обмена образуются **38 молекул АТФ**.



### **Нуклеиновые кислоты**

Различают два вида нуклеиновых кислот: **ДНК** и **РНК**.

**ДНК** – это биополимер, который состоит из двух спиральных цепей.

Мономер молекулы ДНК – **нуклеотид**. Нуклеотид ДНК состоит из остатков:

- Азотистых оснований – аденина (А), тимина (Т), цитозина (Ц), гуанина (Г);
- Дезоксирибозы ( $C_5H_{10}O_4$ );
- Фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ );

Между нуклеотидами одной цепи – ковалентная связь (дезоксирибоза – фосфорная кислота).

Модель ДНК в 1953 г. предложили Д.Уотсон и Ф.Крик. Они установили, что нуклеотиды двух цепей соединяются водородными связями. Эти связи возникают между комплементарными нуклеотидами: А и Т – две связи, Г и Ц – три связи.

Е. Чаргафф установил, что в молекуле ДНК количество аденина равняется количеству тимина, а количество гуанина – количеству цитозина, т.е.  $A=T$  и  $G=C$ . Отсюда вывод, что  $A+G=T+C$ .

ДНК находится в цитоплазме прокариот, в ядре, митохондриях, пластидах эукариот.

Функции ДНК:

- Хранит наследственную информацию;
- Передает наследственную информацию.

**Свойства ДНК:**

- Способность к самоудвоению (S – период интерфазы).
- Репарация (лат. "обновление") – самоликвидация повреждённых участков ДНК.

**Самоудвоение ДНК.**

Происходит полуконсервативным способом. С помощью ферментов водородные связи разрушаются, и цепи материнской молекулы раскручиваются. К материнским цепям комплементарно присоединяются свободные нуклеотиды. Образуется две молекулы ДНК.

**РНК** – это биополимер, который состоит из одной цепи. Мономер молекулы РНК – **нуклеотид**. Нуклеотид РНК состоит из остатков:

- Азотистых оснований – аденина (А), урацила (У), цитозина (Ц), гуанина (Г);
- Рибозы ( $C_5H_{10}O_5$ );
- Фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ );

Различают три типа РНК:

- Матричная РНК (м-РНК) или информационная (и-РНК)– переносит

информацию от ДНК к месту синтеза белка.

- Транспортная РНК (т-РНК) – присоединяет и транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка.
- Рибосомальная РНК (р-РНК) – входит в состав рибосом.

**Ген – это участок ДНК, необходимый и достаточный для полноценного синтеза функциональной молекулы РНК.** Структурная единица гена – пара нуклеотидов.

Ген – это участок ДНК, который в себя включает:

- а) промотор** – часть гена, к которому присоединяется фермент транскрипции;
- б) транскрибируемый участок** (кодирующая часть гена). Содержит информацию о последовательности нуклеотидов в молекуле РНК.
- в) терминатор** – часть гена, которая даёт сигнал о завершении транскрипции.

Каждая интерфазная хромосома содержит одну молекулу ДНК, в которой в линейном порядке располагается множество генов. Геном человека содержит примерно 3,2 млрд. нуклеотидных пар, где располагаются 31780 генов. Почти половина генома представлена множеством копий, то есть повторяющимися последовательностями ДНК, а большая часть состоит из некодирующих последовательностей. Геномы эукариот представлены ядерной, митохондриальной и пластидной ДНК, при этом учитывается только ДНК гаплоидного набора хромосом.

Структура генов прокариот – это непрерывные последовательности кодирующих нуклеотидов. Линейные размеры гена равны размерам структурного белка.

У эукариот структура гена мозаично-прерывистая. Кодированные последовательности нуклеотидов (экзоны) разделяются некодирующими (интронами). Внутри одного гена могут проходить функциональные взаимодействия отдельных участков. У эукариот размеры ДНК намного больше размеров белка.

В геноме любого организма есть **структурные** и **регуляторные** гены. Структурные гены обуславливают синтез белков, гены-регуляторы влияют на активность структурных генов. В клетках многоклеточного организма есть полный набор генов данного вида, но в разных типах клеток (мышечные, нервные и др.) функционирует лишь небольшое число структурных генов, а именно те, которые определяют свойства данной клетки, ткани, организма в целом.

**Классификация генов:**

1. Активны во всех клетках (гены репликации, транскрипции, трансляции и др.)
2. Активны в клетках определённого типа, большинство генов в которых репрессированно.

Наследственная информация записывается в молекулах нуклеиновых кислот при помощи **генетического кода**. Это последовательность нуклеотидов, которая определяет порядок расположения аминокислот в полипептиде.

**Генетический код**

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин	Серин Серин Серин Серин	Тирозин Тирозин «Стоп» «Стоп»	Цистеин Цистеин «Стоп» Триптофан	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Ц(Г)	Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин	Пролин Пролин Пролин Пролин	Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин	Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
А(Т)	Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метеонин	Треонин Треонин Треонин Треонин	Аспарагин Аспарагин Лизин Лизин	Серин Серин Аргинин Аргинин	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Г(Ц)	Валин Валин Валин Валин	Аланин Аланин Аланин Аланин	Аспарагиновая к-та Аспарагиновая к-та Глутаминовая к-та Глутаминовая к-та	Глицин Глицин Глицин Глицин	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)

**Свойства генетического кода:**

- **Триплетность** (каждая аминокислота в полипептиде кодируется тремя нуклеотидами – кодоном);
- **Избыточность** или **вырожденность** (одну аминокислоту могут кодировать несколько разных триплетов);
- **Однозначность** (каждый триплет кодирует одну определенную кислоту);
- **Универсальность** (код одинаковый для всех организмов);
- **Коллинеарность** (последовательность триплетов определяет порядок расположения аминокислот);

- **Уникальность;**
- **Линейность;**
- **Непрерывность** (между нуклеотидами нет интервалов);
- **Неперекрываемость** (в молекуле ДНК каждый нуклеотид входит лишь в какой-либо один кодон);
- **Стартовость** (синтез полипептида начинается с триплета АУГ);
- **Терминация** (окончание синтеза полипептида; это «стоп-кодона»: УАА, УАГ, УГА,).
- **Однонаправленность** (считывание информации идёт только в направлении от 5'-конца к 3' концу).

### Биосинтез белка

Процесс биосинтеза белка можно представить в виде схемы ДНК–про-и-РНК – и-РНК – полипептидная цепь – белок.

Этапы биосинтеза белков:

**Транскрипция** (лат. transcriptio - переписывание). Это синтез в ядре клетки молекулы-предшественника и-РНК (про-и-РНК) по программе ДНК.

Транскрипция включает 3 этапа: **инициация, элонгация, терминация.**

**1. Инициация.** Под действием фермента двойная спираль ДНК раскручивается. Фермент РНК-полимеразы присоединяется к промотору ДНК и из свободных нуклеотидов начинается синтез про-и-РНК.

**2. Элонгация** – процесс наращивания полинуклеотидной цепи.

**3. Терминация** – окончание синтеза про-и-РНК, когда фермент достигает стоп-кодона (АГТ, АЦТ или АТЦ).

Участок ДНК, который содержит промотор, транскрибируемую последовательность нуклеотидов и терминатор, называется **транскриптоном.**

**Процессинг** – «созревание» РНК. У эукариот, в процессе созревания про-и-РНК, специальные ферменты удаляют **интроны** – инертные участки и сшивают **экзоны** – кодирующие участки. Процессы, которые связаны с созреванием и-РНК, называются **процессингом.** Процесс сшивания кодирующих участков – экзонов с помощью ферментов лигаз, называется **сплайсингом.** Образуется и-РНК или м-РНК. Из ядра она поступает к рибосомам ЭПС.

**Трансляция.** Это синтез полипептида по программе и-РНК. Трансляцию делят на 3 этапа: **инициация, элонгация, терминация.**

**1. Инициация.**

1) и-РНК соединяется с малой субъединицей рибосомы.

2) К стартовому кодону и-РНК (АУГ) комплементарно присоединяется своим антикодоном (УАЦ) т-РНК с аминокислотой (метионин). Реакция присоединения аминокислоты к т-РНК называется *рекогницией*. Между кодоном и антикодоном формируются водородные связи. Образуется комплекс инициации: *малая субъединица рибосомы + и-РНК + т-РНК + метионин*.

3) К этому комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы. Образуется функционально активная рибосома. В ней одновременно могут находиться только два кодона и-РНК.

**2. Элонгация** – процесс удлинения пептидной цепи

1) Ко второму кодону комплементарно присоединяется следующая т-РНК с определенной аминокислотой. Между двумя аминокислотами образуется *пептидная* связь.

2) т-РНК, которая пришла раньше, выходит из рибосомы и может присоединять новую аминокислоту.

3) и-РНК и т-РНК с дипептидом перемещается в рибосоме на один кодон. К третьему кодону и-РНК подходит т-РНК с аминокислотой и т.д.

**3. Терминация** – окончание синтеза и высвобождение полипептида.

Удлинение цепи продолжается до «стоп-кодона».

**Посттрансляционная модификация.**

Синтезированный полипептид попадает в цитоплазму, ЭПС или аппарат Гольджи, где завершается формирование белковой молекулы. В процессе «созревания» происходят химические и пространственные преобразования (белок приобретает вторичную, третичную или четвертичную структуры).

Процесс синтеза белка требует больших затрат энергии АТФ.

Результатом участия белков в метаболизме является развитие признаков.

Таким образом, процесс биосинтеза белка осуществляется в четыре этапа:

1. Транскрипция.

2. Посттранскрипционные процессы (процессинг, сплайсинг).

3. Трансляция.

4. Посттрансляционные процессы (формирование вторичной, третичной и четвертичной структуры белка).

### **Жизненный цикл клетки. Митоз**

Хромосомы играют главную роль в процессе клеточного деления, т.к. они обеспечивают передачу наследственной информации от одного поколения другому и участвуют в регуляции клеточного метаболизма. В состав хромосом эукариотических клеток входят ДНК, белки и небольшие количества РНК.

Хромосомы могут находиться в 2-х структурно-функциональных состояниях:

3) *Деспирализованном* – в неделящейся клетке хромосомы не видны, обнаруживаются лишь глыбки и гранулы хроматина.

4) *Спирализованном* – ко времени деления клетки хроматин конденсируется и при митозе хромосомы хорошо видны.

На различных участках одной и той же хромосомы спирализация хроматина неодинакова. С этим связана различная интенсивность окраски отдельных участков хромосомы. Более спирализованные и интенсивно окрашенные участки (*гетерохроматин*) выполняют *структурную функцию*. Менее спирализованные и слабо окрашенные участки (*эухроматин*) выполняют *информативную функцию*.

В хромосомах различают первичную *перетяжку* (центромеру), делящую хромосому на 2 *плеча*. Центромера может иметь различное расположение, от этого зависит форма хромосом:

- *Метацентрические* – имеют одинаковые или почти одинаковые плечи;
- *Субметацентрические* – плечи неравной величины;
- *Акроцентрические* – имеют палочковидную форму, с очень коротким вторым плечом.

Хромосомные наборы эукариот подчиняются таким правилам:

1. *Правило постоянства числа хромосом* (число хромосом и характерные особенности их строения – видовой признак.)

2. *Правило парности хромосом* (хромосомы, которые относятся к одной паре, называются гомологичными: они имеют одинаковую величину и строение).

3. *Правило индивидуальности хромосом* (каждая пара характеризуется своими особенностями)

4. *Правило непрерывности хромосом* (хромосомы способны к авторепродукции при делении клетки)

В ядрах клеток тела (соматических) содержится полный, двойной набор хромосом. Такой набор наз. *диплоидным* и обозначается  $2n$ . В ядрах половых клеток из каждой пары гомологичных хромосом присутствует лишь одна. Такой набор наз. *гаплоидным* и обозначается  $n$ .

Диплоидный набор хромосом клетки, который характеризуется их числом, величиной и формой, называется *кариотипом*.

Нормальный кариотип человека – 46 хромосом, или 23 пары. Из них 22 пары – хромосомы одинаковые у мужчин и женщин (*аутосомы*) и одна пара – половые хромосомы (*гетерохромосомы*).

**Жизненный цикл клетки** – это период от образования клетки до её гибели или следующего деления.

**Клеточный (митотический) цикл** – это период жизни клетки от одного деления до другого. Этот цикл состоит из трех главных стадий.

- Интерфаза.
- Митоз (кариокинез).
- Цитокинез.

**Интерфаза** включает три периода:

1) **Пресинтетический ( $G_1$ )** – идет синтез РНК и структурных белков. За счет них восстанавливаются и дифференцируются органоиды клетки после митоза. Клетка растет. Хромосома состоит из одной хроматиды. Набор генетического материала  $2n2c$ , где  $n$  – количество хромосом,  $c$  – количество ДНК.

2) **Синтетический ( $S$ )** – происходит редупликация ДНК, синтез ядерных белков. Теперь каждая хромосома состоит из двух хроматид.  $2n4c$ .

3) **Постсинтетический ( $G_2$ )** – идет синтез АТФ, РНК, белков веретена деления. Делятся митохондрии и хлоропласты. Центриоли удваиваются.  $2n4c$ .

**Митоз** состоит из 4-х фаз:

1) **Профаза** – хромосомы спирализуются, укорачиваются, утолщаются. Ядрышки и ядерная мембрана разрушаются. Хромосомы попадают в цитоплазму. В это же время центриоли расходятся к полюсам клетки. Вокруг каждой центриоли образуется веретено деления (звезда).  $2n4c$ .

2) **Метафаза** – хромосомы прикрепляются своими центромерами к нитям веретена деления. Они выстраиваются по экватору в одну линию, хорошо видны и имеют Х-образную форму.  $2n4c$ .

3) **Анафаза** – каждая центромера расщепляется на две. Хроматиды отходят друг от друга. Нити веретена деления оттягивают дочерние хромосомы к противоположным полюсам.  $4n4c$ .

4) **Телофаза** – хромосомы перемещаются к полюсам клетки, деспирализуются, удлиняются и их уже не видно. Нити веретена разрушаются. У каждого полюса вокруг хромосом образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко. Набор генетического материала в каждом ядре –  $2n2c$ .

5) **Цитокинез** – это разделение цитоплазмы между двумя дочерними клетками. Набор генетического материала в каждой клетке –  $2n2c$ .

**Значение митоза:**

1) **Генетическая стабильность.** В результате митоза получают две

дочерние клетки, которые содержат столько же хромосом, сколько их было в родительской клетке.

2) **Рост.** В результате митозов число клеток в организме увеличивается.

3) **Бесполое размножение, регенерация и замещение клеток.**

В сложных многоклеточных организмах клетки отдельных органов и тканей характеризуются различной митотической активностью. Исследование клеточного деления посредством радиоавтографии дало возможность разделить все ткани на три категории клеточных комплексов:

- **стабильные** – практически не делятся (нервные ткани);
- **растущие** – часть клеток способна к митозу (мышцы);
- **обновляющиеся** – все клетки делятся. Число вновь образованных клеток равно числу погибших (эпителий кожи).

Митотическая активность зависит от вида ткани и её функции, возраста и стадии развития организма.

**Амитоз** или прямое деление клеток происходит путём деления ядра перетяжкой без веретена деления. Амитоз характерен для одноклеточных организмов.

**Эндомитоз** – увеличение числа хромосом. Происходит в результате того, что после деления хромосом, деление ядра не происходит. Так образуются полиплоидные ядра. При эндомитозе клетки продолжают свою жизнедеятельность.

**Политения** – увеличение количества хромосом. Образуются гигантские хромосомы (обнаружены в слюнных железах личинок двукрылых).

Нарушение митоза приводит к образованию клеток с разными кариотипами. Нарушение строения веретена деления приводит к некратному увеличению или уменьшению числа хромосом в соматических клетках. Это вызывает различные заболевания.

**Размножение – универсальное свойство живого.**

**Биологические особенности репродукции человека. Гаметогенез**

**Размножение** – это способность организмов воспроизводить себе подобных.

**Формы размножения:**

**I. Бесполое**

• У одноклеточных:

1. **Деление** – в основе лежит митоз (амеба, парамеция).
2. **Шизогония или множественное деление** (малярийный плазмодий).
3. **Почкование** (бактерии, дрожжи).

#### 4. Спорообразование (споровики).

- У многоклеточных:

1. Вегетативно – размножение группой клеток.

а) Почкование (гидра);

б) Фрагментация (кольчатые черви);

в) Вегетативными органами (корень, лист, стебель);

г) Полиэмбриония – развитие нескольких зародышей из одной оплодотворённой яйцеклетки (рыбы, птицы, млекопитающие, в том числе человек – однояйцовые близнецы).

2. Спорами – размножение специализированной клеткой (мхи, папоротники).

#### II. Половое

- У одноклеточных:

1. Конъюгация – новых особей не образуется, а лишь происходит обмен генетической информацией (бактерии, парамеции).

2. Копуляция – две особи превращаются в гаметы, соединяются и образуют зиготу (малярийный плазмодий). Встречается три вида копуляции:

– изогамия – сливаются подвижные, одинаковые по размеру гаметы;

– анизогамия – сливаются подвижные, но разные по размеру гаметы;

– оогамия – сливаются гаметы: крупная неподвижная (яйцеклетка) и мелкая подвижная (сперматозоид).

- У многоклеточных – копуляция. Развитие гамет происходит в половых железах. Сперматозоиды образуются в семенниках, а яйцеклетки в яичниках.

#### III. Партеногенез – особая форма размножения. Это развитие организмов из неоплодотворённой яйцеклетки. Бывает естественным и искусственным. Естественный – облигатный (обязательный) и факультативный.

**Мейоз** – это способ деления при образовании половых клеток эукариот, в результате которого хромосомный набор уменьшается в два раза. Мейоз происходит при образовании сперматозоидов и яйцеклеток у животных и при образовании спор у большинства растений.

Мейоз состоит из двух последовательных делений:

- Редукционного;

- Эквационного.

Интерфаза – I. Происходит редупликация ДНК. Каждая хромосома состоит из двух хроматид. **2n4c**.

**Редукционное деление** состоит из 4-х фаз:

**1) Профаза – 1.**

Профаза – 1 состоит из 5 стадий:

- **Лептонема** – стадия длинных, тонких, слабо спирализованных нитей.
- **Зигонема** – стадия попарного соединения гомологичных хромосом (конъюгация).
- **Пахинема** – стадия толстых нитей. Гомологичные хромосомы соединены в биваленты. Между гомологичными хромосомами происходит обмен участками (кроссинговер).
- **Диплонема** – гомологичные хромосомы начинают отталкиваться.
- **Диакинез** – отталкивание гомологичных хромосом продолжается, но они еще соединены своими концами.

К концу **профазы-1** хромосомы полностью уплотнены, центриоли мигрируют к полюсам, ядрышки и ядерная мембрана разрушаются. Хромосомы попадают в цитоплазму. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Вокруг каждой центриоли образуется веретено деления. **2n4c.**

**2) Метафаза – 1.** Биваленты хромосом выстраиваются по обе стороны от экватора. Нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом только с одной стороны. **2n4c.**

**3) Анафаза – 1.** Нити веретена деления сокращаются, и целые хромосомы оттягиваются к полюсам клетки. **2n4c.**

**4) Телофаза – 1.** Когда хромосомы достигнут полюсов клетки, нити веретена разрушаются. У каждого полюса вокруг хромосом образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко. Цитоплазма делится, образуется две клетки. Набор генетического материала в каждом ядре – **n2c.**

**Таким образом, в результате редукционного деления образуется две клетки, в которых набор хромосом – гаплоидный, а количество ДНК еще удвоено (каждая хромосома состоит из двух хроматид).**

**Интерфаза – 2.** Короткая. В ней отсутствует S-период.

**Эквационное деление** состоит из 4-х фаз:

**1) Профаза – 2.** Хромосомы хорошо видны. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Вокруг каждой центриоли образуется веретено деления (звезда). Ядрышки и ядерная мембрана разрушаются. Хромосомы попадают в цитоплазму. **n2c.**

**2) Метафаза – 2.** Хромосомы выстраиваются по экватору. Нити веретена деления прикрепляются к их центромерам с обеих сторон.

**3) Анафаза – 2.** Каждая центромера разделяется на две. Хроматиды отходят друг от друга. Нити веретена деления оттягивают дочерние

хромосомы к противоположным полюсам. **2n2c**.

4) Телофаза – 2. Хромосомы перемещаются к полюсам клетки, деспирализуются, удлиняются и их уже не видно. Нити веретена разрушаются. У каждого полюса вокруг хромосом образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко. Происходит цитокинез. Образуется 2 клетки. Набор генетического материала в каждой клетке – **nc**. Таким образом, из одной материнской клетки образуется 4 дочерних.

#### Значение мейоза:

1) В результате мейоза половые клетки имеют гаплоидный набор хромосом. Это обеспечивает постоянное число хромосом в зиготе для каждого вида.

2) Мейоз обеспечивает комбинативную изменчивость организмов за счет:

- Кроссинговера.
- Независимого комбинирования негомологичных хромосом.

3) В результате мейоза все клетки отличаются комбинацией гомологичных хромосом и составом генов в них.

**Половые клетки (гаметы)** выполняют функцию передачи наследственного материала от родителей к потомкам.

**Сперматозоиды** – мужские половые клетки. Они подвижные (обеспечивают встречу гамет), микроскопических размеров. Сперматозоиды млекопитающих состоят из **головки, шейки и хвоста**. На переднем конце **головки** находится **акросома** (видоизмененный аппарат Гольджи). Акросома выделяет ферменты, которые растворяют оболочки яйцеклетки. Основную массу головки занимает ядро. Цитоплазма находится в жидкостно-кристаллическом состоянии. В **шейке** находятся центриоль и спиральная нить, которая образована митохондриями. **Хвост** выполняет активные движения.

**Яйцеклетки** – женские половые клетки. Неподвижные, крупных размеров. Яйцеклетки содержат все типичные органоиды клетки. В них содержатся питательные вещества (желток) для развития зародыша. Яйцеклетки покрыты оболочками, которые выполняют защитную и трофическую функцию. У плацентарных млекопитающих они обеспечивают связь зародыша и стенки матки материнского организма.

Процесс формирования половых клеток (гамет) называется **гаметогенез**.

#### Сперматогенез

Семенник состоит из множества канальцев. Каждый каналец состоит из нескольких слоев клеток. Каждый слой – это последовательные стадии развития сперматозоидов.

**1. Зона размножения.** Наружный слой клеток – это сперматогонии (имеют крупное ядро и небольшое количество цитоплазмы). Эти клетки делятся путем митоза. Поэтому семенник увеличивается в размерах. Генетическая формула –  $2n2c$ .

**2. Зона роста.** Когда наступает половая зрелость, часть сперматогониев продолжает делиться путем митоза. Другая часть клеток переходит в зону роста. Увеличивается количество цитоплазмы. Клетки становятся крупнее. Они называются первичные сперматоциты. Генетическая формула –  $2n4c$ .

**3. Зона созревания.** Происходит два деления мейоза. Из каждого первичного сперматоцита образуется два вторичных сперматоцита (Мейоз-1)  $n2c$ , а затем четыре сперматиды (Мейоз-2). Генетическая формула –  $nc$ .

**4. Зона формирования.** Из сперматид формируются сперматозоиды.  $nc$ .  
У диких животных сперматогенез происходит только в определенное время года. У домашних животных и человека сперматогенез идет постоянно.

### Овогенез

**1. Стадия размножения.** Овогонии (имеют крупное ядро и небольшое количество цитоплазмы) интенсивно делятся путем митоза. На пятом месяце эмбриогенеза человека в яичниках образуется до 6-7 млн. овогониев. У человека этот период заканчивается до рождения. На шестом месяце эмбриогенеза значительная часть овогониев погибает. Генетическая формула овогониев –  $2n2c$ .

**2. Стадия роста.** Происходит рост овогоний, образуются первичные овоциты. В яичниках девочек при рождении их около 300-400 тысяч. Когда наступает половая зрелость, овогонии увеличиваются в размерах. В них накапливается желток, жир, пигменты. Образуются первичные овоциты. Каждый овоцит окружается мелкими фолликулярными клетками, которые дают ему питание. Генетическая формула –  $2n4c$ .

**3. Стадия созревания.** Первичные овоциты вступают в стадию созревания, начинается профазы мейоза-I, которая останавливается на стадии диктиотены. Отдельные овоциты периодически продолжают приостановленный мейоз. Цитоплазма неодинаково распределяется между дочерними клетками. Из первичного овоцита образуется вторичный овоцит (содержит почти всю цитоплазму) и направительное тельце первого порядка (Мейоз-I)  $n2c$ . У женщин овуляция происходит на стадии метафазы II. Во время овуляции стенка фолликула лопается и овоцит попадает в брюшную полость, а потом в маточные трубы. Мейоз завершается только при оплодотворении. Из вторичного овоцита

образуется незрелая яйцеклетка,  $n$  и направительное тельце второго порядка (Мейоз-2). Параллельно, направительное тельце первого порядка иногда делится на два направительных тельца второго порядка.

У человека, как у всех плацентарных млекопитающих периоды размножения и роста яйцеклеток проходят в фолликулах яичника. Период созревания яйцеклеток происходит в маточных трубах. Здесь происходит оплодотворение на стадии вторичного овоцита. Мейоз завершается после проникновения сперматозоида в яйцеклетку. В общем, за репродуктивный период у женщин образуется около 400 яйцеклеток.

**Оплодотворение** – это процесс соединения двух гамет с образованием зиготы, из которой развивается новый организм. Существуют два этапа:

**1. Дистантный** – включает направленную миграцию и активацию. Направленная миграция осуществляется за счёт таксиса. Активация сперматозоидов происходит в женских половых путях: яйцеклетки выделяют в окружающую среду химические вещества.

**2. Контактный** – проникновение сперматозоида происходит благодаря акросомной реакции. При контакте гамет оболочка акросомы разрушается. Из неё выбрасывается акросомная нить, выделяются ферменты, которые растворяют яйцевые оболочки (фермент гиалуронидаза растворяет фолликулярные клетки). Акросомная нить сливается с мембраной яйцеклетки, образуется воспринимающий бугорок, который захватывает ядро, центриоли, митохондрии сперматозоида. Ядро сперматозоида набухает до размеров ядра яйцеклетки. Ядра сближаются, сливаются (синкариогамия). Образуется зигота ( $2n$ ).

***Биологическое значение оплодотворения:***

1. Восстанавливается диплоидное число хромосом в зиготе.
2. Оплодотворение – один из механизмов комбинативной изменчивости, так как в зиготе объединяются наследственный материал двух организмов у потомков.
3. Избирательность оплодотворения (только в пределах вида) обеспечивает сохранение вида как целого.

Продуктивность гамет у мужчин идёт постоянно, у женщин периодически (в среднем один раз каждые 28 дней) из тех овоцитов, которые сформировались ещё на ранних этапах эмбриогенеза. Таким образом, яйцеклетка, которая образуется в конце репродуктивного периода, накапливает большое число мутаций. У человека оплодотворение внутреннее. Процесс оплодотворения происходит в верхних отделах

маточных труб. Из выделившихся 200 млн. сперматозоидов сюда попадают 100. Способность к оплодотворению у сперматозоидов сохраняется в течение 72 часов, у яйцеклеток – в течение суток после овуляции.

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 2**

### **Организменный уровень организации жизни. Основы генетики человека Закономерности наследования признаков.**

#### **Менделирующие признаки человека**

**Генетика** – это наука о закономерностях наследственности и изменчивости организмов.

**Наследственность** – это свойство организмов передавать особенности строения и жизнедеятельности потомкам.

**Изменчивость** – это свойство организмов приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития.

Элементарными дискретными единицами наследственности и изменчивости являются гены. **Ген** – это участок молекулы ДНК (у некоторых вирусов – РНК), определяющий последовательность аминокислот конкретного полипептида.

#### ***Задачи генетики:***

1. Изучение способов хранения генетической информации у разных организмов (вирусов, бактерий, растений, животных и человека) и её химической природы.
2. Анализ способов передачи наследственной информации от одного поколения к другому.
3. Выявление механизмов и закономерностей реализации генетической информации в процессе онтогенеза в конкретных условиях среды.
4. Изучение закономерностей и механизмов изменчивости и её роли в приспособительных реакциях и её роль в процессе эволюции.

Рождение генетики – 1865 год. В этом году Г. Мендель сделал доклад в обществе естествоиспытателей (г. Брно) о работе над растительными гибридами.

#### ***Основные понятия генетики:***

***Аллельные гены*** – гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом и определяющие развитие альтернативных признаков.

***Альтернативные признаки*** – взаимоисключающее проявление одного и того же признака. Например: жёлтый и зелёный цвет, гладкая и морщинистая поверхность горошин.

**Доминантный ген (A)** – ген, проявляющийся у гибридов первого поколения.

**Рецессивный ген (a)** – ген, не проявляющийся у гибридов первого поколения.

**Гомозиготный организм** – в гомологичных хромосомах локализованы одинаковые аллельные гены (два доминантных –  $AA$  или два рецессивных –  $aa$ ). Такой организм образует один тип гамет и не даёт расщепления при скрещивании с таким же по генотипу организмом.

**Гетерозиготный организм** – в гомологичных хромосомах локализованы разные гены одной аллельной пары ( $Aa$ ). Он образует два типа гамет и при скрещивании с таким же по генотипу организмом даёт расщепление.

**Генотип** – совокупность всех генов организма.

**Фенотип** – совокупность всех признаков и свойств организма.

Основной метод генетики – это **метод гибридологического анализа**. Он был создан Г. Менделем.

Этот метод включает:

1. Подбор родительских пар, которые отличаются по одной или нескольким парам альтернативных признаков.
2. Качественный и количественный учет проявления признаков у гибридов.
3. Изучение наследования признаков у гибридов нескольких поколений.
4. Анализ зиготности у каждой гибридной особи.
5. Алгебраические символы записи законов.

## I Закон Менделя

### Закон единообразия гибридов первого поколения.

*При скрещивании гомозиготных особей, которые отличаются по одной или нескольким парам альтернативных признаков, первое поколение гибридов единообразно и по фенотипу и по генотипу.*

Жёлтый цвет горошин –  $A$

Зелёный цвет горошин –  $a$

$P$  ♀  $AA$  × ♂  $aa$

$G$      $A$          $a$

$F_1$     $Aa$  – 100 % жёлтые

## II Закон Менделя.

### Закон расщепления признаков у гибридов.

*При скрещивании гетерозиготных особей, которые отличаются по одной паре альтернативных признаков, наблюдается расщепление в соотношении 3:1 по фенотипу и 1:2:1 по генотипу.*

P ♀ Aa × ♂ Aa  
 G A a A a  
 F<sub>2</sub> AA, Aa, Aa, aa  
 жёлтые; зелёные

**Анализирующее скрещивание** – это определение генотипа родителей по фенотипу потомков.

Анализирующее скрещивание – это скрещивание особи, генотип которой надо узнать, с особью рецессивной. Если наблюдается расщепление 1:1 по фенотипу, то особь – гетерозиготная, если наблюдается единообразие, то особь – гомозиготная.

A – чёрный окрас собак  
 a – коричневый окрас собак)

1) P ♀ Aa × ♂ aa  
 G A a a  
 F<sub>1</sub> Aa; aa

1 чёрн.: 1 коричн.

2) P ♀ AA × ♂ aa  
 G A a  
 F<sub>2</sub> Aa – 100% чёрные

### III Закон Менделя.

#### Закон независимого наследования и комбинирования признаков при ди- и полигибридном скрещивании.

*При скрещивании двух гомозиготных особей, которые отличаются по двум и более парам альтернативных признаков, первое поколение единообразно, а во втором - наблюдается независимое комбинирование признаков по каждой аллельной паре в соотношении 3:1 (3+1)<sup>n</sup>.*

A – жёлтый цвет горошин  
 a – зелёный цвет  
 B – гладкая поверхность  
 b – морщинистая

P ♀ AABV × ♂ aabb  
 G AV ab  
 F<sub>1</sub> AaBb – 100% ж.гл.

P ♀ AaBb × ♂ AaBb  
 G AV Ab AV Ab  
 aV ab aV ab  
 F<sub>2</sub> 9AV; 3Ab; 3aV; 1ab  
 ж. гл.; ж. м.; з. гл.; з. м.

Гаметы ♂	AB	Ab	aB	ab
Гаметы ♀				
AB	 AABB	 AABb	 AaBB	 AaBb
Ab	 AABb	 AAbb	 AaBb	 Aabb
aB	 AaBB	 AaBb	 aaBB	 aaBb
ab	 AaBb	 Aabb	 aaBb	 aabb

Закономерности, открытые Г.Менделем носят статистический характер. Они дают возможность рассчитать вероятность проявления признака у потомков. Но теоретическая закономерность совпадает с эмпирической только при достаточно больших числах.

Признаки, наследование которых идёт по законам Г.Менделя, называются менделирующими. Общее количество таких признаков у человека огромно. Так, близорукость, полидактилия, нормальный слух – признаки доминантные, а нормальное зрение, пятипалость, глухота – рецессивные.

### **Взаимодействие генов. Множественный аллелизм**

Любой признак и свойство организма может определяться как одним, так и несколькими генами, которые взаимодействуют между собой. По типу взаимодействия различают аллельные и неаллельные гены.

#### **Типы взаимодействия аллельных генов:**

**1) Полное доминирование** – доминантный ген полностью подавляет действие рецессивного гена. Функциональная активность доминантного гена не зависит от наличия в организме рецессивного.

AA – карий цвет глаз	P ♀ Aa × ♂ Aa
Aa – карий	G A a A a
aa – голубой	F <sub>2</sub> AA; Aa; Aa; aa
	карий голубой
P ♀ AA × ♂ aa	Расщепление 3 : 1 по фенотипу;
G A a	1 : 2 : 1 по генотипу.
F <sub>1</sub> Aa – 100% карий	

**2) Неполное доминирование** – доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного гена, и гетерозиготная особь имеет свое (промежуточное) проявление признака.

AA – здоровый	P ♀ Aa × ♂ Aa
Aa – повышенное содержание цистеина в моче	G A a A a
aa – цистинурия с образованием камней в почках	F <sub>2</sub> AA; Aa; Aa; aa
	здор. повыш. цист.
P ♀ AA × ♂ aa	Расщепление 1 : 2 : 1 по фенотипу;
G A a	1 : 2 : 1 по генотипу.
F <sub>1</sub> Aa – 100% повышенное содержание цистеина в моче	

**3) Кодоминирование** – оба гена работают и не мешают друг другу.

Например: IV группа крови у человека по системе АВ0 – I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>

**4) Сверхдоминирование** – в гетерозиготном состоянии проявление признаков сильнее, чем у доминантных гомозигот. Так при серповидноклеточной анемии:

S – серповидноклеточная анемия (SS-lethal)

s – норма

Ss – серповидноклеточность, жизнеспособны, устойчивы к малярии

P ♀ Ss × ♂ Ss

G S s S s

F<sub>1</sub> SS; Ss; Ss; ss

1 Lethal : 2 : 1

### Множественные аллели

Множественные аллели возникают в результате многократных мутаций одного и того же локуса в хромосоме. Появляется более двух вариантов одного и того же гена. Каждый из генов содержит разную наследственную информацию. Поэтому один фенотип контролируется разными генотипами. Так как одновременно в одном локусе хромосомы может находиться лишь один ген из всей серии, то множественные аллели существуют только в популяции. Между генами в одной серии устанавливается ряд доминантности. Каждый предыдущий ген доминирует над последующим.

Например: наследование групп крови у человека по системе АВ0.

i<sup>i</sup> – 1 группа;

I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>; I<sup>A</sup>i – 2 группа;

I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>; I<sup>B</sup>i – 3 группа;

I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> – 4 группа

Гены I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup> являются доминантными по отношению к гену i, а между собой они кодоминантны. Поэтому ряд доминантности таков: I<sup>A</sup> = I<sup>B</sup> > i < I<sup>A</sup> = I<sup>B</sup>

### Плейотропия

**Плейотропия** – один ген влияет на развитие нескольких признаков. Плейотропия может быть первичной и вторичной. **Первичная** – ген сразу проявляет своё множественное действие (синдром Марфана). Чаще встречается **вторичная плейотропия**. Вначале ген проявляет один фенотипический признак, который вызывает второй, а затем проявляется множественный эффект.

Например: серповидно-клеточная анемия у человека.

Наследование синдрома Марфана:

A – арахнодактилия, нарушение в строении хрусталика глаза, аномалии в сердечно-сосудистой системе.

a – нормальное строение.

P ♀ Aa × ♂ Aa

G A a A a

F<sub>1</sub> AA; Aa; Aa; aa

арахнодакт. норма

Утверждение менделевской генетики – «один ген – один признак» отрицалось многими опытами. Оказалось, что один ген может влиять на проявление нескольких признаков (плейотропия) и один признак может контролироваться несколькими генами. Если две пары генов расположены в разных парах гомологичных хромосом, то наследование генов подчиняется III закону Менделя. А вот проявление признака зависит от типа взаимодействия между генами. Ведь признак развивается в результате взаимодействия двух белков, которые образовались под действием двух и более генов.

**Типы взаимодействия неаллельных несцепленных генов:**

**1) Комплементарность** – один доминантный ген дополняет действие другого неаллельного доминантного гена, и они вместе определяют новый признак, который отсутствует у родителей. Причём, соответствующий признак развивается только в присутствии обоих неаллельных генов.

***Пример комплементарности:***

Синтез интерферона зависит от присутствия двух доминантных генов, один из которых локализуется в хромосоме 2, а другой – в хромосоме 5.

A<sub>2</sub>vv, aaV<sub>5</sub>, aavv – синтез отсутствует

A<sub>2</sub>V<sub>5</sub> – синтез интерферона

<p>P ♀ AAbb × ♂ aaBB</p> <p>G Ab aB</p> <p>F<sub>1</sub> AaBb – 100% синтез интерферона</p>	<p>P ♀ AaBb × ♂ AaBb</p> <p>G AB Ab aB ab</p> <p>F<sub>2</sub> 9 : 7 по фенотипу,</p> <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 100px;">синтез</span> синтез  <span>интерферона</span> отсутствует         </p>
---	--

Бывает расщепление: 9 : 6 : 1, 9 : 3 : 4, 9 : 3 : 3 : 1

**2) Эпистаз** – действие гена одной аллели подавляет действие генов другой аллели. Гены, которые подавляют действие других генов, называются **супрессорами**. Гены-супрессоры в основном не детерминируют развитие определённого признака. Ген, эффект которого подавляется, называется **гипостатическим**. Различают эпистаз:

**а) рецессивный** – рецессивный аллель одного гена подавляет действие доминантных генов другой аллели. Например: «бомбейский феномен» у человека. В этом случае очень редкая рецессивная аллель hh подавляет действие генов I<sup>A</sup> и I<sup>B</sup>. У человека с генотипом I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>hh – фенотипически будет первая группа крови.

**б) доминантный** – доминантный аллель одного гена подавляет действие доминантного гена другой аллели.

Например: наследственная близорукость.

$A_{-}v_{-}$  – умеренная близорукость (от -2,0 до -4,0)

$aaVV$  – нормальное зрение

$aaV_{-}$ ,  $A_{-}V_{-}$  – сильная близорукость (более -5), ген  $V$  – супрессор

$P \quad \text{♀} \quad AAbb \quad \times \quad \text{♂} \quad aaVV$

$G \quad \quad Ab \quad \quad \quad aV$

$F_1 \quad AaVb$  – 100% сильная

близорукость

$P \quad \text{♀} \quad AaBb \quad \times \quad \text{♂} \quad AaBb$

$G \quad AB \quad Ab \quad \quad AB \quad Ab$

$\quad \quad aB \quad ab \quad \quad aB \quad ab$

$F_2 \quad 12 : 3 : 1$  по фенотипу

сильная            умерен.            норм.  
близорук.        близорук.        зрение

Бывает расщепление:  $13 : 3$ ,  $12 : 4$

**3) Полимерия** – несколько неаллельных доминантных генов проявляют один признак.

Полимерия бывает:

- **Суммарная (кумулятивная)** – степень проявления признака зависит от числа доминантных генов. Так наследуются количественные признаки у человека: пигментация кожи, рост, масса тела, артериальное давление.

Например: рост человека.

$A_1A_1A_2A_2A_3A_3$  – 180 см

$a_1a_1a_2a_2a_3a_3$  – 150 см

$A_1a_1A_2a_2A_3a_3$  – 165 см

- **Однозначная** – наличие хотя бы одного доминантного гена определяет проявление признака. Так наследуются качественные признаки.

Например: склонность к гастриту.

$A_1A_2$  – склонность к гастриту;

$a_1a_1a_2a_2$  – здоровые

$P \quad \text{♀} \quad A_1A_1A_2A_2 \quad \times \quad \text{♂} \quad a_1a_1a_2a_2$

$G \quad \quad A_1A_2 \quad \quad \quad a_1a_2$

$F_1 \quad A_1a_1A_2a_2$  – 100% склон. к гастр.

$P \quad \text{♀} \quad A_1a_1A_2a_2 \quad \times \quad \text{♂} \quad A_1a_1A_2a_2$

$G \quad A_1A_2 \quad A_1a_2 \quad \quad A_1A_2 \quad A_1a_2$

$\quad \quad a_1A_2 \quad a_1a_2 \quad \quad a_1A_2 \quad a_1a_2$

$F_2 \quad 15 : 1$  по фенотипу,

скл. к гастр        :        здор.

### Сцепленное наследование. Генетика пола

Хромосомы, одинаковые у женских и мужских организмов называются аутосомами. Хромосомы, которые отличаются как по морфологии, так и по заключенной в них генетической информации, у женских и мужских организмов называются половыми. Большую из пары хромосом называют X-хромосома, а меньшую – Y-хромосома. Сочетание половых хромосом в зиготе определяет пол будущего организма.

## Типы хромосомного определения пола:

### – Качественное:

1. У млекопитающих (человека), большинства земноводных, мухи дрозофилы.

$\text{♀ AA} + \text{XX}; \text{♂ AA} + \text{XY}.$

2. У птиц, пресмыкающихся, бабочек.

$\text{♀ AA} + \text{XU}; \text{♂ AA} + \text{XX}$  или  $\text{♀ AA} + \text{ZW}; \text{♂ AA} + \text{ZZ}$

### – Количественное:

3. У некоторых клопов, кузнечиков.

$\text{♀ AA} + \text{XX}; \text{♂ AA} + \text{X0}$

4. У перепончатокрылых.

$\text{♀ } 2n; \text{♂ } n$  (диплоидный набор хромосом восстанавливается эндомитозом).

Кроме хромосомных, есть и другие механизмы регулирующие пол:

1) Определение пола зависит от размера яйцеклеток: из крупных яйцеклеток развиваются - ♀, а из мелких – ♂ (некоторые черви);

2) Влияние внешней среды (морской червь боннелия). Свободноживущие личинки прикрепляются ко дну и развиваются в самок (длина до 1м), а личинки, которые попадают на хоботок самки – в самцов (1-3 мм).

Пол наследуется по законам Менделя.

P	♀ AA + XX	×	♂ AA + XY
G	A + X		A + X    A + Y
F <sub>1</sub>	AA + XX; AA + XY		
	1	:	1

Пол, имеющий две одинаковые половые хромосомы, называется **гомогаметный**. Пол, имеющий разные половые хромосомы, называется **гетерогаметный**.

Признаки, которые наследуются через половые хромосомы, называются **сцепленные с полом**.

Лица женского пола могут быть как **гомо-** так и **гетерозиготными** по генам локализованным в X-хромосомах. Рецессивные аллели генов у них проявляются только в гомозиготном состоянии.

Так как у лиц мужского пола только одна X-хромосома, то все локализованные в ней гены (даже рецессивные) сразу же проявятся в фенотипе. Такой организм называется **гемизиготным**.

Гены, которые находятся в X-хромосоме, могут быть:

1) **Доминантными**. Они передаются от отца всем дочерям.

Например: темная эмаль зубов.

$X^A$  – темная эмаль зубов

$X^a$  – белая эмаль зубов

P ♀  $X^aX^a$  × ♂  $X^AY$

G  $X^a$   $X^A$  Y

F<sub>1</sub>  $X^AX^a$ ;  $X^aY$

50%-темная (100% дочери), 50%-белая эмаль зубов.

**2) Рецессивными.** Они передаются от матери (носительница гена) к сыну. Например: гемофилия, дальтонизм.

$X^D$  – нормальное зрение

$X^d$  – дальтонизм

P ♀  $X^DX^d$  × ♂  $X^DY$

G  $X^D$   $X^d$   $X^D$  Y

A<sub>1</sub>  $X^DX^D$ ;  $X^DY$ ;  $X^DX^d$ ;  $X^dY$

25%-дальтоники (50% сыновей)

Признаки, которые наследуются через Y-хромосому, называются голландрическими. Они передаются от отца всем сыновьям. Например: ткань семенников, ихтиоз, гипертрихоз.

### **Сцепленное наследование**

Существуют признаки, которые проявляются только у одного пола несмотря на то, что гены, которые определяют эти признаки есть у обоих полов как в аутосомах. так и в половых хромосомах. Такие признаки называются *ограниченные полом* (жирность молока у женщин, патология простаты у мужчин). Есть признаки, характер доминирования которых *зависит от пола*. Например, у мужчин ген облысения доминирует, а у женщин он рецессивен. Мужчинам для облысения достаточно одного доминантного аллеля, а женщинам необходимо быть гомозиготными по доминантному гену, поэтому лысых мужчин гораздо больше, чем лысых женщин. Проявление зависимых от пола признаков определяется соотношением мужских и женских гормонов в крови. Гены, которые определяют вторичные половые признаки, есть у обоих полов, но их проявление контролируется также гормонами.

Генов значительно больше чем хромосом. В 1910 году американский генетик Томас Морган с сотрудниками экспериментально доказал, что в каждой хромосоме локализовано много генов, которые наследуются вместе. Гены, которые локализованы в одной хромосоме, составляют группу сцепления. Так, у человека 24 группы сцепления: 22 аутосомные и 2 сцепленные с полом в X- и Y-хромосомах. Но они сцеплены не абсолютно. Во время мейоза происходит кроссинговер. Чем дальше друг

от друга располагаются гены, тем чаще между ними происходит кроссинговер.

Для эксперимента Морган удачно выбрал муху-дрозофилу: ее легко содержать в лабораториях, она очень плодовита, быстро размножается, имеет 8 хромосом. Он изучал, как наследуется окраска тела и длина крыльев у мухи-дрозофилы. Сначала он скрещивал гомозиготных самок и самцов. Первое поколение было единообразно.

$B$  – серая окраска тела

$b$  – черная окраска тела

$V$  – нормальные крылья

$v$  – зачаточные (недоразвитые) крылья

P ♀  $BBVV$  × ♂  $bbvv$

G  $BV$   $bv$

F<sub>1</sub>  $BbVv$  – 100% серые с нормальными крыльями и ♀ и ♂

Затем он провел анализирующее скрещивание (отдельно для самок и самцов) для определения генотипа гибридов, которые были получены в F<sub>1</sub>

При анализе генотипа самца получились только особи похожие на родителей (по 50%). У самцов мухи-дрозофилы кроссинговер не происходит, и гены сцеплены полностью.

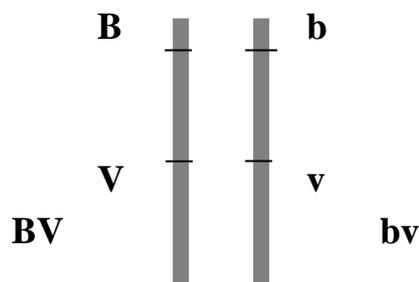
P ♀  $bbvv$  × ♂  $BbVv$

G  $bv$   $BV$   $bv$

F<sub>2</sub>  $BbVv$ ;  $bbvv$

50% 50%

с. н. ч. з.



При анализе генотипа самки мухи-дрозофилы оказалось, что особей, которые похожи на родителей, в потомстве получилось больше (по 41,5%), а особей, которые комбинируют признаки родителей – меньше (по 8,5%). Т. Морган делает вывод, что у самок мухи-дрозофилы происходит кроссинговер, то есть гены сцеплены не полностью.

P ♀  $BbVv$  × ♂  $bbvv$

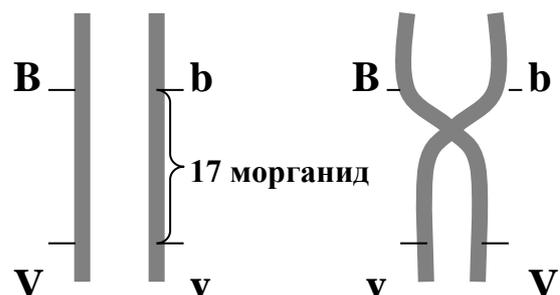
G  $BV$   $bv$   $bv$

$Bv$   $bV$

F<sub>2</sub>  $BbVv$   $bbvv$   $Bbvv$   $bbVv$

41,5%; 41,5%; 8,5%; 8,5%

с. н. ч. з. с. з. ч. н.



На основании полученных данных, Морган делает вывод, что гены окраски тела и длины крыльев находятся в одной хромосоме и поэтому эти гены наследуются сцеплено. Но сцепление может быть нарушено кроссинговером.

% кроссинговера между генами (1% кроссинговера = 1 морганиде) был условно принят за расстояние между ними. Это дало возможность строить генетические карты хромосом. % кроссинговера Т. Морган предложил определять по формуле:

$$\frac{n_1}{n} : 100 = \% \text{ кроссинговера, где}$$

$n_1$  – общее число кроссверных особей;

$n$  – общее число потомков.

Кроссинговер изменяет частоту генов в группах сцепления, что изменяет фенотип. Это один из факторов комбинативной изменчивости у организмов.

Цитологическую картину кроссинговера впервые описал датский учёный Янсен в 1909 году. Потом генетическое доказательство кроссинговера было установлено у дрозофилы Т. Морганом и его школой, но прямые, цитогенетические доказательства обмена участками гомологичных хромосом получили только в начале 30-х годов К. Штерн (у дрозофилы), Б. Мак-Клинтон и Г. Крейтон (у кукурузы). Необходимо отметить, что кроссинговер основывается на закономерностях мейоза, происходит в профазе-I между хроматидами гомологических хромосом.

**Хромосомная теория наследственности** была сформулирована Т.Морганом.

***Основные положения:***

1. Гены находятся в хромосомах, каждый ген занимает определенное место – локус.
2. Гены расположены линейно и наследуются сцеплено. Количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.
3. Между аллельными генами происходит кроссинговер.
4. Вероятность кроссинговера пропорциональна расстоянию между генами.

Расстояние между генами измеряют в сантиморганидах.

1 сантиморганида = 1% кроссинговера.

***Цитоплазматическая наследственность***

У эукариот связана с органоидами клетки, которые способны к саморепродукции (митохондрии, пластиды). Внеядерные гены называют

плазмагенами. Они способны к размножению и случайно распределяются по дочерним клеткам. Плазмагены передаются следующему поколению в составе цитоплазмы яйцеклетки. Поэтому основная роль в передаче внеядерных генов принадлежит цитоплазме материнского организма, и проявление признака, который определяется внеядерным геном, будет неодинаковым.

Внеядерные гены взаимодействуют с ядерными и пребывают под контролем ядерной ДНК. Например: у человека в каждой соматической клетке около 1000 митохондрий. Геном митохондрий содержит 16569 пар нуклеотидов и кодирует две рибосомальные РНК, 22 транспортные РНК и 13 полипептидов дыхательной цепи. Остальные 66 субъединиц этой цепи кодируются в ядре. ДНК митохондрий человека наследуется по материнской линии, она не имеет интронов, защитных белков-гистонов и системы репарации. Патологические мутации ДНК вызывают много митохондриальных болезней: Альцгеймера, Паркинсона, энцефалопатию, молочнокислый ацидоз и судороги, нейропатию и др.

### **Изменчивость**

**Изменчивость** – это свойство организмов приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития.

Формы изменчивости:

- 1) Модификационная (ненаследственная);
- 2) Генотипическая (наследственная).

**Модификационная изменчивость** зависит от условий внешней среды и генотипа.

Под влиянием внешней среды, организм может приобретать изменения, которые не затрагивают генотип. Такие изменения называются **модификациями**.

Различные проявления фенотипа организма, которые происходят в пределах данного генотипа, называются **нормой реакции**. Например: диапазон изменчивости роста человека составляет от 155 до 220 см. Всё, что выходит за пределы этих показателей – отклонение от нормы: в первом случае – карлики, во втором – гиганты.

Норма реакции бывает:

- **Широкая**. Широкую норму реакции имеют количественные признаки (рост, вес, размер стопы, кисти, количество эритроцитов и т.д.)
- **Узкая**. Узкую норму реакции имеют качественные признаки (цвет глаз, группы крови и т.д.)

Модификационная изменчивость имеет следующие свойства:

1) **Ненаследуемость** – новые признаки не передаются следующему поколению, так как не изменяет генотип.

2) **Адаптивность** – новые признаки всегда полезны, так как помогают организму приспособиться к условиям среды.

3) **Адекватность** – величина изменения признака определяется силой и продолжительностью воздействия фактора.

4) **Обратимость** – при прекращении воздействия фактора признак возвращается к исходному проявлению.

5) **Массовость** – одни и те же факторы вызывают одинаковые изменения у всех особей данного вида.

6) **Определённость** – можно определить, какие будут изменения у организмов.

Модификационной изменчивостью объясняется появление фенкопий. **Фенокопии** – организмы с нормальным генотипом, имеющие сходные фенотипы с патологическими. Фенокопии – ненаследственные изменения фенотипа, которые обусловлены влиянием среды, но похожие на мутации. Они возникают на ранних стадиях эмбриогенеза, резко изменяют фенотип, сохраняются на протяжении жизни, но не передаются следующему поколению. Так, кретинизм обусловлен как мутацией гена, так и дефицитом йода в пище. Фенокопиями являются талидомидные эмбриопатии, которые возникают при употреблении матерями на ранних стадиях беременности медицинского препарата талидомида.

Модификационная изменчивость обеспечивает индивидуальное приспособление организма к изменениям условий окружающей среды. Она полезна для организма, но не приводит к эволюционным изменениям в популяции.

В развитии одних признаков решающую роль играет генотип, в развитии других – внешняя среда. В зависимости от условий внешней среды степень фенотипического проявления гена может быть различна. Это явление получило название **экспрессивность**. Например: полидактилия. Количество пальцев на конечностях может варьировать от 6 до 9.

Не у всех носителей патологического гена он обязательно проявляется. Один ген может проявляться в 100% случаев (наследование групп крови по системе АВ0), а другой в значительно меньшем проценте случаев или проявится только в определенных условиях среды (подагра, врождённый вывих бедра). Количественный показатель фенотипического проявления гена называется **пенетрантностью**. Например:

полидактилия. Только 80% носителей генотипа AA и Aa имеют лишние пальцы.

Изменчивость, которая связана с изменением генотипа особи, называется генотипической.

Различают два вида генотипической изменчивости:

- Комбинативную;
- Мутационную.

Комбинативная изменчивость – это изменение генотипа, которое связано с рекомбинацией генов родителей. Комбинативная изменчивость изменяет норму реакции организма и тем самым обеспечивает выживание или гибель организма.

Механизмы комбинативной изменчивости:

- 1) Кроссинговер.
- 2) Независимое расхождение и комбинации в гаметах негомологичных хромосом.
- 3) Случайная встреча гамет при оплодотворении.

В природе комбинативная изменчивость очень редко приводит к образованию новых видов. Человек использует её для получения новых сортов растений, пород животных. Её закономерности используются в медико-генетических консультациях для расчёта риска рождения больного ребёнка.

Мутационная изменчивость – это быстрое, скачкообразное изменение генотипа организма, которое проявляется фенотипически.

Мутации бывают:

- Геномные.
- Хромосомные.
- Генные.

Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом. Они бывают двух видов:

**a) Полиплоидия** – увеличение диплоидного числа хромосом, которое кратно гаплоидному набору хромосом ( $2n + n$ ). Полиплоидия обеспечивает у растений получение более мощной вегетативной системы, крупных плодов и семян с большим количеством питательных веществ. Полиплоидия возникает, когда хромосомы не расходятся к полюсам клетки во время митоза или мейоза. При этом разрываются все нити веретена деления или они вообще не образуются. В животном мире полиплоидия – вредная мутация.

**b) Гетероплоидия** – увеличение или уменьшение числа хромосом, которое

не кратно геному.

Например:  $2n + 1$  – трисомия

$2n - 1$  – моносомия

У растений гетероплоидия может привести к образованию новых видов и повышает жизнеспособность. В животном мире – летальная мутация. Увеличение числа половых хромосом – стерильная или полустерильная мутация. Уменьшение числа хромосом – стерильная ( $X0$ ) или летальная ( $Y0$ ) мутация.

**Хромосомные aberrации** – это изменение структуры хромосом.

*а) Делеция* – потеря участка хромосомы.

*б) Транслокация* – участок хромосомы перешёл на другую негомологичную хромосому.

*в) Инверсия* – участок хромосомы оторвался и развернулся на  $180^\circ\text{C}$ .

*г) Дупликация* – повторение одного и того же участка хромосомы.

Хромосомные мутации изменяют функционирование генов и имеют значение для эволюции вида.

**Генные мутации** связаны с изменением структуры гена.

*а) Замена нуклеотидов* (ЦТТ(глу) на ЦАТ(вал)– серповидноклеточная анемия)

*б) Образование некоплиментарных пар*

*с) Изменение положения нуклеотида*

Генные мутации самые сложные для изучения. Они могут быть нейтральными, полезными или вредными для индивидуума, а для вида – это основной поставщик материала для естественного отбора. Благодаря генным мутациям возникли аллельные гены и большое количество свойств, которые есть у организмов.

Различные мутации одного и того же гена могут привести к появлению **генокопий**. **Генокопии** – один и тот же фенотип контролируется разными генотипами. Например: альбинизм может быть вызван аутосомно-рецессивной и аутосомно-доминантной мутациями гена.

**Мутагенные факторы** – факторы внешней среды, которые вызывают возникновение мутаций.

**I. Негенетические:**

*а) Физические* (ионизирующее, рентгеновское излучение).

*б) Химические* (йод, этилен, гербициды, пестициды, азотистая кислота и др.)

*с) Биологические* (вирусы вызывают перестройку в ДНК).

**II. Генетические** (ошибки: в репарации ДНК, редупликации ДНК, кроссинговере, наличие в организме генов мутаторов и антимутаторов).

В 1920 г. академик Н.И.Вавилов сформулировал закон гомологичных рядов в наследственной изменчивости: *Роды и виды генетически близкие обладают сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная изменения у одного вида можно найти сходные у близкого ему вида.* Этот закон лежит в основе метода генетического моделирования, когда тяжёлые болезни человека изучаются на моделях животных (например: гемофилию изучают на мышах и собаках).

### **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 3**

#### **Методы изучения наследственности человека.**

##### **Наследственные болезни**

##### **Основы генетики человека. Методы генетики человека:**

##### **генеалогический, близнецовый и биохимический**

**Генетика человека** или **антропогенетика** – это наука, которая изучает закономерности наследственности и изменчивости у отдельного человека, популяции людей.

**Медицинская генетика** (раздел антропогенетики) изучает генетические закономерности возникновения и распространения наследственных болезней и вклад наследственности в возникновение наиболее тяжёлых ненаследственных патологий.

Исследования наследственности и изменчивости у человека связаны с **большими трудностями:**

- невозможно экспериментальное скрещивание;
- невозможно создать одинаковые условия для членов одной семьи, а тем более нескольких поколений;
- медленная смена поколений;
- малое число потомков в каждой семье;
- у человека сложный кариотип;
- большое количество групп сцепления;
- высокая пенетрантность и экспрессивность генов, что приводит к высокому полиморфизму признаков.

Но, не смотря на все трудности, генетика человека успешно развивается. Исследователь, наблюдая большую человеческую популяцию, может выбрать из тысяч браков те, которые необходимы для генетического анализа. Метод гибридизации соматических клеток и ДНК-анализа позволяет экспериментально изучать локализацию генов в хромосомах, их

норму и патологию, проводить анализ групп сцепления.

**Методы генетики человека:**

В современной генетике человека используют такие методы:

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Генеалогический             | 6. Цитогенетический             |
| 2. Близнецовый                 | 7. Генетика соматических клеток |
| 3. Дерматоглифический          | 8. ДНК-анализ                   |
| 4. Популяционно-статистический | 9. Моделирования                |
| 5. Биохимический               |                                 |

**Генеалогический метод**

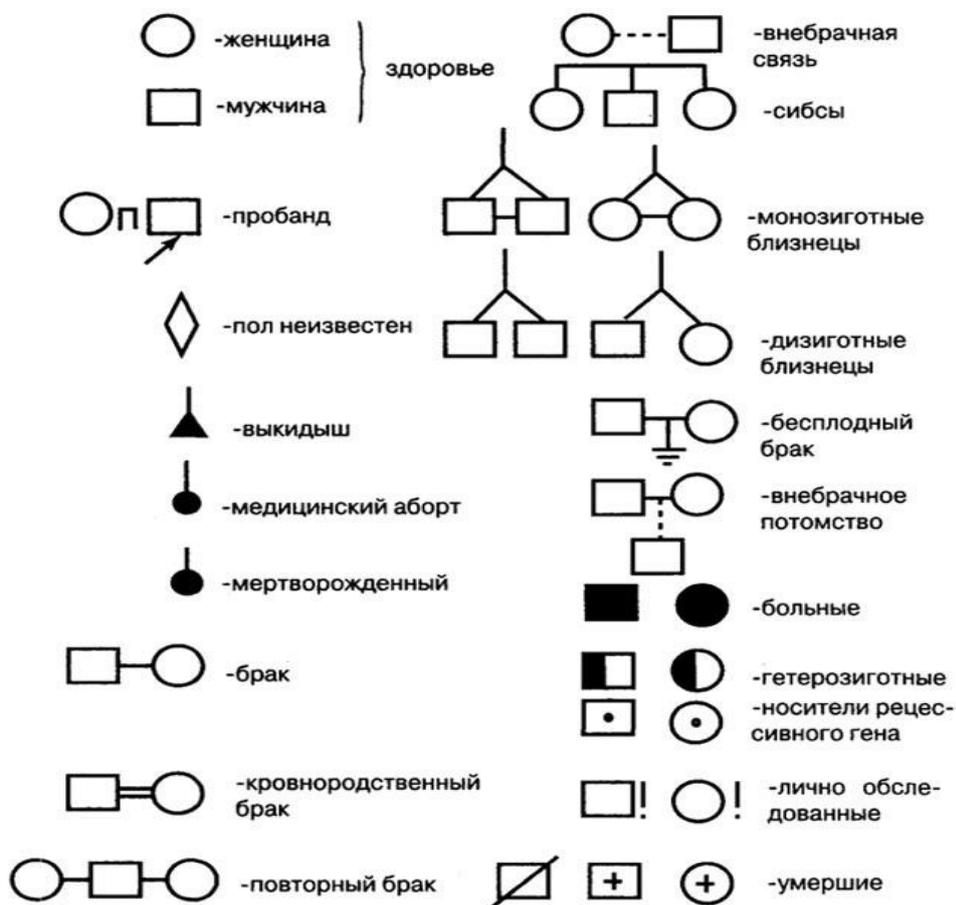
Метод был предложен в 1865 году основоположником генетики человека Ф.Гальтоном. С помощью этого метода можно проследить какой-нибудь признак в ряду поколений, при этом указывая родственные связи между членами родословной. Генеалогия – это родословная человека.

Генеалогический метод включает несколько этапов:

**Первый этап** – это сбор информации о пробанде и его родственниках

**Пробанд** – это лицо, для которого составляется родословная. Его братья и сёстры – сибсы, двоюродные братья и сёстры – полусибсы.

На **втором этапе** делают *графическое изображение* родословной, используя общепринятые символы.



**Третий этап – генеалогический анализ.** Цель – установление генетических закономерностей. Сначала определяют, наследственный ли признак. Если признак наследственный, то определяют тип наследования: доминантный, рецессивный, аутосомный, сцепленный с полом. После этого определяют зиготность пробанда, группы сцепления, пенетрантность и экспрессивность гена. Всё это необходимо, чтобы сделать *расчёт риска (четвёртый этап)* проявления патологии у потомков, выяснить, от кого и когда эта патология пришла.

Различают: *аутосомное* и *сцепленное с полом* наследование.

Если признак одинаково часто встречается у мужчин и женщин, то ген расположен в *аутосомах*.

**Аутосомно-доминантный признак (A):**

- 1) встречается в каждом поколении;
- 2) у больных родителей (Aa) могут быть здоровые дети (aa);
- 3) у здоровых родителей (aa) не может быть больных детей (A).

**Аутосомно-рецессивный признак (a):**

- 1) встречается редко (иногда в одном поколении);
- 2) у больных родителей (aa) не может быть здоровых детей (A);
- 3) у здоровых родителей (Aa) могут быть больные дети (aa).

**Сцепленное с полом наследование.**

Если признак передаётся от отца к сыну из поколения в поколение, то ген этого признака расположен в *У-хромосоме*.

Если признак чаще встречается у женщин и передаётся от больного отца всем дочерям, то это *X-доминантное наследование*.

Если признак чаще встречается у мужчин и передаётся от больного деда через мать-носительницу внуку, то это *X-рецессивное наследование*.

#### **Правила составления родословной**

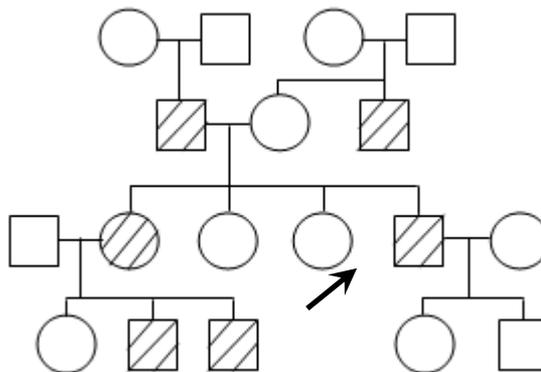
1. Начинать составлять родословную лучше с центра листа, чтобы боковые ветви родословной не выходили за его границы.
2. Начинать составлять родословную необходимо с пробанда. Порядок составления родословной такой: от последующих к предыдущим поколениям; сначала поколения пробанда и его детей, а потом – его родители.
3. Каждое предыдущее поколение изображают выше от линии пробанда, а следующее – ниже. Всех членов родословной надо расположить чётко по поколениям в один ряд.
4. Для удобства составления родословной сначала указывают семейные связи по материнской линии пробанда, после этого изображают линию отца.
5. Слева каждое поколение обозначают римской цифрой, а все индивидуумы в этом поколении – арабскими.

## **Анализ родословной**

1. Установить: данное заболевание наследственное или приобретённое.
2. Определить тип наследования данного признака в семье.
3. Определить, какими хромосомами (соматическими или половыми) наследуется признак.
4. Определить доминантность или рецессивность признака.
5. Выяснить, по какой линии (отца или матери) передаётся заболевание.
6. Определить генотипы пробанда и его жены (мужа).
7. Определить вероятность рождения больных детей в семье пробанда.

### **Пример генеалогического анализа**

Определить тип наследования дальтонизма.



Значительное количество больных в семье свидетельствует о наследственном характере дальтонизма. Тот факт, что есть больные дети в семьях здоровых родителей, говорит о том, что ген дальтонизма рецессивный. То, что болеют в основном мужчины, свидетельствует о локализации гена в X-хромосоме. Итак, признак наследуется по X- сцепленному рецессивному типу.

Тот факт, что у здоровых женщин есть больные сыновья, свидетельствует о том, что они гетерозиготные и имеют генотип  $X^D X^d$ . Вероятность того, что женщина передаст этот ген своим детям, составляет 50%. Поскольку мужчины гемизиготные, то присутствующий у них рецессивный ген проявляется фенотипически (пробанд).

Больной пробанд в браке со здоровой женщиной имеет здоровых сына и дочь. Если жена пробанда гомозиготная, то вероятность рождения здоровых детей будет составлять 100%, а если она гетерозиготная – вероятность рождения больных детей будет 25% (только сыновья).

### **Близнецовый метод**

**Близнецовый** – один из наиболее ранних методов изучения генетики человека. Близнецовый метод исследования был предложен в 1876 г. Ф. Гальтоном. Он выделил среди близнецов две группы: однояйцовые (монозиготные) и двуяйцовые (дизиготные).

Близнецовый метод используется в генетике человека для того, чтобы оценить:

- степень влияния наследственности и среды на развитие какого-нибудь нормального или патологического признака;
- пенетрантность и экспрессивность гена;
- эффективность использования лекарств;
- эффективность методов обучения и воспитания;
- коэффициент IQ.

Этапы близнецового метода:

- 1) для наблюдения подбирают пары близнецов одного пола;
- 2) определяют зиготность близнецов.

**МЗ** – развиваются из одной зиготы, имеют 100% одинаковый генотип (одинаковую группу крови, пол, рисунки кожи и т.д.), 100% приживаемость трансплантата.

**ДЗ** – развиваются из разных зигот и похожи как родные братья и сёстры.

- 3) определяют % сходства в группах моно- и дизиготных близнецов.

Для оценки роли наследственности в развитии того или иного признака делают расчёты по формуле Хольцингера:

$$H = \frac{\% \text{ сходства МЗ} - \% \text{ сходства ДЗ}}{100 \% - \% \text{ сходства ДЗ}}$$

где H – коэффициент наследственности, МЗ – одно- и ДЗ – двуяйцовые близнецы.

При H = 1 признаки полностью зависят от генотипа;

При H > 0,7 основная роль в развитии признака принадлежит наследственности;

При H = 0,3–0,7 наследственность и окружающая среда одинаково влияют на формирование признака (мультифакториальный);

При H < 0,3 основное влияние оказывают факторы окружающей среды.

### ***Мультифакториальные болезни***

Много патологических признаков человека являются мультифакториальными. ***Мультифакториальные болезни*** – это болезни с наследственной предрасположенностью. Для их проявления необходимо:

- 1) наличие гена;
- 2) условия для его проявления.

К мультифакториальным заболеваниям относится сахарный диабет, гипертония, атеросклероз, шизофрения, эпилепсия, алкоголизм и др.

Большую роль в проявлении этих болезней играют факторы внешней среды. Поэтому их профилактика заключается в определении групп риска (наследственная предрасположенность) и создание условий, которые

исключают негативное проявление гена. Например, при проявлении гипертонии у одного из родителей, необходимо:

- контролировать артериальное давление у детей;
- рекомендовать здоровый образ жизни, занятия спортом, специальную диету;
- соблюдать режим труда и отдыха.

Всё это даёт профилактический эффект – сохранение здоровья детей.

**Биохимический метод** основан А. Гарродом в 1902 году. Этот метод позволяет изучить фенотипический эффект гена при изменении структуры ферментативного белка. Изменение *последовательности* или *количества нуклеотидов в гене* приводит к *нарушению кода ДНК*, а значит и к *нарушению структуры белковых молекул*. Следствием этого является *снижение активности фермента* или *его отсутствие*, накопление необычных продуктов обмена, что и *приводит к патологии*. Биохимическим методом диагностируют болезни обмена веществ, устанавливают гетерозиготность родителей. С помощью биохимических методов открыто около 5000 молекулярных болезней. В последние годы в разных странах разрабатываются и используются для массовых исследований специальные программы. **Первый этап – скрининг-программа** (англ. screening – просеивание). Для этого этапа обычно используется небольшое количество простых, доступных методик (экспресс-методов): химических или микробиологических. Так выделяют группу риска. **На втором этапе** проводится уточнение (подтверждение диагноза или отклонение при ложнопозитивной реакции на первом этапе). Для этого используются точные хроматографические, масс-спектрометрические и др. методы определения ферментов, аминокислот и т.п.

**Молекулярно-генетический метод (ДНК-анализ)** – это определение последовательности нуклеотидов в ДНК, которое позволяет установить истинную причину болезни. При этом методе получают образцы ДНК из крови, хориона, амниотических клеток, культуры фибробластов и при помощи полимеразной цепной реакции (ПЦР) получают большое количество фрагментов ДНК. ПЦР – это метод амплификации ДНК *in vitro*. Реакция проходит автоматически в программированном термостате – термоциклере. На первой стадии ПЦР при  $t$  92-95°C ДНК денатурируется с образованием двух одноцепочечных молекул. На второй – при сниженной  $t$  до 55-60°C происходит присоединение праймеров (приманок) к ДНК-мишени с образованием коротких двухцепочечных участков ДНК, необходимых для инициации синтеза. После присоединяется термостабильная ДНК-полимераза. На третьей стадии температура в термоциклере поднимается до 72-75°C и элонгация ДНК

приводит к образованию двух копий определённого фрагмента ДНК. Потом всё повторяется. Таким образом, ПЦР позволяет много раз копировать любой выбранный фрагмент ДНК генома.

ДНК-анализ позволяет не только изучить дефект гена, хромосом, но и следить за эффективностью терапии, устанавливать генетическое родство, совместимость тканей. Это незаменимый метод при разработке лечения наследственной патологии методом генной инженерии.

**Наследственные болезни** – это болезни, при которых нарушен генотип. Они могут проявляться не только при рождении, но и в любом возрасте. По генетическим причинам возникновения они делятся на:

- 1) генные;
- 2) хромосомные (геномные и хромосомные aberrации);
- 3) болезни с наследственной предрасположенностью (мультифакториальные);

**Моногенные** или молекулярные болезни вызваны мутацией гена. Их наследование идёт по законам Менделя. Одна и та же наследственная болезнь может быть обусловлена различными типами мутации генов. Так возникают генокопии.

Болезни нарушения обмена веществ по классификации ВОЗ: аминокислотного, углеводного, липидного, минерального, нуклеотидного и др. обменов. Эти болезни могут проявляться в разные периоды онтогенеза.

**Например:** ночная слепота может наследоваться по аутосомно-доминантному, аутосомно-рецессивному типу и как рецессивный сцепленный с X-хромосомой признак.

Генные болезни по фенотипу делят на:

– врождённые пороки развития органов и тканей (**дезморфогенезы**). Например: детская ретинобластома, врождённый вывих бедра, синдактилия, отсутствие верхних резцов и т. д. Диагноз ставится в клинике при фенотипическом осмотре. Лечение некоторых болезней хирургическое, стоматологическое, ортопедическое.

– болезни нарушения обмена веществ по классификации ВОЗ: аминокислотного, углеводного, липидного, минерального, нуклеотидного и других обменов. Эти болезни могут проявляться в разные периоды онтогенеза.

### **Нарушение метаболизма аминокислот**

Примером нарушения обмена аминокислоты фенилаланина является заболевание **фенилкетонурия**. Она наследуется по аутосомно-рецессивному типу.

В результате генной мутации отсутствует или резко снижается активность фермента фенилаланингидроксилазы, который катализирует превращение фенилаланина в тирозин. Не усвоившийся фенилаланин превращается во

вторичный продукт – фенилпировиноградную кислоту. Она накапливается в крови и выделяется с мочой. Избыток фенилпировиноградной кислоты – яд для мышц и нервных клеток. Это и приводит к заболеванию.

Для диагностики фенилкетонурии проводят скрининг анализ – тест Гатри (специальные микроорганизмы, которые поглощают фенилпировиноградную кислоту и быстро размножаются). Уточняют диагноз методом хроматографии. Это заболевание наиболее изучено среди ферментопатий. Оно встречается с относительно высокой частотой (1:5000-10000).

Один из путей превращения тирозина приводит к образованию гомогентизиновой кислоты, которая затем распадается на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Из-за недостаточной активности фермента оксидазы гомогентизиновой кислоты, гомогентизиновая кислота накапливается в крови. Обычно она выводится из организма почками, но у людей старше 40 лет гомогентизиновая кислота накапливается в соединительной ткани, возникает пигментация хрящей (охроноз), развиваются артриты крупных суставов, поражается позвоночник. Возникает **алкаптонурия**. Она наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Частота встречаемости 1-3 на 1 млн. Для диагностики алкаптонурии проводят скрининг-тесты: потемнение мочи на воздухе (чёрные пятна на пелёнках), реакция мочи с хлоридом железа (пурпурно-чёрное окрашивание).

Также примером нарушения аминокислотного обмена является **альбинизм**. При этом заболевании нарушается второе звено в биохимической цепи реакций (дефект фермента тирозиназы). В результате блокируется превращение тирозина в меланин. Наследование – аутосомно-рецессивное. В странах Западной Европы альбинизм встречается с частотой 1/25000. У альбиносов молочно-белый цвет кожи, очень светлые волосы и отсутствует пигмент в радужной оболочке глаз. Альбиносы имеют повышенную чувствительность к ультрафиолетовому облучению, которое вызывает у них заболевания кожи.

#### **Нарушение метаболизма углеводов**

**Галактоземия** – аутосомно-рецессивное заболевание, при котором организм не может усваивать молочный сахар (лактозу), то есть галактоза не превращается в глюкозу. Частота встречаемости 1: 8000-180000. Проявляется в первые дни жизни. Галактоза накапливается в лизосомах (болезнь накопления). При кормлении ребёнка грудным молоком появляется рвота, увеличивается печень и селезёнка, развивается катаракта, умственная отсталость, иногда смерть. Организм может нормально развиваться, если провести раннюю диагностику и исключить из пищи грудное и коровье молоко.

#### **Нарушение метаболизма липидов**

**Болезнь Тея-Сакса (амвратическая идиотия)**. Аутосомно-рецессивная мутация, частота встречаемости 1:3000000 (в некоторых популяциях 1:3000).

Нарушается обмен ганглиолипидов (жиры в соединении с глюкозой и галактозой). Они содержатся в клетках серого вещества головного мозга. У больных концентрация их в лизосомах превышает норму в 100-300 раз. Отсутствует фермент гексоаминидаза в лизосомах. Проявляется болезнь рано – в 6 месяцев. Наблюдается потеря зрения, судороги, мышечная гипотония, слабоумие. Большинство детей погибает на втором году жизни. Показана пренатальная диагностика на активность фермента в лизосомах (биохимический метод).

### **Неферментативные генные болезни**

**Муковисцидоз** – аутосомно-рецессивное заболевание. Отсутствуют белки, которые участвуют в обмене  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Проявляется в раннем возрасте. Частота встречаемости 1:2000 новорожденных. Нарушается работа желез внешней секреции и железистых клеток бронхов, поджелудочной железы, печени и половых желез. Из-за дефекта белков, повышается вязкость слизи. Повышается содержание  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в потовой жидкости. Диагностика проводится биохимическим методом. Экспресс-анализ – определение концентрации  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в поте, концентрацию  $\text{Na}^+$  в слюне.

### **Нарушение минерального метаболизма**

**Витамин D-резистентный рахит.** Это X-доминантная мутация. Отсутствует белок-переносчик. Поэтому нарушается реабсорбция фосфатов в канальцах почек. Выявляется сразу после рождения. Наблюдается низкий рост, искривление ног, ограничена подвижность суставов. Диагноз ставится биохимическим методом. Фенотерапия – приём больших доз витамина D.

**Болезнь Вильсона-Коновалова.** Аутосомно-рецессивная мутация. Наблюдается снижение синтеза белка церуллоплазмина – переносчика  $\text{Cu}^{2+}$ . Она накапливается в клетках мозга, печени, почек, роговице глаз. Избыток  $\text{Cu}^{2+}$  нарушает процессы гликолиза и дыхания клеток.

Болезнь может проявляться в 6-50 лет, а чаще в 15-20. Нарушается работа печени (часто цирроз), почек, ЦНС. Наблюдается общая слабость, дрожание рук, головы, изменение речи, параличи, эпилепсия, снижение интеллекта. Диагноз – сине-зелёное кольцо на радужной оболочке глаз. Фенотерапия – приём препаратов, которые выводят  $\text{Cu}^{2+}$  из организма. Чем раньше обнаружено заболевание, тем эффективнее лечение.

### **Болезни с наследственной предрасположенностью**

К ним относятся сахарный диабет, гипертоническая болезнь, атеросклероз, бронхиальная астма, шизофрения, эпилепсия и др. Эти болезни обусловлены множеством генов. поэтому их называют полигенными. Они зависят от влияния многих факторов окружающей среды, поэтому их называют мультифакториальными.

## Хромосомные болезни.

### Медико-генетическое консультирование

#### *Цитогенетический метод*

Основан на микроскопическом исследовании структуры и количества хромосом.

Цитогенетический метод позволяет:

- Изучить кариотип организма.
- Изучить типы и причины возникновения хромосомных мутаций.
- Диагностировать хромосомные болезни.
- Определить генетический пол организма при фенотипическом нарушении.

Цитогенетический метод включает:

- метод полового хроматина;
- метод метафазной пластинки.

*Метод определения полового хроматина* используют для изучения числа половых хромосом в интерфазных ядрах. Это косвенное определение числа хромосом.

В 1949 г. М. Барр и Ч. Бэртрам в ядрах нейронов кошки обнаружили небольшое ярко окрашенное тельце. Позже учёные доказали, что оно содержится только в ядрах клеток самок. У самцов его нет. Это тельце назвали *тельце Барра*. Подобные тельца были обнаружены у организмов с половыми хромосомами XX.

Тельце Барра, которое назвали *половой хроматин* – это спирализованная X-хромосома, которая инактивируется в эмбриогенезе до развития половых желез. В норме у женщин в 20-60 % клеток в ядре содержится одно тельце полового хроматина. Количество глыбок полового хроматина всегда на одну меньше числа X-хромосом. Чаще всего половой хроматин определяют в эпителиальных клетках слизистой оболочки щеки (буккальный соскоб), а также в нейтрофилах в виде выроста ядра (барабанной палочки). Определение полового хроматина используют для диагностики болезней, вызванных нарушением числа X-хромосом, экспресс-диагностики пола даже по остаткам ткани. Например: у женщины с кариотипом 45,X0 (синдром Шерешевского-Тернера, моносомия-X) и в норме у мужчин XY ядра клеток не содержат полового хроматина. При синдроме трисомии-X у женщины образуется две глыбки, у мужчины с кариотипом 47 (XXY) – одна глыбка хроматина, с кариотипом 48, XXXY – две.

*У-хроматин* (синоним F-тельце) – это частица, которая при окрашивании ядра флюорисцентными красителями интенсивно светится и отличается от других хромосом. Для определения У-полового хроматина мазки слизистой щеки

мужчины или клетки волосяной луковицы и др. окрашивают акрихином и рассматривают в люминесцентный микроскоп. Количество У-теллец равно количеству У-хромосом в кариотипе.

**Метод метафазной пластинки (кариотипирования)** позволяет изучить число и структуру хромосом. Он используется для диагностики множества наследственных болезней, изучения хромосомных аномалий в клетках.

Метод состоит из следующих этапов:

**а) Получение хромосом.**

Для того чтобы приготовить метафазную пластинку чаще всего берут клетки периферической крови (лимфоциты). Фракцию лимфоцитов получают в результате центрифугирования крови. Затем для стимуляции митоза добавляют фитогемагглютинин (питательная среда), а чтобы остановить митоз – колхицин (разрушает нити веретена деления). После этого клетки обрабатывают гипотоническим раствором. Клеточные мембраны разрываются, и хромосомы свободно лежат на некотором расстоянии друг от друга (метафазные пластинки). Культуру фиксируют и готовят препараты.

**б) Окрашивание хромосом.**

Препарат окрашивают красителями в зависимости от задач исследования:

- общее – для подсчёта числа хромосом;
- дифференциальное: R, G – для определения гомологичных хромосом, Q, C – для определения aberrаций, происхождения хромосом.

Накрывают покровным стеклом, рассматривают под микроскопом (или делают микрофотографии).

**в) Анализ хромосом.**

Изучают хромосомы: длину, форму, расположение центромеры и др.

Составляют кариограмму. **Кариограмма** – это расположение по порядку каждой пары хромосом по величине: от большей к меньшей, отдельно выносят половые хромосомы.

**Хромосомные болезни** – это большая группа наследственных болезней, причиной которых являются хромосомные или геномные мутации.

Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом. Причина – не расхождение хромосом в период мейоза или митоза. Трисомии по крупным аутосомам, моносомии по всем хромосомам (кроме X0) – летальные мутации. Чаще всего зигота гибнет на ранних этапах развития. Трисомии по половым хромосомам – стерильные мутации, по небольшим (20-22) аутосомам – нарушение ЦНС, интеллекта.

Все виды хромосомных aberrаций (кроме сбалансированных транслокаций) приводят к снижению жизнеспособности и тяжёлым патологиям.

## **1. Хромосомные болезни, которые возникли в результате нарушения количества аутосом:**

**Трисомия-21 (болезнь Дауна).** Частота встречаемости 1:500-700. Причиной патологии является трисомия по 21-й хромосоме – кариотип 47,XX,+21; 47,XY,+21. Характерные признаки болезни Дауна:

- умственная отсталость, выраженная в разной степени;
- нарушения строения внутренних органов (сердца, крупных сосудов, ЖКТ, суставов);
- укороченные конечности, узкая грудная клетка;
- маленький череп, аномалии строения лица (плоская, широкая переносица), маленький рот и крупный язык;
- глазные щели узкие, с косым разрезом, имеется нависающая складка верхнего века – эпикант;

**Трисомия-13 (синдром Патау).** Частота встречаемости 1:5000. Кариотип 47,XX,+13; 47,XY,+13. При этой аномалии наблюдается:

- микроцефалия;
- нарушения функций внутренних органов – сердца, почек, пищеварительной и нервной систем.
- расщепление мягкого и твердого нёба, незаращение верхней губы;
- недоразвитие или отсутствие глаз (микрофтальмия или анофтальмия);
- неправильно сформированные уши;
- деформация кистей и стоп, встречается полидактилия и синдактилия (сращение пальцев);

Обычно продолжительность жизни таких детей меньше года (85% – до 6 месяцев, 5% – до 3 лет.).

**Трисомия-18 (синдром Эдвардса).** Частота встречаемости 1:8000-11000. Кариотип 47,XX,+18; 47,XY,+18. Характерные признаки этого синдрома:

- нарушение сердечно-сосудистой системы, пороки почек, аномалии опорно-двигательной системы;
- узкий лоб, широкий выступающий затылок;
- очень низко расположенные уши;
- недоразвитие нижней челюсти;
- пальцы рук широкие и короткие (сжатые).

Смерть наступает до 2-3 месяцев, до года доживает 10%.

**Олигофрения** – трисомия по 22 паре, 47, 22<sup>+</sup>. Это клинически выраженные формы слабоумия, обусловленные нарушением развития мозга человека.

## **2. Хромосомные болезни, которые возникли в результате нарушения структуры аутосом:**

**Синдром «крик кошки»** – делеция короткого плеча 5-й хромосомы. Частота встречаемости 1:45000. Кариотип 46,XX,5p-; 46,XY,5p-. У детей наблюдается нарушение строения гортани, поэтому они в раннем детстве имеют особенный «мяукающий» тембр голоса. Имеется отсталость в психомоторном развитии и слабоумие, склонность к инфекциям верхних дыхательных путей. Большинство доживает до подросткового возраста

**Хронический миелолейкоз** – злокачественная опухоль кроветворной ткани (болезнь филадельфийской хромосомы). Длинное плечо 22 хромосомы транслоцируется на короткое плечо 9-й хромосомы. Заболевание наблюдается преимущественно в зрелом возрасте.

**Синдром Дауна** – транслокация 21 хромосомы на 13-15 или 22 пары. Фенотип см. выше. Из всех больных – транслокация встречается у 4%.

### ***3. Хромосомные болезни, которые возникли в результате нарушения количества половых хромосом.***

#### ***Цитологические механизмы:***

P ♀ XX × ♂ XY

G XX, 0 X, Y

F<sub>1</sub> XXX; X0; XXY; Y0

letal

P ♀ XX × ♂ XY

G X XY, 0

F<sub>1</sub> XXY; X0

**Моносомия-X (синдром Шерешевского-Тернера).** Частота встречаемости 1:2500-5000. **Кариотип 45,X0**, фенотип женский. Это единственная совместимая с жизнью моносомия. При этом синдроме наблюдается:

- недоразвитие яичников (стерильность);
- нарушение функций почек, сердца;
- диспропорция тела: больше развита верхняя часть (широкие плечи и узкий таз), нижние конечности укорочены;
- рост 135-145 см;
- короткая шея со складками кожи (“шея сфинкса”), низкий рост волос на затылке;
- «антимонголоидный» разрез глаз;
- интеллект от нормального до умственной отсталости.

Экспресс-диагностика проводится методом полового X-хроматина. У таких женщин он отсутствует.

**Трисомия-X. Кариотип 47, XXX.** Частота встречаемости 1,4:1000. Фенотип женский. При этом синдроме часто встречаются:

- небольшие отклонения в физическом развитии (мужское телосложение);
- нарушения функций яичников, преждевременный климакс;
- снижение интеллекта, нарушение психики.

У этих женщин в соматических клетках имеется два тельца полового хроматина.

**Синдром Клайнфельтера. Кариотип 47, XXУ.** Частота встречаемости 1:500-1000. Фенотип мужской. Характерная особенность:

- недоразвитие семенников и отсутствие сперматогенеза (стерильность);
- астенический тип телосложения: узкие плечи, широкий таз, отложение жира по женскому типу, слабо развитая мускулатура;
- незначительная растительность на лице или полное отсутствие.

При экспресс-диагностике в соматических клетках выявляется глыбка полового хроматина. При увеличении числа X-хромосом (48, XXXУ) отклонения усиливаются, наблюдается умственная отсталость.

**Полисомия по У-хромосоме. Кариотип 47, ХУУ.** Частота встречаемости 1:1000. Фенотип мужской. При этом синдроме:

- половые железы развиты нормально;
- высокий рост, эндокринный дисбаланс;
- аномалии зубов и костной системы;
- неадекватное поведение, агрессивность.

При экспресс-диагностике в соматических клетках выявляется двойной У-хроматин. При кариотипе 48, ХУУУ наблюдается бесплодие, умственная отсталость, асоциальное поведение.

### *Популяционно-статистический метод*

С помощью этого метода изучают генетическую структуру популяции в одном или нескольких поколениях. Этим методом можно рассчитать:

- частоту проявления в популяции доминантных и рецессивных генов и различные генотипы по этим аллелям (генетическую структуру популяций);
- выяснить распространение в популяции наследственных болезней. Это важно для профилактической и социальной медицины.
- изучить скорость мутационного процесса и его причины (роль факторов внешней среды в возникновении и распространении мутаций).

Чтобы рассчитать генетическую структуру популяции применяют закон генетического равновесия *Харди-Вайнберга*. Он позволяет установить соотношение генов и генотипов в идеальной популяции. Популяция – это группа людей, которая длительное время проживает на определённой территории и свободно вступает в брак (население города, села и т.д.). Идеальная популяция характеризуется:

- большим числом особей (для человека более 4500);
- панмиксией (свободное скрещивание);

- отсутствием мутаций;
- отсутствием естественного отбора;
- отсутствием миграций гена.

В таких популяциях из поколения в поколение частота генов и генотипов постоянна.

Математически закон Харди-Вайнберга можно изобразить формулой:

$$p(A) + q(a) = 1(100\%),$$

где  $p$  и  $q$  – частоты проявления аллелей  $A$  и  $a$  соответствующего гена.

Если преобразовать эту формулу, то можно рассчитать частоту людей с различным генотипом:

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1(100\%), \text{ где}$$

$p$  – частота доминантной аллели  $A$ ;

$q$  – частота рецессивной аллели  $a$ ;

$p^2$  – частота доминантных гомозигот;

$2pq$  – частота гетерозигот;

$q^2$  – частота рецессивных гомозигот;

Например, гены резус-отрицательного фактора встречаются чаще у европейцев и соотношение их в популяции составляет 15%  $Rh^-$  : 85%  $Rh^+$ . Так как несовместимость генотипа матери  $Rh^-$  и плода  $Rh^+$  приводит к тяжёлым патологиям, была разработана программа их профилактики.

**Медико-генетическое консультирование (МГК)** – наиболее распространённая форма профилактики наследственных болезней. МГК – это вид специализированной медицинской помощи, направленный на предупреждение появления в семье ребёнка с наследственной патологией. Медико-генетическое консультирование состоит из трёх этапов:

1. Постановка диагноза (определение типа наследования, от кого пришло, генетическая причина). Используют методы: генеалогический, цитогенетический, биохимический, ДНК-анализ;
2. Прогноз риска здоровья ребёнка. Теоретически генетический риск колеблется от 0 до 100 %. Низкий: 0-12% – семья может иметь ребёнка, средний: 12-20% – семья может иметь ребёнка только под наблюдением врача-генетика, высокий: больше 21% – семье нежелательно иметь ребёнка.

Расчёт генетического риска здоровья ребёнка при моногенных и хромосомных болезнях идёт по законам Менделя и Моргана. Риск при полигенных болезнях и болезнях с наследственной предрасположенностью и сложной пенетрантностью рассчитывают по специальным эмпирическим таблицам.

3. Выводы и объяснение прогноза генетического риска. Конкретная помощь семье с наследственной патологией.

## СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 4

### Популяционно-видовой, биогеоэкологический, биосферный уровни организации жизни

#### Введение в медицинскую паразитологию.

#### Медицинская протозоология

**Паразитизм** – это форма взаимоотношений между организмами различных видов, при которой один организм (паразит) использует другого (хозяина) как источник питания и место обитания, причиняя ему вред.

Паразиты могут обитать в различных клетках, тканях и органах хозяина, питаться его клетками, тканями или переваренной пищей.

Паразитизм широко распространён в природе. Паразиты составляют 6-7% от общего числа видов на Земле. Наибольшее количество паразитов установлено в подцарстве Простейшие, типах Плоские и Круглые черви, Членистоногие.

**Паразиты** – это такие организмы, которые используют организмы другого вида (хозяина) как источник питания и среды обитания, принося ему вред. При этом паразит не убивает своего хозяина сразу.

#### Паразиты бывают:

– **Облигатные.** Это организмы, которые не могут свободно жить в природе. Для них паразитизм – условие существования.

– **Факультативные.** Это организмы, которые свободно живут в природе, но, случайно попав в организм другого вида (хозяина) начинают паразитировать. Например: некоторые круглые черви, хищные пиявки.

#### Классификация паразитов:

##### 1) В зависимости от срока паразитирования:

– **временные** – живут вне организма хозяина и нападают на него лишь для питания кровью (клещи, блохи, комары, москиты). Паразитируют от полминуты до нескольких дней.

– **постоянные** – живут на теле хозяина или внутри него и не могут существовать во внешней среде.

##### 2) В зависимости от места локализации:

#### – эктопаразиты:

**а) наружные** – живут на внешних покровах хозяина. Например: вши, блохи, комары.

**б) кожные** – живут внутри кожного покрова и частично на его поверхности. Например: чесоточный зудень.

**в) полостные** – живут в полостях, которые сообщаются с внешней средой (наружный слуховой проход, полость носа). Например: личинки вольфартовой мухи.

– **эндопаразиты:**

**а) полостные** – живут в полостях тела или внутренних органах. Например: аскарида, острица.

**б) тканевые** – живут в мышечной, нервной тканях. Например: трихинелла.

**в) внутриклеточные** – живут в клетках. Например: малярийный плазмодий, некоторые жгутиковые.

Жизненные циклы паразитов включают в себя личиночные стадии и половозрелые формы. Часть жизненного цикла с определёнными стадиями паразит проходит в теле одних хозяев, а другую – у новых хозяев. В зависимости от этого хозяева бывают:

– **окончательные** или **дефинитивные**. В них паразит достигает половой зрелости и размножается половым путём.

– **промежуточные**. В них происходит развитие личинок, бесполое или партеногенетическое развитие паразита.

– **дополнительные**. Промежуточных хозяев больше одного.

– **резервуарные**. Они не обязательны в жизненном цикле паразитов, но могут накапливать инвазионные стадии развития паразита и способствуют их передаче к окончательному хозяину. В резервуарном хозяине паразит не развивается.

**Трансмиссивные болезни** – это болезни, которые передаются кровососущими членистоногими (переносчики).

Русский учёный Е.Н.Павловский выделил особую группу болезней, которые связаны с комплексом природных условий. Это – **природно-очаговые болезни**. Они имеют следующие особенности:

- 1) Существуют в определённых биогеоценозах независимо от человека.
- 2) Резервуар – дикие животные.

**Компоненты природного очага:**

- 1) Возбудитель болезни.
- 2) Природный резервуар возбудителя болезни.
- 3) Переносчик возбудителя болезни.

Например: кожный лейшманиоз встречается в некоторых районах Средней Азии. Возбудитель – лейшмания; природный резервуар – мелкие грызуны (песчанки); облигатный переносчик – комар.

### **Класс Настоящие амёбы (Lobosea)**

Саркодовые обитают в морях, пресных водоёмах и почве. Некоторые виды перешли к паразитическому способу жизни. Среди них встречаются как непатогенные, так и патогенные для человека формы амёб.

Саркодовые имеют простое строение. Клетка имеет мембрану, цитоплазму с

органоидами, одно или несколько ядер. Пелликула отсутствует, поэтому форма тела у амёб непостоянная. Пресноводные формы имеют сократительные вакуоли. Саркодовые могут образовывать псевдоподии для захвата пищи и движения. Многие виды имеют внешний и внутренний скелет.

Питаются саркодовые бактериями, водорослями и простейшими.

И патогенные, и непатогенные амёбы могут находиться в вегетативной форме и цисты.

Размножение бесполое (митотическое деление надвое, почкование) и половое (копуляция).

**Амеба дизентерийная (*Entamoeba histolytica*)** – возбудитель амебиаза.

**Локализация:** просвет толстого кишечника человека, иногда печень, лёгкие, головной мозг.

**Географическое распространение:** повсеместно, чаще в Индии, Северной и Центральной Африке, Южной Америке.

**Морфология:** существует в трёх формах:

- **большая вегетативная (тканевая) форма (*forma magna*);**
- **малая вегетативная форма (*forma minuta*);**
- **циста** – покрыта толстой оболочкой и содержит 4 ядра.

**Жизненный цикл:**

В организм человека амеба попадает на стадии цисты, через немытые руки, овощи, фрукты, некипяченую воду. Механическими переносчиками могут быть мухи и тараканы. В кишечнике, под действием ферментов, оболочка цисты растворяется. В просвет кишечника выходят малые вегетативные формы, которые живут в просвете толстой кишки. Для человека они непатогенные, питаются бактериями и содержимым кишечника. После размножения малые вегетативные формы инцистируются и выводятся во внешнюю среду (цистоносительство).

Амебиаз возникает, если есть **2 условия:**

- а) ослабление иммунной системы организма;
- б) нарушение кишечной микрофлоры.

В этих условиях малая вегетативная форма превращается в тканевую. Дизентерийная амеба увеличивается в размерах и выделяет протеолитические ферменты. С помощью этих ферментов крупная вегетативная форма разрушает кишечный эпителий, проникает в стенки кишечника.

**Патогенное действие:** в кишечнике образуются язвы, разрушаются кровеносные сосуды. Наблюдается частый кровавый понос, боли в области кишечника. С кровью амебы могут попасть в печень, головной мозг, селезенку и вызывают гнойные очаги.

**Диагностика:** обнаружение *forma magna* в мазках фекалий, иммунные реакции. Если обнаружены только *forma minuta* и циста – нельзя поставить диагноз. Это цистоносительство.

**Профилактика:**

– **личная:** необходимо соблюдать правила личной гигиены, кипятить воду, мыть овощи, фрукты.

– **общественная:** выявление и лечение больных и цистоносителей, уничтожение мух и тараканов, санитарно-просветительная работа.

### **Класс Животные жгутиковые (Zoomastigophora)**

Жгутиковые обитают в морских и пресных водоёмах, многие виды перешли к паразитическому способу жизни. Среди них есть паразиты человека: трипаносомы, лейшмании, трихомонады, лямблии.

Жгутиковые имеют от одного до нескольких жгутиков. Они расположены в передней части клетки. Жгутик – нитевидный вырост цитоплазмы. Между жгутиком и пелликулой может быть ундулирующая мембрана. Форма тела обычно постоянная (за счёт пелликулы).

**Питание** – гетеротрофное.

Существуют в вегетативной форме, некоторые могут образовывать цисты.

**Размножение** бесполое (деление надвое) и половое (копуляция).

**Урогенитальная трихомонада (Trichomonas vaginalis)** – возбудитель урогенитального трихомоноза.

**Географическое распространение:** повсеместное.

**Локализация:** мочеполовые пути женщин и мужчин.

**Морфология:** существует только в виде вегетативной формы, цист не образует. Форма тела грушевидная, имеет 4 жгутика, ундулирующую мембрану и аксостиль, который заканчивается шипом. Имеется одно ядро.

**Жизненный цикл:** паразитирует только у человека, **инвазионная форма – вегетативная жгутиковая**. Заражение происходит при половых контактах, через влажные полотенца, через гинекологические и урологические инструменты.

**Патогенное действие:** воспаление слизистой оболочки мочеполовых путей.

**Диагностика:** обнаружение вегетативных форм в мазках из влагалища и уретры.

**Профилактика:**

– **личная:** пользоваться средствами индивидуальной защиты при половых контактах, не пользоваться чужими предметами туалета;

– **общественная:** выявление и лечение больных, стерилизация гинекологического и урологического инструментария, санитарно-

просветительная работа.

**Лямблия (*Lambliа intestinalis*)** – возбудитель лямблиоза.

**Географическое распространение:** повсеместно.

**Локализация:** тонкий кишечник, особенно в двенадцатиперстной кишке.

**Морфология:** существует в двух формах: вегетативная и циста. Тело грушевидное, разделено двумя аксостилиями на две половины. Все органоиды и ядра парные. Лямблия имеет 4 пары жгутиков и присасывательные диски для фиксации. Питание осмотическое. Размножение путём продольного деления.

**Жизненный цикл:** паразитирует только у человека, ***инвазионная форма – циста***. Заражение происходит через грязные руки, пищу и воду.

**Патогенное действие:** воспаление слизистой оболочки кишки, нарушение пищеварения и всасывания, токсико-аллергические процессы.

**Диагностика:** обнаружение вегетативных форм и цист в фекалиях, а также обнаружение вегетативных форм в дуоденальном содержимом.

**Профилактика:**

– ***личная:*** необходимо соблюдать правила личной гигиены, кипятить воду, мыть овощи, фрукты.

– ***общественная:*** выявление и лечение больных и цистоносителей, уничтожение мух и тараканов, санитарно-просветительная работа.

### **Класс Споровики (*Sporozoea*)**

Представители класса все паразитические организмы. Споровики – внутриклеточные паразиты со сложными циклами развития.

**Малярийные плазмодии** – возбудители малярии рептилий, птиц, млекопитающих. Для человека патогенны 4 вида малярийного плазмодия:

***Plasmodium vivax*** – возбудитель трёхдневной малярии.

***Plasmodium ovale*** – возбудитель малярии типа трёхдневной.

***Plasmodium malariae*** – возбудитель четырёхдневной малярии.

***Plasmodium falciparum*** – возбудитель тропической малярии.

**Географическое распространение:** Страны с тропическим и субтропическим климатом. *P. vivax* повсеместно до Полярного круга.

**Окончательный хозяин:** самка малярийного комара рода **Anopheles** (специфический переносчик).

**Промежуточный хозяин:** человек.

**Локализация:** клетки печени, эритроциты.

**Жизненный цикл:** сложный, со сменой хозяев и чередованием бесполого и полового размножения.

Заражение человека происходит при укусе самкой комара рода **Anopheles**.

**Инвазионная стадия – спорозоит.** Со слюной комара спорозоиты попадают в кровь человека и через 30-40 мин. – в клетки печени. Там происходит бесполое размножение паразита – **тканевая шизогония**. Она соответствует основной части инкубационного периода болезни. В клетках печени развивается стадия **тканевых шизонтов**. Из каждого шизонта в результате шизогонии возникает множество (1000 – 5000) **тканевых мерозоитов**. Этот процесс у *Pl. falciparum* длится около 6 суток, а у *Pl. vivax* – от 8 суток до нескольких месяцев. **Презэритроцитарный цикл** осуществляется однократно.

Тканевые мерозоиты попадают в эритроциты и начинается **эритроцитарная шизогония**. В эритроцитах трофозоит питается гемоглобином и последовательно проходит стадии кольца, амёбоидного и зрелого трофозоита, шизонта и мерозоита. Затем оболочка эритроцита разрывается, мерозоиты и токсичные продукты жизнедеятельности плазмодиев попадают в кровь. С этим процессом совпадают приступы малярии. Мерозоиты снова проникают в эритроциты, цикл повторяется (множественно). Цикл эритроцитарной шизогонии у *Pl. vivax*, *Pl. ovale* и *Pl. falciparum* длится 48 ч, *Pl. malariae* – 72 ч.

После нескольких циклов эритроцитарной шизогонии часть мерозоитов, проникнув в эритроциты, развивается не в шизонты, а в **гаметоциты** (незрелые половые особи). Различают женские клетки – макрогаметоциты и мужские – микрогаметоциты. Дальнейшее их развитие возможно лишь в теле комара рода **Anopheles**. Там образуются **макро-** и **микрогаметы**. Они сливаются, образуют зиготу, а из неё развивается ооциста. Из ооцисты образуется множество **спорозоитов**. Развитие плазмодия в организме комара продолжается 7-45 дней и зависит от температуры окружающей среды. Это и определяет географическое распространение паразита.

**Патогенное действие:** малярия – тяжёлое заболевание, которое сопровождается периодическими изнурительными приступами (озноб и повышение температуры до 40 °С). Плазмодии разрушают большое число эритроцитов, что может привести к анемии и даже смерти.

**Диагностика:** нахождение эритроцитарных трофозоитов, мерозоитов, гаметоцитов в мазке или «толстой» капле крови. Кровь рекомендуется брать во время приступа или сразу после него.

**Профилактика:**

– **личная:** защита от укусов комаров, профилактический приём противомаларийных препаратов.

– **общественная:** противомаларийные мероприятия осуществляются в двух направлениях:

- 1) выявление и лечение всех больных малярией;
- 2) уничтожение комаров (ликвидация переносчика).

### **Тип Ciliophora. Класс Rimostomatea.**

**Ресничные (инфузории)** живут в морях, пресных водоёмах, почве, некоторые – паразиты человека и животных. Инфузории имеют наиболее сложное строение из всех простейших. Они имеют постоянную (овальную) форму тела. Тело покрыто ресничками (органомиды движения). В эндоплазме инфузорий есть 2 ядра: макро- и микронуклеус, цитостом (клеточный рот), порошица (анальная пора), пищеварительные и 2 сократительные вакуоли. При неблагоприятных условиях образуют цисты. Размножаются бесполым и половым путём (конъюгация).

**Балантидий (*Balantidium coli*)** – возбудитель балантидиаза.

**Географическое распространение:** повсеместно.

**Локализация:** толстый кишечник.

**Жизненный цикл:** балантидий паразитирует в основном у свиней, реже у человека. Человек заражается при контакте с больными животными через руки, а также загрязнённую воду и пищу. Инвазионная форма – циста. При неблагоприятных для человека условиях балантидии проникают в стенки кишечника, активно размножаются и образуют кровоточащие язвы.

**Патогенное действие:** у человека наблюдается слабость, головная боль, боль в животе, диарея со слизью и кровью.

**Диагностика:** обнаружение вегетативных форм в мазке фекалий.

**Профилактика:**

- **личная:** соблюдение правил личной гигиены.
- **общественная:** содержание в чистоте свиноферм, обследование работников свиноферм, мясокомбинатов.

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 5**

### **Медицинская гельминтология**

### **Плоские черви – паразиты человека.**

#### **Класс Сосальщики (Trematodes)**

Трематоды имеют плоское листовидное тело с двумя мускулистыми присосками – ротовой и брюшной. Тело покрыто кожно-мускульным мешком, который состоит из тегумента и трёх слоёв мышечных волокон: кольцевых, диагональных и продольных.

**Пищеварительная система** состоит из передней и средней кишок. Это рот, глотка, пищевод, и кишечник. Нет ануса. Ненужные вещества выходят через рот.

**Кровеносная и дыхательная системы** отсутствуют.

**Выделительная система:** протонефридиального типа. Она состоит из звёздчатых клеток с канальцами.

**Нервная система** состоит из парных ганглиев, которые соединяются в окологлоточное кольцо и трёх пар нервных стволов, которые соединяются комиссурами.

**Половая система** у большинства плоских червей гермафродитная. Мужские половые железы – семенники, в которых образуются сперматозоиды, и женские половые железы – яичники, в которых образуются яйцеклетки.

Трематоды – биогельминты, проходят сложный цикл развития с несколькими личиночными стадиями и сменой хозяев.

**Кошачий или сибирский сосальщик (*Opisthorchis felineus*)** – возбудитель описторхоза.

**Географическое распространение:** по берегам больших рек.

**Окончательный хозяин:** человек и животные, которые питаются рыбой.

**Промежуточный хозяин:** первый – моллюск рода *Bithinia*, второй – рыбы семейства карпообразных.

**Морфология:** длина описторха 4-13 мм. В средней части тела находится разветвлённая матка и желточники, за ними расположен яичник. Розетковидные семенники расположены в задней части тела. Яйца мелкие, желтоватые, на переднем конце имеют крышечку.

**Локализация:** жёлчные протоки печени, жёлчный пузырь, поджелудочная железа. Живёт в организме человека до 30 лет.

**Жизненный цикл:** описторхоз – природно-очаговое заболевание. **Яйца с мирацидиями** выделяются с фекалиями во внешнюю среду и попадают в пресную воду. В воде они заглатываются моллюсками. Мирацидий выходит из яйца, проникает в печень моллюска и превращается в **спороцисту**. В середине спороцисты партеногенетически развиваются **редии**, а в них **церкарии**. Церкарии покидают моллюска, плавают и активно внедряются или проглатываются рыбами. В мышцах рыбы церкарии покрываются двумя оболочками: гиалиновой (образует паразит) и соединительно-тканной (образует хозяин). Эта стадия называется **метацеркария**. Это инвазионная стадия для человека и животных.

**Патогенное действие:** описторх повреждает жёлчные протоки и проток поджелудочной железы человека и животных, он оказывает токсическое и аллергическое воздействие. Если описторх длительно паразитирует в организме, то может развиваться цирроз печени, рак поджелудочной железы.

**Диагностика:** нахождение яиц в фекалиях, в дуоденальном соке – яйца и

марита (половозрелая особь).

**Профилактика:**

- **личная:** не есть плохо проваренную, прожаренную или просоленную рыбу;
- **общественная:** выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа, защита водоёмов от фекального загрязнения.

**Класс Ленточные черви (Cestoidea)**

Цестоды имеют сегментированное тело в форме ленты длиной от 2,5 мм до 20 м. Тело состоит из **головки (сколекса)**, **шейки** и **стробилы**. Стробила состоит из члеников – **проглоттид** (от 3 – до 4000). На головке находятся органы прикрепления: присоски, крючья, присасывательные щели (ботрии). За сколексом находится короткая несегментированная шейка. Шейка является зоной роста гельминта. От неё отпочковываются членики. Молодые членики не имеют половой системы. Они самые мелкие, но постепенно их размеры увеличиваются. Затем идут членики, в которых имеется только мужская половая система. В середине стробилы появляется и женская половая система. Членики становятся **гермафродитными**, или **незрелыми**. Конец стробилы составляют **зрелые** членики. В них половые органы редуцируются, и остаётся лишь матка, содержащая оплодотворённые яйца.

**Покровы тела:** снаружи тело червя покрыто кожно-мускульным мешком. Внешний его слой – тегумент имеет микроворсинки для увеличения всасывающей поверхности, так как поглощение питательных веществ происходит всей поверхностью тела. Такой способ питания определил локализацию половозрелых особей только в тонком кишечнике позвоночных. Тегумент выделяет антипротеолитические ферменты, которые защищают гельминтов от переваривания в кишках хозяина. Под тегументом находятся слои мышц: кольцевой, продольный и диагональный.

**Пищеварительная система, кровеносная и дыхательная системы** отсутствуют.

**Выделительная система:** протонефридии.

**Нервная система** состоит из переднего ганглия, расположенного в сколексе и двух главных боковых стволов, соединённых комиссурами.

**Половая система:** цестоды – гермафродиты. **Мужская половая система:** семенники, семявыносящие каналцы, которые соединяются в семяпровод, копулятивный орган – циррус. **Женская половая система:** яичник, яйцевод, оотип, а также желточники, влагалище и матка. Оплодотворение происходит между различными члениками одной особи или между разными особями. Созревание яиц происходит в матке. Матка увеличивается в размерах и

постепенно заполняет весь членик. Остальные органы половой системы редуцируются. Матка у различных видов цестод может иметь различную форму. Это является систематическим признаком и используется при диагностике заболеваний.

**Жизненный цикл:** цестоды – биогельминты. В цикле развития всех цестод присутствуют две личиночные стадии – **онкосфера** и **финна**. Онкосфера развивается в яйце. Она имеет шаровидную форму и шесть крючьев. В кишечнике промежуточного хозяина онкосфера выходит из яйца, попадает в кровь и разносится в различные части тела. Из онкосферы образуется финна. Финна – это пузырь, наполненный жидкостью, внутри которого находится одна или более головок. Строение финн различно у разных видов цестод. Для дальнейшего развития финна должна попасть в тело окончательного хозяина. Там под действием пищеварительных соков головка выворачивается и прикрепляется к стенке кишки. От шейки начинают расти членики.

**Цепень вооружённый** или **свиной (Taenia solium)** – возбудитель тениоза.

**Географическое распространение:** повсеместно.

**Окончательный хозяин:** человек.

**Промежуточный хозяин:** свинья, реже человек, у которого развивается цистицеркоз.

**Морфология:** длина половозрелой особи 2-3 м, имеет до 1000 члеников. Сколекс округлый, 1-2 мм диаметром, имеет 4 присоски и хоботок с двойным венчиком крючьев. Гермафродитный членик имеет три дольки яичника. Длина членика превышает ширину. Матка имеет боковые ветви (7-12 пар), содержит 30000-50000 яиц. Финна – **цистицерк**. Цистицерк белого цвета и имеет размер рисового зерна.

**Локализация:** тонкий кишечник человека.

**Жизненный цикл:** во внешнюю среду с фекалиями больного человека выделяются 5-6 зрелых члеников. Свиньи заражаются при поедании фекалий больного человека. В желудке свиньи онкосферы выходят, проникают в кровеносные сосуды и с током крови попадают в мышцы. Через 2-2,5 месяца там образуются цистицерки. В организме свиньи они сохраняются живыми до двух лет. Человек заражается тениозом при употреблении сырой или плохо термически обработанной свинины. В кишечнике человека сколекс паразита выворачивается и прикрепляется к стенке кишечника. Стробила начинает расти. Через 2,5-3 месяца цепень становится половозрелым. Живёт свиной цепень до 25 лет.

В организме человека (промежуточный хозяин) могут развиваться финны свиного цепня. Тогда у человека наблюдается заболевание – цистицеркоз. Яйца попадают в организм человека через грязные руки, воду, пищу. Во время рвоты в желудок могут попасть членики свиного цепня. Из яиц выходят онкосферы, попадают в кровь и разносятся по всему телу. Они попадают в глаза, головной мозг, сердце и т. д. Через 2-4 месяца онкосферы превращаются в цистицерки. Цистицеркоз мозга может привести к смерти, цистицеркоз глаз – к потере зрения. Лечение только хирургическое.

**Патогенное действие:** нарушение пищеварения и всасывания питательных веществ (человек худеет), механическое и токсическое действие на хозяина. Лечение только в стационаре. Нельзя давать препараты, которые вызывают рвоту или растворяют проглоттиды.

**Диагностика:** нахождение проглоттид в фекалиях. При цистицеркозе – иммунологические реакции, рентгенодиагностика.

**Профилактика:**

- **личная:** не есть сырой и плохо термически обработанной свинины;
- **общественная:** выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа, контроль свинины на рынках и бойнях перед продажей, защита окружающей среды от фекального загрязнения.

**Эхинококк (*Echinococcus granulosus*)** – возбудитель эхинококкоза.

**Географическое распространение:** повсеместно.

**Окончательный хозяин:** собаки, волки, шакалы, лисицы.

**Промежуточный хозяин:** травоядные млекопитающие, человек.

**Морфология:** длина половозрелой особи 0,25-0,5 см, состоит из 3-4 члеников (1-2 юных членика, 1 гермафродитный, 1 зрелый). Сколекс грушевидной формы, имеет 4 присоски и хоботок с двойным венчиком крючьев. Зрелый членик самый крупный, содержит матку с боковыми ответвлениями, в которой находится до 5000 яиц. Выделившиеся членики могут активно передвигаться.

Финна – **эхинококковый пузырь**, окружённый толстой стенкой, заполненный токсической жидкостью. Внутренняя паренхиматозная оболочка (зародышевая) образует выпячивания (выводковые камеры) со сколексами и дочерние пузыри. Снаружи находится слоистая капсула. За ней расположена фиброзная оболочка, сформированная организмом хозяина. Эхинококковый пузырь растёт медленно, на протяжении всей жизни хозяина.

**Локализация:**

- **в теле промежуточного хозяина:** печень, лёгкие, мышцы, трубчатые кости, головной мозг и другие органы;

- **в теле окончательного хозяина:** тонкий кишечник.

**Жизненный цикл:** Зрелые членики эхинококка отрываются от стробилы, выползают из ануса собаки и движутся по её шерсти, рассеивая яйца. Яйца эхинококка выделяются так же с фекалиями собаки. Сохраняют инвазионность в течение 10 месяцев. Человек заражается, проглатывая яйца эхинококка с загрязненной пищей и водой или через грязные руки при контакте с больной собакой, стрижке овец. Травоядные животные заглатывают яйца с травой, загрязнённой фекалиями собак. В тонком кишечнике человека выходят онкосферы, проникают в стенку кишечника и с кровью разносятся по организму. В органах образуются финны.

**Патогенное действие:** эхинококковый пузырь, сдавливая ткани, нарушает работу поражённого органа, происходит общая интоксикация организма. Лечение только хирургическое.

**Диагностика:** иммунологические реакции, рентгено-радиодиагностика.

**Профилактика:**

- **личная:** соблюдение правил личной гигиены;
- **общественная:** уничтожение поражённых эхинококком внутренних органов, уничтожение бродячих собак, лечение домашних собак, санитарно-просветительная работа.

### Тип Круглые черви (Nemathelminthes).

Представители этого типа живут в воде, почве, некоторые – паразиты животных и человека. Это многоклеточные организмы, которые имеют такие признаки:

1. Зародыш развивается из трех зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы (трехслойные).
2. Билатеральную симметрию тела.
3. Их тело удлинённое, не имеет сегментов, цилиндрической формы.
4. Тело круглых червей покрыто **кожно-мышечным мешком**, который состоит из наружной кутикулы, гиподермы и мышц. Кутикула имеет 10 слоёв, выполняет защитную функцию. Мышцы расположены в виде продольных тяжей, разделённых валиками гиподермы.
5. **Полость тела - первичная.** Она заполнена жидкостью под давлением. Жидкость выполняет функцию гидростатического скелета и транспорта органических веществ.
6. У круглых червей нет **кровеносной** и **дыхательной** систем.
7. **Пищеварительная система** имеет вид трубки, которая состоит из трёх отделов: передней, средней и задней кишок. Есть анус. Рот окружён губами (2-

б) или имеет вид капсулы с кутикулярными зубами или пластинками. Пищевод может иметь одно или два утолщения (бульбус).

**8. Выделительная система** – видоизменённые протонефридии. Это одноклеточные кожные железы.

**9. Нервная система** состоит из окологлоточного кольца, от которого отходят 4 нервных ствола, соединённых комиссурами. Органы чувств развиты слабо. На переднем конце тела имеются хеморецепторы, на заднем конце тела – чувствительные железы.

**10. Половая система.** Нематоды раздельнополые животные. Самки больше чем самцы. У самцов непарные семенник, семяпровод, семяизвергательный канал, который открывается в задний отдел кишечника. У самок парные яичники, яйцеводы, матки, которые открываются в общее влагалище.

Большинство нематод – геогельминты, но есть и биогельминты. Некоторые нематоды яйцеживородящие.

**Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*)** – возбудитель аскаридоза.

**Географическое распространение:** повсеместно.

**Морфология:** Половозрелая особь имеет тело цилиндрической формы, заострённое на концах, жёлто-розового цвета. Самки длиной 20-40 см, самцы – 5-25 см. У самца задний конец спирально закружён на брюшную сторону. Яйца могут быть оплодотворёнными и неоплодотворёнными. Оплодотворённые яйца округлые или овальные, имеют толстую бугристую оболочку.

**Локализация:** тонкий кишечник человека.

**Жизненный цикл:** аскарида – геогельминт, который паразитирует только у человека. Самка за сутки выделяет более 200000 яиц, которые попадают с фекалиями больного человека во внешнюю среду. Эти яйца не инвазионные. Для их развития необходимы  $O_2$ , влажность и температура 24-25° С. При таких условиях в яйцах примерно за 24 дня формируется подвижная личинка. Человек заражается через немытые овощи или загрязнённую воду, грязные руки. В тонком кишечнике из яиц выходят личинки и проникают в кровеносные сосуды кишечной стенки. С током крови заносятся в печень, правое предсердие и желудочек, лёгкие. В лёгких личинки выходят в просвет альвеол, а затем в бронхи и трахеи (им необходим кислород). Через 10-15 дней по воздухоносным путям личинки поднимаются в глотку и со слюной могут быть снова проглочены. Личинки вторично попадают в кишки человека и через 2,5-3 месяца становятся половозрелыми. В период миграции личинки питаются

кровью. Живёт аскарида около года.

**Патогенное действие:** аскарида оказывает на организм человека токсическое и аллергическое воздействие, личинки во время миграции повреждают кровеносные сосуды, взрослые аскариды могут вызывать непроходимость кишечника, истощают организм.

**Диагностика:** нахождение яиц в фекалиях (аскаридоз), обнаружение личинок в мокроте (аскаридозная пневмония).

**Профилактика:**

- **личная:** соблюдение правил личной гигиены, мытьё овощей, защита продуктов питания от мух и тараканов;
- **общественная:** выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа, благоустройство туалетов. Не удобрять огороды человеческими фекалиями.

**Острица детская (*Enterobius vermicularis*)** – возбудитель энтеробиоза.

**Географическое распространение:** повсеместно, чаще в странах с умеренным климатом.

**Морфология:** небольшой червь белого цвета. Самки длиной 8-13 мм, самцы – 2-5 мм. У самца задний конец спирально закручен на брюшную сторону. Питаются содержимым кишечника. Яйца бесцветные, овально-ассимметричные.

**Локализация:** нижний отдел тонкого и верхний отдел толстого кишечника человека.

**Жизненный цикл:** острица паразитирует только у человека. Инвазионные яйца попадают в организм человека через грязные руки. В кишечнике из яиц выходят личинки. Из них развиваются взрослые острицы. Оплодотворение происходит в кишечнике. Самцы погибают. Самки со зрелыми оплодотворёнными яйцами спускаются в прямую кишку. Ночью они активно выползают из ануса и откладывают на кожу промежности яйца (до 15000 штук). После этого самки погибают. Для развития яиц необходимы влажность (70-90%) и температура 34-37° С. Яйца становятся инвазионными уже через 4-6 часов. Ползание остриц по коже вызывает зуд. Человек расчёсывает зудящие места. Яйца попадают под ногти и могут быть занесены в рот (аутореинвазия). Живёт острица около месяца.

**Патогенное действие:** чаще всего болеют дети. Острицы вызывают зуд, потерю аппетита, нарушение сна, головную боль, быстрое утомление.

**Диагностика:** обнаружение яиц в соскобе с перианальных складок или в отпечатках на липкой ленте.

### **Профилактика:**

- **личная:** соблюдение правил личной гигиены;
- **общественная:** выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа.

**Трихинелла (*Trichinella spiralis*)** – возбудитель трихинеллёза.

**Географическое распространение:** очаги трихинеллёза встречаются во всех странах, кроме Австралии.

**Морфология:** трихинелла имеет микроскопические размеры. Самки живородящие.

**Локализация:** половозрелые особи – тонкий кишечник человека, личинки – скелетная мускулатура.

**Жизненный цикл:** трихинелла – биогельминт. Трихинеллёз – природно-очаговое заболевание. Трихинелла паразитирует у человека, домашних и диких животных. Одна и та же особь последовательно становится для неё **окончательным** и **промежуточным хозяином**. Человек заражается трихинеллой при употреблении заражённой свинины или мяса диких животных. **Инвазионная стадия** – личинка.

**Патогенное действие:** трихинелла оказывает на организм человека токсическое и аллергическое воздействие. Смертельная доза для человека 5 личинок на 1 кг массы тела.

**Диагностика:** иммунологические реакции, биопсия мышц.

### **Методы ово- и гельминтоскопии**

Окончательный диагноз гельминтозов может быть установлен только на основании положительных данных лабораторных исследований.

Основным методом лабораторной диагностики этих инвазий является обнаружение яиц (гельминтоовоскопия), яиц и личинок (гельминтоскопия).

Материалом для исследований служат фекалии, содержимое двенадцатиперстной кишки, кровь, мокрота, биоптаты тканей и другие материалы.

Сбор материала для исследований производят в чистую стеклянную или пластмассовую посуду, на которую наклеивают этикетку с указаниями необходимых сведений.

Фекалии для исследований должны доставляться на анализ не позднее одних суток, при подозрении на анкилостомоз – немедленно.

**1.** Основным методом овогельминтоскопии является **метод флотации** (всплытия). Заключается он в следующем: в стакан или баночку емкостью 150-200 мл помещают около 10 гр. фекалий, набранных с разных мест фекальной массы больного. Тщательно помешивая стеклянной палочкой, понемногу

добавляют 10-20-кратное количество насыщенного раствора нитрата натрия. Частицы всплывают сразу и видимые простым глазом, удаляют палочкой на стенки сосуда. После этого смесь оставляют отстаиваться на 45-60 мин. За это время имеющиеся яйца глистов всплывают и концентрируются в поверхностном слое (кроме яиц лентеца и сосальщиков, имеющих значительный удельный вес). После отстаивания, поверхностная пленка исследуется микроскопически. Пробы пленки берут тонкой проволочной гельминтоскопической петлей переносят на предметное стекло и исследуют. Повторяют 2 раза.

**2. Макроскопическая диагностика кала. Гельминтоскопия.** Фекалии исследуют небольшими порциями в чашках Петри под лупой. Так можно обнаружить остриц, аскарид, членики лентеца широкого и тениид. При тениаринхозе и тениозе этот метод служит основным при диагностике.

**3. Метод перианального соскоба** применяется для обнаружения яиц острицы детской и цепня бычьего. Берут узкий маленький шпатель или гладкую оструганную плоскую палочку с туго натянутым ватным тампоном, смоченным 50% водным раствором глицерина, и делают соскоб с перианальных складок. Потом счищают соскоб на предметное стекло и микроскопируют.

**4. Исследование желчи и дуоденального содержимого.** Материал просматривают сразу после доставки в лабораторию. В нём могут быть обнаружены яйца сосальщиков, анкилостомид, угрицы кишечной.

**5. Исследование мокроты.** Из мокроты готовят мазок на стекле и микроскопируют. Можно обнаружить яйца парагонима, редко личинки аскарид, некатора и элементы эхинококкового пузыря.

**6. Исследование мочи.** Суточную порцию мочи центрифугируют, осадок переносят на предметное стекло и микроскопируют. Можно обнаружить яйца гельминтов (шистосомы урогенитальной).

**7. Исследование мазков крови.** Для диагностики филяриатозов (вухерериоз, лоаоз), проводят микроскопию мазков крови, окрашенных по Романовскому. Следует учитывать, что личинки (микрофилярии) в крови обнаруживаются при вухерериозе чаще ночью или наоборот – днём (существует два штамма паразита), при лоаозе - днем. Поэтому забор крови берут дважды – днём и ночью.

**8. Иммунологические методы.** Для диагностики цистицеркоза, эхинококкоза, альвеококкоза, трихинеллеза, применяют серологические и аллергические реакции. Проводятся реакции непрямой иммунофлюоресценции, иммуноферментативный анализ, методики с использованием магнитно-ядерного резонанса.

Русский академик К.И. Скрябин разработал принципы борьбы с гельминтозами. **Дегельминтизация** – это комплекс мероприятий, который направлен на уничтожение взрослых гельминтов, которые локализуются в организме хозяина, а также очищение окружающей среды от яиц и личинок гельминтов. Проводится дегельминтизация человека и домашних животных, почвы, воды, овощей, помещений, предметов быта и других объектов внешней среды.

Для полной ликвидации любого гельминтоза необходимо уничтожать и его возбудителя. Это заключительный этап борьбы с гельминтозами животных и человека. Он называется девастация.

**Девастация** – уничтожение паразита как зоологического вида на всех стадиях его развития. Девастация проводится механическим, физическим, химическим и биологическим путями. Девастация бывает:

- **Тотальная** – полное уничтожение паразита на определённой территории (дракункулёз в странах Средней Азии).
- **Парциальная** – резкое уменьшение численности паразита (трихинеллёз, тениаринхоз).

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 6** **Медицинская арахноэнтомология.**

Для представителей типа Членистоногие характерно:

- трёхслойность, т.е. развитие трёх зародышевых листков;
- билатеральная симметрия;
- гетерономная членистость тела: сегменты тела имеют разное строение и выполняют разные функции;
- слияние сегментов в отделы тела. Сегменты образуют три отдела: голову, грудь и брюшко (у насекомых) или два: головогрудь и брюшко (у ракообразных и паукообразных);
- появление членистых конечностей, которые выполняют разные функции: движения, захвата пищи, защиты, органов чувств и др.;
- хитиновый скелет служит для защиты тела и прикрепления мышц;
- появление поперечно-полосатой мускулатуры;
- полость тела – миксоцель, в которой расположены системы органов:

**Пищеварительная** система состоит из переднего, среднего и заднего отдела, который заканчивается анальным отверстием. Средний отдел имеет пищеварительные железы (hepatopancreas – выполняет функцию печени и поджелудочной железы). Впервые появляется эндокринная система.

**Выделительная:** видоизмененные метанефридии (ракообразные),

мальпигиевы сосуды (паукообразные и насекомые).

**Дыхательная.** Строение дыхательной системы зависит от условий окружающей среды. У организмов которые живут в воде – жабры, у наземных – лёгкие и трахеи.

**Кровеносная система** незамкнутая. Появляется сердце, которое располагается на спинной стороне тела.

**Нервная система** состоит из надглоточного ганглия, окологлоточных комиссур, брюшной нервной цепочки. Наблюдается слияние нервных узлов, особенно в головном отделе.

**Органы чувств** хорошо развиты. Есть орган зрения – это простые и сложные глаза, органы слуха, равновесия, осязания, обоняния, вкуса и др.

**Половая система** – в основном раздельнополые. Размножение половое, иногда партеногенез. Развитие прямое (у ракообразных и паукообразных) или с метаморфозом (у насекомых). **Прямое развитие:** из яйца выходит новый организм похожий на своих родителей. **Развитие с неполным метаморфозом:** яйцо – личинка – новый организм. **Развитие с полным метаморфозом:** яйцо – личинка – куколка – новый организм.

### **Класс Паукообразные (Arachnoidea)**

#### **Отряд Клеши (Acarina)**

У клещей тело овальное, не расчленено на отделы и сегменты. Хелицеры и педипальпы образуют хоботок. Ротовой аппарат у клещей колюще-сосущего и грызущего типов. У взрослых клещей (имаго) 4 пары ног, на концах которых находятся коготки и подушечки для прикрепления к хозяину. Развитие клещей происходит с метаморфозом. Из яйца образуется личинка, у которой 3 пары ног и отсутствует половое отверстие. Личинка линяет и превращается в нимфу. Нимфа имеет 4 пары ног и недоразвитую половую систему. В зависимости от вида клещей наблюдается одна или несколько нимф. Нимфа после линьки превращается в имаго.

**Чесоточный зудень (Sarcoptes scabiei).** Вызывает заболевание – скабиоз (чесотка). Это внутрикожный паразит, который локализуется в роговом слое эпидермиса. Распространен повсеместно. Размеры – 0,3-0,4мм. Глаза отсутствуют. Для проникновения в кожу зудни выбирают нежные участки кожи. Питаются клещи клетками хозяина. В ходах самка откладывает 20 и более яиц в течение жизни.

Деятельность клещи усиливают ночью, когда согревается поверхность тела. Человек ощущает при этом зуд. При расчесах вскрываются ходы клещей и личинки и нимфы рассеиваются по телу больного. Заражение происходит при контакте с больным чесоткой или с его вещами.

**Диагностика:** микроскопия в капле глицерина соскобов кожи.

**Профилактика.** Личная: поддержание чистоты тела и жилища, соблюдение санитарных правил при контакте с больным чесоткой.

**Железница угревая (*Demodex folliculorum*)** – возбудитель демодекоза. Железница имеет червеобразную форму, самка длиной около 0,4 мм, самец – 0,3мм. Ноги короткие, оканчиваются двумя коготками. Заражение происходит контактным путем. Локализуется в полостях и протоках сальных желез лица, верхней части груди, волосяных сумках бровей и ресниц.

Развитие: яйцо – личинка, две нимфы, половозрелая особь. Развитие происходит в течение 25 дней. Личинка мелкая, с тремя парами бугорков вместо ног. Железница вызывает закупорку волосяного мешка и протоков сальных желез. При присоединении бактериальной инфекции на коже появляются гнойные угри.

**Диагноз** устанавливается при помощи микроскопических исследований – в капле глицерина содержимого угря или волосяной сумки.

**Профилактика** та же, что и при чесотке.

#### **Иксодовые клещи (сем. Ixodidae)**

Распространены в лесной, лесостепной (род *Ixodes*) и степной зоне (р.*Dermacentor*). Длина тела голодных клещей до 6-8мм, сытая самка достигает 2-3см. Спинной щиток у самок, личинок и нимф покрывает только переднюю часть спины; у самцов спинная часть покрыта полностью. Паразитируют иксодовые клещи на больших и мелких наземных теплокровных позвоночных. Жертву находит с помощью термо-, вибро- и хеморецепторов. Продолжительность кровососания: у самок от нескольких часов до 2-х недель, у самца меньше.

Сытая самка откладывает в трещины коры деревьев, в расщелины земли до 17 тыс. яиц и погибает. Через 2-4 недели из яиц выходят личинки размером 0,6-0,8мм, которые имеют 3 пары ног. У них отсутствуют дыхательная и половая системы. Они питаются кровью 2-4 дня и превращаются в нимфу. Нимфы после 3-5 дней кровососания превращаются в половозрелые формы. Общая продолжительность жизни иксодовых клещей 3-6 лет, могут голодать до 2-3 лет.

**Медицинское значение:** временные паразиты человека и животных. Переносчики возбудителей инфекционных заболеваний.

**Таёжный клещ (*Ixodes persulcatus*)** – переносчик возбудителя таёжного клещевого энцефалита.

**Собачий клещ (*I. ricinus*)** – переносчик возбудителя туляремии, весенне-летнего энцефалита.

## Аргасовые клещи (Argasidae)

**Клещ поселковый (*Ornithodoros papillipes*).** Распространены эти клещи в странах с тропическим и теплым климатом. Тело у аргасовых клещей овальное, хоботок находится на брюшке, спинной щиток отсутствует. Обитатели нор, пещер, жилых помещений. Питаются кровью всех наземных позвоночных животных. Кровососание длится от 3 до 6 минут. После питания самка откладывает до 300 яиц за одну кладку. Кладок может быть несколько. Из яиц выходят личинки, из личинок образуется нимфальная стадия (2-8 нимф). Чтобы одна стадия перешла в другую необходимо кровососание, т.е. каждая стадия должна напиться крови. Аргасовые клещи являются временными эктопаразитами людей и животных. Они являются переносчиками **клещевого возвратного тифа**.

### **Профилактика:**

**личная** – использование комбинезонов, репеллентов при обследовании старых построек, ночёвка на открытой местности;

**общественная** – уничтожение грызунов, сухого мусора, старых глинобитных строений.

## Класс Насекомые (Insecta)

### Отряд вши (Anoplura)

Вши – постоянные специфические эктопаразиты млекопитающих, в том числе человека. Мелкие, вторично бескрылые насекомые. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Развитие с неполным метаморфозом. Кровью питаются имаго и личинки.

**У человека паразитируют три вида вшей:**

- **головная вошь (*Pediculus humanus capitis*)**
- **платяная вошь (*Pediculus humanus corporis*)**
- **лобковая вошь (*Phthirus pubis*)**

**Головная вошь** серого цвета. По бокам брюшка глубокие вырезки, усики короткие и толстые. Длина самца 2-3мм, самки 3-4мм. Задний конец самца округлен, самки – раздвоен. Поселяются они на волосистых участках тела, преимущественно на голове.

**Жизненный цикл.** Зрелое яйцо – гнида прикрепляется на волос клейким веществом, которое выделяет самка. За свою жизнь самка вши откладывает до 300 яиц. Из яйца выходит личинка, которая питается кровью, линяет и превращается в имаго. Развитие проходит 2-3 недели. Продолжительность жизни вши 27-38 дней.

**Медицинское значение:** вызывает педикулёз; переносит спирохет – возбудителей одной из форм возвратного тифа.

**Платяная вошь** белого цвета. Усики тоньше и длиннее, боковые вырезки на брюшке меньше, чем у головной вши. Платяная вошь живет в складках одежды и белья, яйца прикрепляет к их поверхности.

Продолжительность жизненного цикла 16 дней. Живет до 48 дней.

**Медицинское значение:** вызывает педикулёз и переносчик возбудителей возвратного тифа (спирохет) и возбудителей сыпного тифа (риккетсий).

**Лобковая вошь** имеет короткое и широкое тело. Граница между брюшком и грудью выражена нечетко. Поселяется на всех волосистых участках кожи человека, кроме головы. Заражение происходит контактно- бытовым путём.

Самцы длиной около 1мм, самка 1,5мм, продолжительность жизни 17-26 дней, откладывает в течение жизни 50 яиц.

**Медицинское значение:** возбудитель фтириаза, эктопаразит, инфекционных болезней не переносит.

**Профилактика и меры борьбы.** Содержание тела и белья в чистоте. Соблюдение санитарного режима в гостиницах, вокзалах, поездах. Применение специальных средств для уничтожения имаго и личинок.

### **Отряд блохи (Aphaniptera)**

Блохи распространены повсеместно.

**Особенности строения:** тело сплюснуто с боков, ротовой аппарат колюще-сосущего типа, питается кровью. Задняя пара ног длиннее остальных и используется при прыжке. Крылья отсутствуют, тело покрыто волосками, щетинками, зубчиками.

Развитие происходит с полным метаморфозом. Яйца откладываются на хозяине или в сухом мусоре, щелях полов, норах грызунов. Червеобразная личинка питается испражнениями взрослых блох или гниющими органическими веществами. Личинка превращается в неподвижную куколку, куколка в имаго. У человеческой блохи при оптимальной температуре минимальный срок развития 19 дней. При гибели хозяина они могут переходить жить на животных других видов.

Эпидемиологическое значение имеют **человеческая блоха (*Pulex irritans*)** и **крысиная блоха (*Xenopsylla cheopis*)**. Они являются переносчиками чумных бактерий. Источниками заражения чумными бактериями для блох являются грызуны. Блохи могут переносить возбудителей сыпно-тифозных лихорадок и туляремии.

**Профилактика и меры борьбы:** поддержание чистоты в помещениях, влажная уборка, ликвидация щелей в полах, стенах. Уничтожение нор грызунов. Для уничтожения блох в помещениях и одежде применяют инсектициды.

## Отряд Двукрылые (Diptera) **Семейство комары (Culicidae)**

Самцы питаются соками растений, а самки кровью теплокровных животных. Она нужна им для развития яиц. Яйца, личинки и куколки развиваются в воде или во влажной почве. Дышат кислородом воздуха. Нападают на человека вечером или рано утром до восхода солнца.

**Малярийные комары (р. *Anopheles*)** – переносчики малярии. Имаго малярийных комаров имеют на крыльях тёмные пятна. У самок *Anopheles* нижнечелюстные щупики по длине приблизительно равны хоботку. Яйца имеют воздушные пояски. Откладывают их в чистые, хорошо освещенные солнцем, стоячие водоёмы (анафелогенные). У личинок нет дыхательной трубочки, поэтому они располагаются на поверхности воды. Куколки подвижные, в виде запятой. Не питаются, имеют дыхательные трубочки конической формы. Превращаются во взрослую особь – имаго.

**Обыкновенные комары (род *Culex*)** Виды комаров рода *Culex* – переносчики туляремии, японского энцефалита. Самки имеют нижнечелюстные щупики в несколько раз короче хоботка. Яйца откладывают в любом водоёме. Личинки имеют дыхательный сифон в виде трубочки на предпоследнем членике брюшка, поэтому и располагаются в воде под углом, прикрепляясь сифоном к её поверхности. Дыхательная трубочка у куколок цилиндрической формы. Яйца выдерживают пересыхание водоёмов. Зимуют на стадии яиц, личинок.

**Профилактика:** *личная* – защита от укусов комаров (репелленты, москитные сетки); *общественная* – уничтожение личинок и мест выплода комаров.

## **Семейство мухи (Muscidae)**

Ротовой аппарат лижуще-сосущий. Яйца, личинки (3 стадии) и куколки развиваются в органической среде. На голове крупные фасеточные глаза. На лапках клейкие подушечки для передвижения по любой поверхности.

### ***Комнатная муха (Musca domestica)***

Механический переносчик кишечных инфекций, цист простейших, яиц гельминтов.

Питается пищей человека, различными органическими веществами.

Яйца откладывает (за один раз 100-150 яиц) в гниющие вещества (пищевые отходы, фекалии человека и животных).

Из яиц при температуре +25<sup>0</sup>С через 1-2 суток выходит личинка (I стадия), которая затем развивается при температуре +40-45<sup>0</sup>С. Личинка III стадии переползает в места, где температура +25<sup>0</sup>С и превращается в неподвижную

куколку, покрытую толстой оболочкой. Куколка превращается в имаго. Живет муха месяц, откладывает яйца 5-6 раз.

**Борьба с мухами.** Закрытые приемники для пищевых отходов. Хранение пищевых продуктов в местах, не доступных для мух. Уничтожение мух на всех стадиях развития инсектицидами.

### ***Вольфартова муха (Wohlfartia magnifica)***

Личинки вызывают заболевание миаз. Взрослые мухи питаются нектаром цветов. Мухи откладывают живых личинок в открытые полости: глаза, нос, уши, ранки на теле животных или спящих людей. Личинки выедают ткани, вплоть до кости, и разрушают кровеносные сосуды. Это приводит к тяжелым заболеваниям. Поражение глаз может вызвать слепоту. Куколки развиваются в земле.

## **СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 7**

### ***Взаимосвязь индивидуального и исторического развития.***

#### ***Биосфера и человек***

#### **Синтетическая теория эволюции.**

#### **Популяционная структура человечества.**

**1. Актуальность темы.** Синтетическая теория эволюции (СТЭ) берёт начало от теории Ч. Дарвина и основана на успехах генетики, молекулярной биологии, учении о популяциях и др. СТЭ объяснила основные закономерности происхождения человека (антропогенез), даёт возможность изучить генетическую структуру популяции людей, что используется в разделах медицины: патологической анатомии и физиологии, психологии, эпидемиологии.

**2. Цель занятия.** Знать определение популяции, отличия реальной и идеальной популяций. Уметь применять закон Харди-Вайнберга для определения генетической структуры популяции людей. Уметь выделять основные этапы антропогенеза и соотношение роли биологических и социальных факторов в эволюции человека.

**3. Задание для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.**

#### **4.1. Теоретические вопросы к занятию:**

1. Синтетическая теория как современный этап развития теории эволюции.
2. Макро- и микроэволюция. Популяция – элементарная единица эволюции.
3. Популяционная структура человечества.
4. Влияние мутационного процесса, миграции, изоляции и дрейфа генов на генетическую структуру популяции человечества.
5. Специфика действия естественного отбора в человеческих популяциях.

**Эволюция** – необратимый, постепенный, закономерный процесс исторического развития природы. В результате биологической эволюции на Земле сложились предпосылки к появлению разумного существа – человека.

**Современная синтетическая теория эволюции основывается на:**

1. Эволюционной теории Ч. Дарвина (1859 г), согласно которой:

- все популяции способны к увеличению численности;
- численность обычно остается постоянной. Она ограничена лимитирующим фактором – количеством пищи, местообитанием и т.д.

**Вывод:** потомки конкурируют за ресурсы – между ними идет **борьба за существование**.

- в природе нет двух абсолютно одинаковых особей.

**Вывод:** в борьбе за существование выживают и оставляют потомство особи с полезными в данных условиях наследственными изменениями. Происходит **естественный отбор**.

2. Вторым шагом в развитии СТЭ было развитие генетики. На её основе был сформулирован закон Харди-Вайнберга (1908 г), который применим для идеальной популяции. Согласно закону Харди-Вайнберга, **эволюция** – это изменение частот определенных генов во времени, а **факторы эволюции** – это:

- поток генов (миграции или изоляция);
- мутации;
- рекомбинации;
- дрейф генов;
- разные формы отбора.

3. Третьим шагом в развитии СТЭ было развитие экологии и популяционной биологии, которые изучали закономерности, определяющие численность популяций, место популяции во взаимодействиях, существующих в экосистеме (теория экологической ниши).

В 1927г. Ю.А.Филипченко предложил разделить эволюцию на 2 процесса: **микроэволюцию** и **макроэволюцию**.

**Микроэволюция** – это эволюционные процессы, протекающие в популяции и приводящие к видообразованию. **Популяция** – элементарная единица эволюции. **Популяция** – это совокупность особей одного вида, свободно скрещивающихся друг с другом и относительно изолированная от других таких групп. Характерные черты популяции: ареал, численность, возрастной и половой состав, генетическая гетерогенность и генетическое единство. **Вид** – группа репродуктивно изолированных особей, единственная реально существующая таксономическая единица. **Макроэволюция** – надвидовая эволюция.

У человека популяцией считается группа людей, проживающая на одной территории и свободно вступающая в брак (население страны, города, села). Как видим, популяции могут быть большими и малыми. Малые популяции до 1500 человек – называются *изоляты*, от 1500 до 4000 – *демы*. В изолятах и демах родственные браки составляют 80% - 90%, что приводит к появлению особей с пониженной жизнеспособностью.

### **Факторы эволюции.**

**Мутации** – ошибки, возникающие при копировании генетических программ. Частота мутаций не одинакова для разных генов, для разных организмов. Она возрастает в ответ на воздействие внешних факторов, таких как ионизирующая радиация, некоторые химические соединения, вирусы и при изменениях внутреннего состояния организма (старение, стресс и т.п.). Средняя частота мутаций у бактерий оценивается как  $10^{-9}$  на ген на клетку за поколение. У человека и других многоклеточных она выше и составляет  $10^{-5}$  на ген на гамету за поколение. Геном человека содержит около 30 тысяч структурных генов. Следовательно, в каждом поколении около трети человеческих гамет несут новые мутации по какому-нибудь гену. Мутационный процесс, создавая новые аллели генов, изменяет частоты аллелей в популяциях.

**Рекомбинации.** Комбинативная изменчивость хоть и не приводит к образованию новых аллелей, но новые сочетания могут дать свойства, полезные в данных условиях, и как следствие изменить частоту комбинирующихся аллелей.

**Дрейф генов или эффект Райта** – процесс случайного, ненаправленного изменения частот аллелей в популяциях с ограниченной численностью. В результате популяция становится гомозиготной. Одним из первых обратил внимание на периодические колебания численности природных популяций С.С.Четвериков и назвал их **популяционными волнами**. Дрейф генов особенно сказывается в периоды резкого спада численности – эффект «бутылочного горлышка», который заключается в том, что небольшое количество выживших особей, могут не обладать всеми генами материнской популяции. При увеличении численности (эффект основателя) генофонд популяции будет содержать только гены, которые были у её родоначальников.

**Поток генов. Миграция** стирает генетические различия между популяциями. Популяции одного вида, как правило, не изолированы друг от друга. Между ними постоянно происходит обмен генами. Животные из одной популяции переселяются в другую. Пыльца и семена растений переносятся ветром, течениями. **Изоляция** напротив, приводит к накоплению различий. Когда различия между популяциями делают невозможным скрещивание, образуется

новые виды. Изоляция – необходимое условие видообразования.

**Отбор.** Под отбором понимают преимущественное размножение особей с адаптивным признаком. Оставив большее число выживающих потомков, такие особи оставят больше копий своих генов, определивших эти признаки.

**Естественный отбор** – направленный фактор эволюции, приспособляющий организмы к среде обитания.

**Половой отбор** – наблюдается в популяциях, особи которых выбирают полового партнера по каким-либо признакам. Аллели, определяющие признаки становятся более распространенные, а признак закрепляется в популяции. Примером полового отбора являются рога у оленя и отсутствие волосяного покрова у людей. Популяция, в которой выбор полового партнера случайный, называется панмиксной, например, ветроопыляемые растения.

Отбор может проходить в виде трех форм.

**Движущий отбор** описан ещё Дарвином, это отсев аллелей с одним крайним значением признака и замена его другим крайним значением признака. Например, выработка у микробов, насекомых, грызунов устойчивости к антибиотикам и ядохимикатам.

**Стабилизирующий отбор** выделен Шмальгаузенем. Условия среды длительно не изменяются и преимуществом обладают особи со средними показателями.

**Дизруптивный** (разрывающий) отбор приводит к возникновению двух средних значений признака.

У человека естественный отбор утратил функцию видообразования. За ним сохранились функции стабилизации генофонда и поддержания наследственного разнообразия. В пользу стабилизации формы естественного отбора свидетельствует большая смертность среди недоношенных и переношенных новорожденных. Установлено, что около 15% плодов человека гибнет до рождения, 3% умирают, не достигая половой зрелости, 20% людей не вступают в брак и 10% браков бесплодны.

**Источники ионизирующего излучения** широко используются человеком в медицине, в сельском хозяйстве, промышленности и др. Мутагенное действие ионизирующего излучения известно давно, но особенно оно проявилось при взрыве атомных бомб в Хиросиме (1945г) и аварии на Чернобыльской атомной станции (1986г). Авария на ЧАЭС оказала влияние на здоровье 3,4 млн. человек. Основные заболевания, которые признают следствием аварии – онкологические болезни кровеносной и нервной систем. Кроме того, общий уровень аберраций хромосом у детей из зоны радиационного контроля втрое выше, чем у детей вне этой зоны. Повреждение

наследственного материала соматических и половых клеток может привести к постепенному вырождению и гибели отдельных популяций людей.

### **Филогенез систем органов позвоночных**

Биогенетический закон сформулировали Ф. Мюллер и Е. Геккель.

**Краткая формулировка закона:** онтогенез — это краткое повторение филогенеза. Повторение признаков взрослых предков в эмбриогенезе потомков Мюллер назвал *рекапитуляцией*.

В онтогенезе Геккель различал:

• **палингенезы** — признаки взрослых предков, которые повторяются в эмбриогенезе потомков. К ним относятся у высших позвоночных хорда, жаберные дуги, первичные почки и т.д.

• **ценогенезы** — приспособления, которые возникают у зародышей или личинок и не сохраняются во взрослом состоянии (амнион, аллантоис).

Дальнейшие эмбриологические исследования показали, что биогенетический закон справедлив только в общих чертах, т.к. нет ни одной стадии развития, в которой бы зародыш полностью повторял строением кого-либо из своих предков.

Дополнения и уточнения биогенетического закона было сделано русским ученым А.Н. Скворцовым. Он установил, что новые признаки могут появляться у эмбрионов на разных стадиях развития. Изменения, которые происходят в процессе эмбрионального развития, сохраняются во взрослом состоянии, и будут наследоваться потомками, он назвал *филэмбриогенезами*.

**Анаболия** (или добавление) — это закладка нового признака в конце периода формообразования. *Например*, развитие почки высших позвоночных, которые проходят стадии предпочки, первичной и вторичной почки.

**Девияция** (отклонение) связана с возникновением новообразования на средних стадиях развития. Так происходит образование роговых чешуек у рептилий.

**Архалаксис** — развитие органа изменяется в самом начале. Уже на ранних стадиях орган начинает развиваться по-другому. Так происходит развитие волоса млекопитающих, который гомологичен эмбриональной закладке чешуи рыб и пресмыкающихся.

Историческое развитие организмов указывает на родственные связи между основными группами. Важнейшие родственные связи между организмами раскрывает **сравнительная анатомия** — наука, которая изучает одни и те же системы органов у разных животных. В сравнительной анатомии различают две формы сходства: **гомологию** и **аналогию**.

• **Гомология** указывает на морфологическое сходство.

**Признаки гомологичных органов:**

1. Сходство строения.
2. Типичное расположение в теле.
3. Развитие из одних и тех же эмбриональных зачатков.

**Например,** гомологичными являются передние конечности наземных животных (лягушки, ящерицы, птицы, крота, человека). Причина гомологии (сходства) лежит в происхождении от общего предка.

• **Аналогия** – это сходство органов, которое возникает вторично на основе одинаковой функции. Аналогичные органы имеют различное происхождение и встречаются у организмов, не имеющих родственных связей. **Например,** крыло бабочки и крыло птицы.

Одним из доказательств эволюции есть также **атавистические** и **рудиментарные органы**.

• **Атавизм** – это появление признака, который был у далеких предков и в норме не встречается у современных форм. Примером атавизма у человека является: хвостовой придаток, наличие более двух молочных желез.

• **Рудиментарными** называются органы, которые утратили свою функцию, но сохраняются у взрослых форм в зачаточном состоянии. У человека рудиментарными органами являются копчик – остаток хвостовых позвонков, зачаточные ушные мышцы и др.

### **Филогенез дыхательной системы хордовых**

#### **Функции дыхательной системы:**

1. Газообмен между организмом и внешней средой.
2. Терморегуляция.
3. Очищение воздуха от пыли и мелких организмов.
4. Формирование звука.
5. Выделение.
6. Иммунная защита.

Дыхательная система всех хордовых по расположению и строению связана с кишечником. У **водных хордовых** функцию дыхания выполняют жаберные щели, переднего отдела кишечной трубки. Эволюция жаберного аппарата у водных хордовых сопровождается уменьшением количества жаберных щелей и увеличением дыхательной поверхности путем образования жаберных лепестков. У рыб имеется 4-5 жаберных мешков.

У личинок **земноводных** дыхание жаберное, у взрослых появляются легочные мешки. Легочные мешки образованы как парный мешковидный вырост брюшной стороны глотки. Лёгкие примитивны, воздухоносные пути слабо дифференцированы. Поэтому функцию дыхания, кроме легких, выполняет кожа с большим количеством капилляров.

У **рептилий** лёгкие усложняются, развиваются многочисленные ячеистые перекладины, которые увеличивают дыхательную поверхность легких. В дыхательных путях появляются бронхи.

Легкие у **птиц** – это губчатые тела, пронизанные разветвленными бронхами, а не мешки, как у рептилий.

У **млекопитающих** усложняется бронхиальное дерево, появляются бронхи второго, третьего и четвертого порядков, бронхиолы, на разветвлениях которых находятся альвеолы. Благодаря этому дыхательная поверхность лёгких увеличивается. Грудная полость отделена от брюшной диафрагмы, которая играет важную роль в акте дыхания.

Таким образом, основное направление эволюции дыхательной системы заключается в увеличении дыхательной поверхности и обособлении воздухоносных путей.

**Врожденные пороки развития дыхательной системы, которые имеют онтофилогенетические предпосылки:**

1. Сохранение жаберных щелей (жаберные свищи).
  2. Атрезия трахеи.
  3. Пороки гортани – аплазия, гиперплазия, нарушение сращения щитовидного хряща и надгортанника.
  4. Трахейно-пищеводные фистулы.
  5. Агенезия (отсутствие) или гипоплазия (недоразвитие) доли или целого легкого.
  6. Недоразвитие легкого, бронхов.
  7. Добавочные доли или целое легкое.
  8. Зеркальная закладка левого и правого легкого
  9. Врожденные диафрагмальные грыжи,
- Перемещение органов из брюшной полости в грудную из-за нарушения целостности диафрагмы или через пищеводное отверстие.

### **Филогенез кровеносной системы хордовых**

**Функции кровеносной системы:**

1. Газообмен.
2. Транспорт и распределение веществ между органами и тканями.
3. Гуморальная регуляция.
4. Защитная функция.
5. Терморегуляции.
6. Поддержка гомеостаза организма.

У **нижних хордовых** сердце отсутствует и его роль выполняет брюшная аорта.

Усложнение кровеносной системы у позвоночных связано с появлением сердца, сокращением жаберных артерий и их дифференцировкой. У низших хордовых (ланцетника) – один круг кровообращения. Роль сердца выполняет брюшная аорта, от которой отходит 100-150 пар жаберных (артериальных) дуг.

**У рыб** появляется 2-х камерное сердце, число артериальных дуг сокращается до 6-7 пар. Один круг кровообращения. В сердце только венозная кровь.

**У амфибий** сердце 3-х камерное и 2 круга кровообращения. Сердце имеет два предсердия и желудочек. Они соединены одним клапаном. В желудочек кровь поступает из предсердий поочередно – венозная и артериальная. Стенки желудочка имеют мышечные выросты (трабекулы), поэтому кровь в желудочке смешивается неравномерно: в правой стороне – почти венозная, в середине – смешанная, а в левой – почти артериальная. Артериальные дуги берут начало от остатка брюшной аорты, которая начинается из правой части желудочка. У амфибий остается VI, IV и III пара артериальных дуг. При сокращении желудочка кровь поступает в брюшную аорту, и по брюшной аорте поступает по 6-ой паре артериальных дуг (легочные артерии, кровь венозная) к легким и коже, где обогащается кислородом и возвращается в левое предсердие (малый круг кровообращения). Далее в IV пару поступает смешанная кровь, которая идет к телу, а по 3-ей паре относительно артериальная кровь поступает к голове (сонные артерии). От головы и от тела кровь возвращается в правое предсердие (большой круг кровообращения).

**У пресмыкающихся** сердце 3-х камерное и два круга кровообращения, но имеется зачаточная перегородка в желудочке. Между предсердиями и желудочком появляются клапаны. Брюшная аорта исчезает, и пары артериальных дуг отходят самостоятельно от сердца (большой круг кровообращения). Малый круг отделился от большого. От правой части желудочка берет начало 6-я пара артериальных дуг (легочные артерии, малый круг). От левой части желудочка, где относительно артериальная кровь, берет начало 3-я пара вместе с 4-ой правой. Третья пара соответствует сонным артериям, а 4-ая правая – дуге аорты. Четвертая левая берет начало от неполной перегородки желудочка, где течет смешанная кровь (большой круг). Четвертая правая и левая, огибая сердце, соединяются вместе и направляются к телу (кроме головы). У крокодилов 4-х камерное сердце, но кровь смешивается в большом круге кровообращения.

**У птиц и млекопитающих** сердце четырехкамерное: два предсердия и два желудочка. Кровь не смешивается, существует два круга кровообращения – ***большой и малый.***

***Большой круг кровообращения*** начинается из левого желудочка, аортой

артериальная кровь разносится по телу, а потом по капиллярам переходит в венозную и венами переносится к правому предсердию.

**Малый круг кровообращения** берет начало из правого желудочка. Венозная кровь из него по легочным артериям попадает в легкие, а окисленная (артериальная) по легочным венам поступает в левое предсердие.

У *птиц* атрофируется IV левая дуга, остается **правая**, у *млекопитающих* остается только IV **левая**. Пятая пара дуг у всех позвоночных атрофируется. Шестая пара дуг теряет связь со спинной аортой.

Сосуд, который связывает в зародышевом развитии легочную артерию со спинной аортой, называется боталловым протоком (остаток V дуги) и функционирует у рептилий.

Таким образом, эволюция кровеносной системы идёт по пути увеличения камер сердца, уменьшения и дифференцировки сосудов, отходящих от сердца. Всё это необходимо для повышения содержания кислорода в крови.

**Врожденные пороки развития кровеносной системы, которые обусловлены онтофилогенетически:**

**1. Аортальное кольцо:** вместо одной (левой) дуги аорты развиваются две дуги, которые огибают трахеи и пищевод и соединяются в непарную спинную аорту. Трахеи и пищевод находятся в аортальном кольце, которое с возрастом сжимается.

**2. Незаращение перегородки** в районе овальной ямки, которая у эмбрионов является отверстием.

**3. Незаращение боталлового протока.**

**4. Незаращение межжелудочковой перегородки** и тогда возникает трехкамерное сердце.

**5.** На определенной стадии развития у эмбрионов есть один общий артериальный ствол, который разделяется перегородкой на аорту и легочной ствол. Если **перегородка не развивается**, то артериальная и венозная кровь смешиваются, что приводит к смерти.

**6. Транспозиция аорты** – если перегородка образуется не спиральная, а прямой формы, то аорта будет отходить от правого желудочка, а легочной ствол – от левого.

### **Филогенез выделительной системы**

Выделительная система у хордовых построена по типу нефридиев. Эволюция выделительной системы шла в направлении перехода от нефридиев низших хордовых к специальным органам-почкам. Почки состоят из нефронов и большого количества выделительных каналов, которые соединяются с общим выводным каналом.

У **позвоночных** последовательно происходит **смена 3-х типов почек: пронефрос, мезонефрос, метанефрос.**

У **круглоротых, рыб и земноводных** в эмбриогенезе закладывается предпочка, (пронефрос, или головная почка). Она состоит из 6-12 метамерно расположенных воронок. Каждая воронка (нефростом) по краю имеет реснички и открывается в полость тела (целом). От воронки отходит прямой выделительный каналец (пронефрический). Недалеко от воронок закладывается сосудистый клубочек. Продукты распада попадают из кровеносных сосудов в целомическую полость, а потом в воронку и выводятся по выделительному каналу. Эти каналы напоминают метанефридии кольчатых червей. Во взрослом состоянии предпочка функционирует только у некоторых круглоротых (миксины).

У круглоротых, рыб и земноводных (анамнии) в эмбриогенезе за головной почкой закладывается первичная, (туловищная) почка. Мезонефрос – это метамерно расположенные пары ресничных воронок. Их каналы растут в направлении к протокам пронефроса и открываются в них. Пронефрический канал становится мезонефрическим. Он расщепляется на два канала: мезонефральный (вольфов) и парамезонефральный (мюллеров) каналы. У разных классов и у разных полов они выполняют разные функции. У самок рыб и амфибий вольфов канал преобразуется в мочеточник, а мюллеров – в яйцевод. У самцов низших позвоночных вольфов канал функционирует как мочеточник и семяпровод, а мюллеров канал атрофируется. Общим у туловищной и головной почки является воронка, которая открывается в целом. Но у мезонефроса на стенке выделительного канала появились выпячивания в виде двустенной чаши (капсула клубочка). В неё врастает кровеносный клубочек. Продукты выделения поступают не только через воронку из целома, но и из крови.

Таким образом, устанавливается связь между кровеносной и выделительной системой. Выделительный канал становится длиннее, образует изгибы, что дает возможность обратного всасывания воды, глюкозы и др. веществ, в результате чего происходит концентрация мочи.

У **рептилий, птиц, и млекопитающих** вторичная почка закладывается в тазовом отделе, позади первичной туловищной. У метанефроса отсутствует воронка (нефростом) т.е. связь с целомической полостью полностью отсутствует.

Нефрон начинается капсулой, в середине которой лежит сосудистый клубочек – это почечное тельце. От него отходит извитой выделительный каналец. У рептилий, птиц, и млекопитающих каналы вторичной почки открываются в

мочеточник, который отделяется от заднего отдела вольфового канала. Сам же вольфов канал сохраняется только у самцов и преобразуется в семяпровод. Мюллеров канал остаётся только у самок и выполняет функцию яйцевода.

В эволюции органов выделения обращает на себя внимание тесное их сближения с кровеносной системой и увеличение поверхности выделения. Так, у эмбрионов человека предпочка имеет около 10 канальцев, первичная – 100, вторичная – до 1 млн. канальцев.

**У низших позвоночных** во взрослом состоянии функционирует первичная почка. Исключение – миксины (предпочка).

**У высших позвоночных** (амниот) – вторичная почка. У яйцекладущих и сумчатых до полового созревания функционирует первичная. У большинства позвоночных в задней части мочеточника образуется расширение – мочевой пузырь, который у птиц отсутствует.

**Врожденные пороки развития выделительной системы, которые имеют онтофилогенетические предпосылки:** в процессе роста зародыша иногда наблюдается перемещение вторичной почки из тазовой части в поясничную. Иногда одна из почек может не подняться и остаётся в участке таза. При низком положении обеих почек и срастании их нижними полюсами образуется подковообразная почка. Встречаются случаи, когда обе почки находятся по одну сторону от средней линии позвоночника и срастаются в общую почечную массу.

Иногда количество почек может быть больше или меньше нормы, реже встречается третья почка, которая располагается на позвоночнике между двумя.

### **Филогенез репродуктивной системы**

В процессе эволюции репродуктивная система у хордовых изменялась от сходных по строению, к специализированным женским и мужским железам. Половые протоки возникают для каждого пола из разных частей выделительной системы. Приспособления у особей обоих полов меняются в зависимости от вида оплодотворения (внешнего или внутреннего).

**У рыб** половые органы разнообразны. Яичник имеет фолликулярное строение, а в семенниках появляются семявыносящие канальцы. У рыб выводные протоки половых желёз тесно связаны с выделительными каналами почек и оплодотворение у большинства рыб внешнее. **У амфибий** выносящие протоки семенников соединяются с мочеточником (вольфов канал), функционирует как семяпровод, и впадает в клоаку. У самок яйца из яичника выпадают в полость тела и через яйцеводы (мюллеровы каналы) выводятся наружу через клоаку. У всех высших позвоночных (амниоты) оплодотворение внутреннее.

У *рептилий и птиц* половые железы закладываются парные, но потом развиваются неравномерно и функционируют или левые железы, или правые.

У *плацентарных млекопитающих* происходит усложнение половой системы, что связано с развитием матки и питанием зародыша за счет организма матери через плаценту. Матка образуется за счет расширения задней части яйцеводов и срастание их в один непарный орган.

Появляется сложная система дополнительных желез у самцов – семенные пузырьки, предстательная железа и копулятивные органы. Половые железы млекопитающих развиваются вначале в туловищном отделе, а потом перемещаются в тазовую часть. Яичники остаются в задней части брюшной полости, а семенники опускаются из брюшной полости через паховый канал во внешний мешкообразный выступ – мошонку.

**Врожденные пороки развития репродуктивной системы, которые имеют онтофилогенетические предпосылки:** иногда наблюдается отклонения от нормального развития: один из семенников может не опуститься в мошонку, а остаётся в брюшной полости (крипторхизм). Это приводит к нарушению функций семенников. При выявлении у ребенка крипторхизма необходимо хирургическое вмешательство.

При нарушении эмбрионального развития у человека редко встречается развитие желез обоих полов (истинный гермафродитизм). Иногда наблюдаются отличия в строении внутренних и внешних половых органов (ложный гермафродитизм).

## **Биосфера**

**Биосфера** – оболочки Земли, населенные живыми организмами.

По определению В.И. Вернадского – оболочки Земли с  $t$  от  $+50^{\circ}$  до  $-50^{\circ}\text{C}$ , давлением в 1 атм.

Единицей биосферы является *биогеоценоз*. Это динамически устойчивые, исторически сложившиеся сообщества живых организмов на определенной территории обитания.

Это высшие уровни организации живого, обеспечивающие существование и поддержание жизни на Земле. Основной особенностью живых организмов является непрерывная связь с окружающей средой (живой и неживой природой).

Наука, изучающая закономерности взаимоотношений организмов или групп организмов со средой, называется экологией.

Совокупность условий, в которых обитает тот или иной организм называется средой обитания.

Основными общими условиями существования любых организмов является

наличие: жизненной среды (вода), биогенных элементов, поступления лучистой энергии в диапазоне  $+50^{\circ}$  -  $-50^{\circ}\text{C}$ .

По наличию средств поддержания жизни среда бывает:

- 1). Минимальной – охватывает необходимые для жизни материальные и энергетические ресурсы (свет, пища, вода), независимо от того, все ли их свойства воспринимаются организмом.
- 2). Физиологической – включает минимальные и другие не необходимые, но действенные факторы – наличие врагов, конкурентов, паразитов, плотность популяции.
- 3). Экологической – включает минимальные, физиологические и факторы, косвенно влияющие на организм. Например, урожайность пастбища для хищников увеличивает численность его жертв (лиса – грызуны).

**Экологические факторы** – это элементы среды, которые влияют на организм.

В экологии выделяют три основных группы факторов:

- абиотические – элементы неживой природы (свет, давление,  $t^{\circ}$ )
- биотические – взаимоотношение живых организмов между собой и продуктами их жизнедеятельности,
- антропогенные – человек и его социальная деятельность.

Каждый организм реагирует на воздействие факторов среды соответственно со своей генетической программой (эволюционно выработанной видом) и воспринимает не только фактор, но и величину его воздействия.

Экологическая возможность определяется наследственной нормой реакции по отношению к каждому отдельному фактору. Она характеризуется определенной широтой от  $\min$  до  $\max$ . Наиболее благоприятная величина воздействия фактора на организм –  $\text{optimum}$ .

Величина воздействия фактора, за пределами которой организм не выживает называется ограничивающим фактором (лимитирующим).

Широта экологических возможностей у вида различна для каждого фактора и зависит от пола, возраста, фазы развития.

По широте экологических возможностей (границ терпимости) различают эври- (широкие) и стено- (узкие) бионтные организмы.

При воздействии на организм все факторы взаимодействуют между собой. Для существования организма необходимо:

- 1) Наличие всех факторов и воздействие их в пределах экологических возможностей.
- 2) Наличие одного фактора в  $\text{opt}$  помогает лучше переносить неблагоприятные воздействия других факторов.
- 3) Наличие хотя бы одного ограничивающего фактора делает жизнь организма

невозможной.

Экология человека изучает закономерности взаимоотношений человека, популяции людей и всего человечества в целом с окружающей средой.

Её задачи:

1. Изучить законы биологической адаптации людей (заселение и освоение малокомфортных территорий, а это 54% суши, 71% всей планеты).
2. Регуляция численности популяций животных, растений, грибов, прокариот (управление численностью возбудителей болезней, переносчиков болезней, вредителей с\х культур).
3. Управление продукционным процессом (проблемы фотосинтеза, биотехнологии).
4. Развитие экологической индикации – определение масштабов влияния человека и прогнозирования их последствий на окружающую среду. Экологическая оценка проектов преобразования природы – шахты, водохранилища, города и др.
5. Экологический мониторинг – для рационального использования природной среды.

Мониторинг – система повторных, целенаправленных, интересующих человека наблюдений за параметрами среды в динамике (служба «гигиены воздуха», анализ питьевой воды, сточных вод, регуляция отлова морепродуктов в местах международного рыболовства).

Среда жизни людей включает в себя как природный, так и социальный компоненты.

Природный – эта часть живой и неживой природы, которая прямо или косвенно влияет на человечество, его группы и отдельных людей. Он определяет – принадлежность к расе, адаптивному типу, особенность генофонда популяции, генотип отдельного человека и его морфофизиологические характеристики.

Социальный – искусственный, материально – энергетический мир и культурно – психологический климат, намеренно или ненамеренно, сознательно или бессознательно создаётся самими людьми для личности, социальных групп и человечества в целом. Определяет принадлежность к определенному хозяйственно – культурному типу, нации, этносу.

Эти оба компонента и их факторы тесно переплетаются и воздействуют на человека опосредованно или непосредственно.

В таких условиях очень трудно установить критерий качества среды (opt°) с точки зрения её пригодности для полноценной жизни человека.

Согласно уставу ВОЗ – этим критерием служит состояние здоровья населения

как показатель полного физического и душевного благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов.

Для всех живых организмов среда определяет возможность их существования. Однако, приспособительные (адаптивные) реакции человека в ответ на воздействие среды опосредованы. Они носят подчиненный характер. Человек не изменяет свою биологическую природу, как другие организмы, а изменяет окружающую среду, приспособлявая её к себе.

Адаптация людей – это активный, биосоциальный процесс приспособления человека к окружающей среде, направленный на обеспечение, сохранение и продолжение нормальной жизнедеятельности, в том числе и социальной.

Все представители вида *H. sapiens* способны проявлять пластичность реакций в ответ на изменение условий внешней среды.

В характере взаимоотношений человеческих популяций со средой наблюдается несколько общих закономерностей:

1. Независимо от расовой и этнической принадлежности реакция организма на одни и те же воздействия среды проявляются в одном направлении.
2. Норма реакции – изменение признака идет в пределах, присущих экотипу.
3. Компенсаторные реакции – при ослаблении признаков физического развития (понижение веса тела, мускульной массы, обхвата груди; астеническом типе телосложения) наблюдается повышение в крови  $\gamma$  - глобулинов, вырабатывающих антитела в ответ на неблагоприятное воздействие.

Знание этих законов позволит гигиенистам разработать рекомендации по освоению новых мест обитания людей без ущерба для здоровья.

За время расселения представителей вида *H. sapiens* по земной суше, человеческий организм испытывал воздействие различных климатогеографических факторов, адаптировался к ним.

Так формировались определенные морфофизиологические особенности людей разных климатогеографических зон или определенные экологические типы.

Эко (адаптивный) тип – представляет собой норму биологических реакций на преобладающие условия обитания, и проявляются в комплексе морфофизиологических, биохимических и иммунных признаков, обуславливающих лучшую биологическую приспособленность к среде обитания. Адаптивный тип не зависит от расовой и социальной принадлежности.

В комплексе признаков экотипа различают общие и специфические элементы.

Общие – показатели костно-мускульной массы тела, уровень основного обмена веществ, количество иммунных белков в сыворотке крови.

Специфические – вырабатываются в ответ на преобладающие условия данной

зоны обитания (гипоксия, тепло, холод).

Сочетания общих и специфических элементов позволяет выделить следующие экотипы:

- тропический;
- высокогорный;
- континентальный;
- умеренный;
- аридный;
- арктический.

Особенности определенного экотипа формируются в эмбриогенезе и определяют его экологические возможности.

**Тропики** – высокая  $t^{\circ}$  и влажность окружающей среды, недостаток белка в пище и избыток витаминов, углеводов, макро- и микроэлементов. Наличие эндемических заболеваний.

Разнообразие ландшафтов и экологических условий.

В антропологическом плане живут представители всех основных рас. В характеристике тела наблюдается широкий размах изменчивости (великаны и пигмеи). Общее направление – население тропиков относительно более длинноного, уже таз и плечи, несколько уплощена грудная клетка, плотность тела снижается к югу. Основной обмен веществ 1300-1750 кКал, пониженное содержание холестерина в крови. Специфически удлинена форма тела – приспособление к высокой  $t^{\circ}$  и влажности. Увеличено количество потовых желез на 1 см<sup>2</sup> кожи, повышена интенсивность потоотделения. Специфическая регуляция водно-солевого обмена.

**Высокогорные области.** Выше 2000м – проживает 1,5% населения планеты, экстремальная зона. Понижено атмосферное давление, недостаток кислорода, холод, нарушение геохимического баланса, недостаток земли. Питание белковое, недостаток углеводов, дисбаланс микроэлементов. Антропологически встречаются все расы. Характерно повышение длины и веса тела, увеличение основного обмена веществ – 2000-2500 кКал. Основное приспособление к гипоксии (пониженное содержание O<sub>2</sub>). Это большее развитие длинных трубчатых костей скелета (увеличение костномозгового канала и выработки эритроцитов).

Увеличение содержания гемоглобина и эритроцитов усиливает насыщение крови кислородом.

**Зона умеренного климата.** Население живет большей частью в развитых странах. Уровень техногенности, культуры усиливает независимость морфофизиологических черт населения этих стран от воздействия природной

среды обитания. Питание белково-углеводное или углеводно-белковое, содержание макро- и микроэлементов зависит от района. Антропологически живут 2 расы: европеоидная и монголоидная (Камчатка и Командорские острова). Для населения характерно сужение вариабельности признаков. Большая массивность в строении тела, которая проявляется не только в увеличении веса и весоростовых показателей, но и в относительном укорочении нижних конечностей и увеличении обхватных размеров тела. Основной обмен веществ занимает промежуточное положение между Тропиками и Арктикой и составляет 1600-1850 кКал. Размеры скелета и уровень его минерализации зависит от содержания макро- и микроэлементов в воде и почве. Колебание изменения холестерина вдвое ниже, чем в тропиках.

**Аридный (пустыни и полупустыни).** Занимают 18% суши, здесь живет 4% населения. Экстремальные условия – высокая  $t^{\circ}$ , ультрафиолетовое и тепловое излучение, сухость воздуха, ветер, пыль. Перегрев и обезвоживание – основные причины стресса при акклиматизации. Однако, пустыни обитаемы с давних времен. Население концентрируется у источников воды. Наблюдается перепад  $t^{\circ}$  в течение суток воздуха -  $30^{\circ}$ , почвы -  $70^{\circ}$ . Обитают представители всех рас.

Для экотипа характерно – высокий рост, крайняя сухощавость – это увеличивает теплоотдачу. Понижен уровень основного обмена – 1200-1300 кКал. Понижен уровень холестерина в крови, уровень газообмена, снижено кровяное давление, но увеличена частота пульса, дыхания, имеется эффективная сосудодвигательная нервная регуляция потери тепла в течение суток.

**Арктический тип.** Арктика – 16% суши, 1% населения. Холод, длинная зима – 5-6 мес. Большое количество осадков, при невысокой  $t^{\circ}$ , увеличивает влажность, недостаток солнечной инсоляции, сильные ветры. Плотность населения  $0,01 \text{ чел/км}^2$ . Антропологически – монголоиды, некоторые сочетают черты монголоидов и европеоидов.

Питание жирно-белковое, белково-жировое, недостаток углеводов, витаминов и микроэлементов. У населения высокий прирост – 27,6 на 1000 чел., выживаемость – коэф.=2. В возрастной структуре – высокий процент детей до 10 лет, резкое снижение населения после 60 лет.

Характерна небольшая длина тела, относительно высокий рост, обхват груди, относительно велико развитие обезжиренной массы тела. Основной обмен веществ – 3000кКал. Цилиндрическая грудная клетка. Большой костномозговой канал трубчатых костей, повышение эритроцитов в крови. Повышенное содержание холестерина в крови говорит об обеспечении высокого уровня энергетического обмена (энергия получается при разложении

жира). Очень низкий диапазон variability признаков.

### **Перечень вопросов для самостоятельной работы**

1. Генная инженерия и биотехнология.
2. Жизнь клеток вне организма. Клонирование клеток Значение метода культуры тканей для медицины.
3. Современное состояние исследований генома человека. Генетические карты хромосом человека.
4. Онтогенез, его периодизация. Эмбриональное развитие, его этапы. Провизорные органы. Молекулярные та клеточные мех-мы дифференцировки.
5. Дифференцировка зародышевых листков и тканей. Эмбриональная индукция. Клонирование организмов и тканей.
6. Критические периоды эмбрионального развития человека. Тератогенные факторы среды.
7. Врождённые пороки развития, их современная классификация: наследственные, экзогенные, мультифакториальные; эмбриопатии та фетопатии; филогенетически обусловленные и нефилогенетические.
8. Постэмбриональное развитие человека и его периодизация. Нейрогуморальная регуляция роста и развития
9. Старение как этап онтогенеза. Теории старения. Понятие о геронтологии и гериатрии. Клиническая и биологическая смерть.
- 10.Регенерация органов и тканей. Виды регенерации. Значение проблемы регенерации в биологии и медицине. Особенности и значение регенеративных процессов у человека. Типичная и атипичная регенерация. Опухолевый рост.
- 11.Проблема трансплантации органов и тканей. Виды трансплантаций. Тканевая несовместимость и пути её преодоления.
- 12.Понятие о гомеостазе. Механизмы регуляции гомеостаза на разных уровнях организации жизни.
- 13.Охрана окружающей среды.
- 14.Особенности экологического состояния в Украине.
- 15.Ядовитые для человека растения и животные.

**Перечень практических навыков, которыми  
должен овладеть студент**

- техника микрокопирования;
- изготавливать временные микропрепараты;
- дифференцировать компоненты клеток;
- идентифицировать первичную структуру, количество аминокислот, молекулярную массу полипептида по структуре гена, который его кодирует;
- проанализировать последовательность этапов регуляции экспрессии генов;
- составить идиограмму хромосом человека;
- определить тип наследования менделирующих признаков человека;
- предвидеть генотипы и фенотипы потомков по генотипам родителей;
- исключить отцовство при определении групп крови родителей и ребёнка;
- рассчитать вероятность проявления наследственных болезней у потомков независимо от пенетрантности гена;
- построить и провести генеалогический анализ родословных с наследственной болезнью;
- рассчитать роль наследственности и условий среды в развитии признаков (по результатам близнецового анализа);
- установить генетический состав популяций людей;
- определить место биологического объекта в системе живой природы;
- обосновать принадлежность болезней человека к группе трансмиссивных и природно-очаговых;
- диагностировать на макро- и микропрепаратах возбудителей паразитарных болезней;
- определить видовую принадлежность возбудителей протозоозов;
- идентифицировать различные стадии жизненного цикла паразитов человека;
- обосновать методы лабораторной диагностики паразитарных болезней;
- определить видовую принадлежность гельминтов и их яиц;
- дифференцировать диагнозы инвазий при помощи лабораторных методов;
- определить видовую принадлежность переносчиков возбудителей инфекций.
- предвидеть влияние факторов окружающей среды на организм человека.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРОТОКОЛОВ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

- *Все рисунки и схемы необходимо делать карандашом*
- *При зарисовке объекта исследования необходимо соблюдать его форму, цвет, соотношение размеров его частей*
- *На рисунках необходимо делать обозначения, указанные в работе, а затем расшифровывать их*
- *Заполнять таблицы, делать подписи под рисунками и схемами необходимо ручкой*
- *В конце занятия протоколы подписываются преподавателем*
- *Занятие засчитывается в том случае, если протокол оформлен своевременно и по ВСЕМ ПРАВИЛАМ!*

**ЧАСТЬ – 2. ЗАДАНИЯ, КОТОРЫЕ СТУДЕНТЫ  
ВЫПОЛНЯЮТ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ**

## **ЗАНЯТИЕ № 1**

**1. Тема:** Молекулярно-генетический уровень организации жизни. Организация потока веществ и энергии. Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка.

**2. Актуальность темы.** Нуклеиновые кислоты обеспечивают процессы синтеза белка, а этим, в свою очередь, определяется характер обмена веществ, закономерности роста и развития, явления наследственности и изменчивости. Нарушения в структуре нуклеиновых кислот приводят к патологическим изменениям организма.

**3. Цель занятия.** Выучить структуру ДНК и строение разных видов РНК. Выучить принципы протекания основных молекулярно-генетических процессов в клетке: репликации и репарации. Выучить строение генов про- и эукариот.

**4. Задания для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.**

### **4.1 Теоретические вопросы к занятию:**

1. Понятие об обмене веществ. Ассимиляция и диссимиляция.
2. Закономерности поступления веществ в клетку (осмос, диффузия, ионные каналы, фагоцитоз, пиноцитоз).
3. Этапы энергетического обмена.
4. Строение и функции нуклеиновых кислот.
5. Генетический код и его свойства.
6. Биосинтез белка в клетке. Этапы биосинтеза.

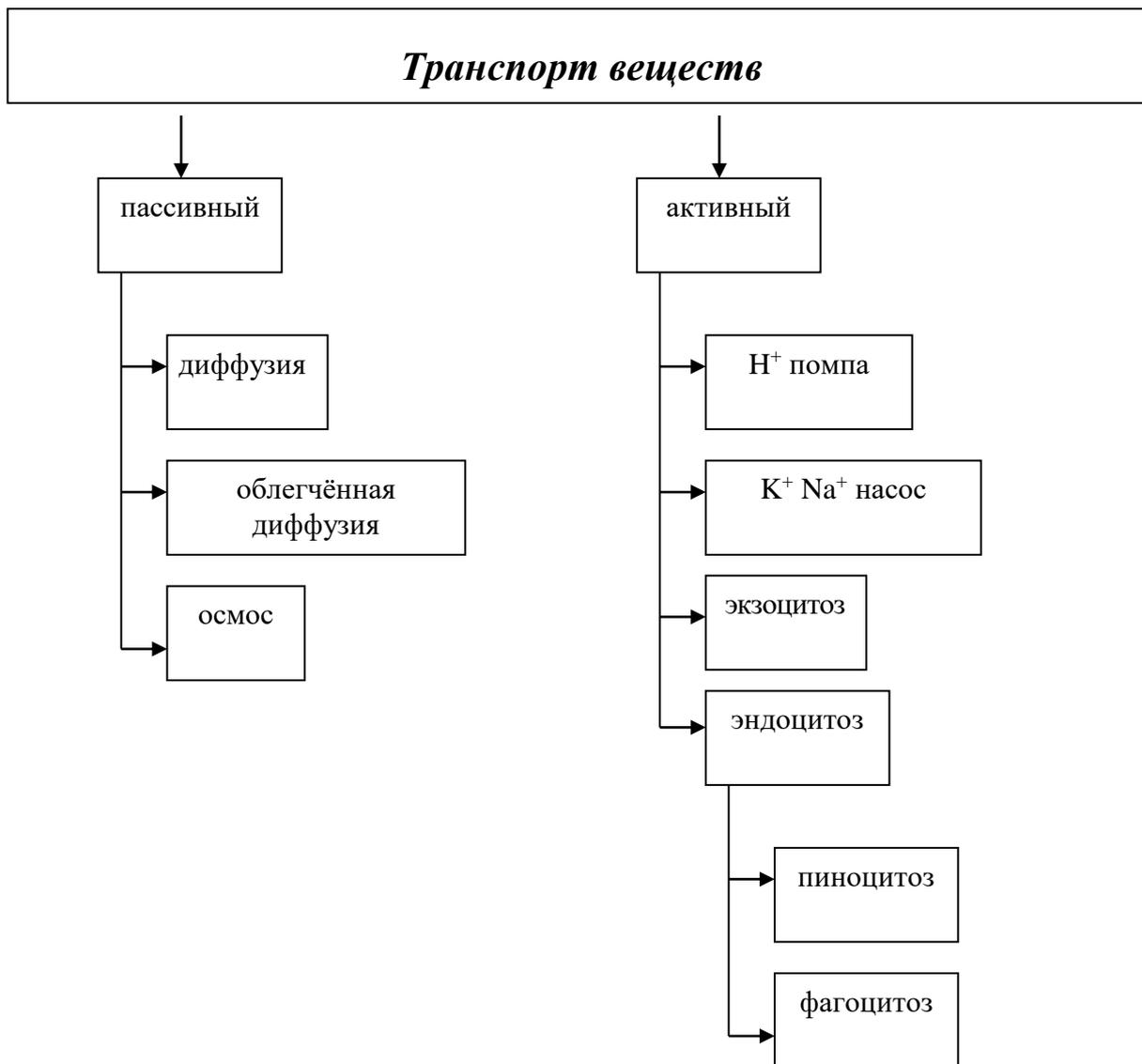
## **Протокол практического занятия**

Дата \_\_\_\_\_

### **Задание №1. Транспорт веществ.**

Рассмотрите схему, перенесите её в протокол, приведите примеры веществ,

которые транспортируются соответствующим способом.



**Задание №2. Этапы энергетического обмена.**

Заполните таблицу.

Этапы энергетического обмена	Локализация процесса в клетке и характерные изменения веществ	Количество АТФ
<i>Подготовительный</i>		
<i>Бескислородный</i>		

<i>Кислородный</i>		
--------------------	--	--

**Задание №3. Сравнительная характеристика нуклеиновых кислот.**

Заполните таблицу.

	<b>ДНК</b>	<b>РНК</b>
<i>Место нахождения в клетке</i>		
<i>Строение макромолекулы</i>		
<i>Состав нуклеотида</i>		
<i>Функции</i>		

**Задание №4. Этапы биосинтеза белка эукариот.**

Дайте название процессам и укажите где они происходят.

- |   |  |
|---|--|
| <b>1.</b> ДНК                                   | → про-и-РНК – ...                                  |
| <b>2.</b> про-и-РНК                             | → м-РНК – ...                                      |
| <b>3.</b> м-РНК                                 | → субъединицы рибосом – ...                        |
| <b>4.</b> т-РНК                                 | → амиисноацил т-РНК – ...                          |
| <b>5.</b> рибосома + м-РНК<br>+ аминоацил т-РНК | → полипептид – ...                                 |
| <b>6.</b> полипептиды                           | → специфические белки с различными функциями – ... |

**Задание №5. Решение задач.**

1. Некодирующая цепь молекулы ДНК имеет такое строение: ГАГ АГГ ЦГТ

ТГА ЦГГ. Определите строение соответствующей части молекулы белка, синтезированной при участии кодирующей цепи ДНК.

***Решение:***

2. Фрагмент кодирующей цепи ДНК имеет такой нуклеотидный состав: Г-Г-Г-Ц-А-Т-А-А-Ц-Г-Ц-Т. Определите последовательность расположения нуклеотидов во второй цепи ДНК и длину данного фрагмента молекулы ДНК (длина одного нуклеотида 0,34 нм). Какое содержание (у %) каждого нуклеотида в данном фрагменте?

***Решение:***

3. Определите молекулярную массу и длину гена, который содержит информацию о белке с молекулярной массой 28 0000 а.е.м. Молекулярная масса аминокислоты – 100 а.е.м., нуклеотида – 345 а.е.м.

***Решение:***

Дата и подпись преподавателя \_\_\_\_\_

Вопросы для обсуждения:

1. В искусственную питательную среду, где выращивались клетки, внесли меченый урацил. Через некоторое время он был обнаружен преимущественно в рибосомах и возле них. Дайте объяснение этому явлению.
2. В искусственную питательную среду, где выращиваются клетки, внесли раствор тимина с радиоактивной меткой. Через некоторое время метку обнаружили в ядрах. Как можно это объяснить?

### ***ЗАНЯТИЕ № 2***

**1. Тема: Размножение – универсальное свойство живого.**

**2. Актуальность темы.** Размножение – одно из основных свойств живого. С размножением клеток связан рост и обновление многих структур многоклеточного организма. Знания биологических основ размножения необходимы студентам при изучении ботаники и фармакогнозии. Человеку, как биологическому виду, свойственно половое размножение. Но, в отличие от животных, этот процесс имеет не только биологический характер, а и приобретает социальное значение. Знания биологических особенностей репродукции человека и влияния на неё социальных факторов очень важно для каждого человека.

**3. Цель занятия.** Изучить строение хромосом, методы исследования кариотипа человека и принципы классификации хромосом. Познакомиться с жизненным циклом клеток. Уметь анализировать изменения клеток и их структур во время жизненного цикла. Объяснить механизмы протекания мейоза I и мейоза II, их биологическое значение. Научиться трактовать особенности репродукции человека в связи с её биосоциальной сущностью; изучить механизм гаметогенеза, выяснить характерные отличительные черты ово- и сперматогенеза и особенности оплодотворения.

#### 4. Задания для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.

##### 4.1. Теоретические вопросы к занятию:

1. Хромосомы, их строение, классификация, функции. Понятие о кариотипе.
2. Жизненный и митотический цикл клеток, их периодизация.
3. Митоз, фазы митоза, характеристика. Биологическое значение митоза.
4. Размножение – основное свойство живого. Формы размножения.
5. Мейоз: цитологические и генетические закономерности. Значение мейоза.
6. Половые клетки. Строение, функции.
7. Гаметогенез: сперматогенез, овогенез.
8. Оплодотворение. Особенности репродукции человека.

#### Протокол практического занятия

Дата \_\_\_\_\_

##### Задание №1. Типы хромосом человека.

Изучите по микрофотографии метафазной пластинки из культуры лимфоцитов типы хромосом человека. Найдите все три типа, зарисуйте в протоколе по одной хромосоме каждого типа. Обозначьте центромеру, плечи, хроматиду.

##### Задание №2. Виды размножения.

Заполните таблицу.

Виды размножения		У кого происходит
<b>Бесполое:</b> • у <i>одноклеточных</i>	Митоз на 2 особи	
	Множественное деление (шизогония)	

	Почкование	
	Спорообразование	
• у <i>многоклеточных</i>	Почкование	
	Спорообразование	
	Полиэмбриония	
	Вегетативное	
<b>Половое:</b> • у <i>одноклеточных</i>	Конъюгация	
	Копуляция	
	а.	
	б.	
	в.	
• у <i>многоклеточных</i>	Копуляция (вид)	
	Партеногенез	

**Задание №3 Сравнительная характеристика митоза и мейоза.**

Заполните таблицу:

Фазы	Митоз	Мейоз	
		Первое деление	Второе деление
<i>Профаза</i>			
<i>Метафаза</i>			
<i>Анафаза</i>			
<i>Телофаза</i>			

<i>Для каких клеток характерен</i>			
<i>Количество клеток, которые образуются</i>			

**Задание №4. Морфология половых клеток.**

Рассмотрите микропрепараты среза яичника и сперматозоиды млекопитающих. Зарисуйте яйцеклетку и сперматозоид.

Дата и подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**Вопросы для обсуждения:**

1. Во время нарушения митоза в клетке (культура ткани человека) хроматиды одной из хромосом не разошлись в дочерние ядра, а попали в одно ядро. Сколько хромосом будет в ядрах дочерних клеток?
2. В ядре соматической клетки человека 46 хромосом. Сколько хромосом будет в клетке на стадии завершения телофазы митоза? Изменится ли масса ДНК и объём генетической информации?
3. В ядре клетки кожи человека 46 хромосом. Сколько хромосом будет в клетке на стадии анафазы митоза?
4. К какой форме размножения относится полиэмбриония, встречается ли она у

человека?

5. Двое мужчин (монозиготные близнецы) вступили в брак с двумя женщинами (тоже монозиготные близнецы). В каждой семье родилось по мальчику. Будут ли они похожи друг на друга, как монозиготные близнецы?

### ***ЗАНЯТИЕ №3***

**1. Тема: Закономерности наследования признаков**

**2. Актуальность темы.** Одним из важных разделов биологии является генетика. Генетика тесно связана с медициной. Известно более двух тысяч наследственных болезней и аномалий развития. Их изучают на молекулярном, клеточном уровнях, на уровне организма и популяции людей. Следствием взаимодействия генов является формирование фенотипических особенностей организмов. Признаки, сцепленные с полом, наследуются по особым законам, поэтому это важно при изучении наследственных болезней. Открытие и изучение явления сцепленного наследования генов имеет фундаментальное значение для развития генетики как науки. Его анализ имеет практическое значение в регулировании пола, биотехнологии, генной инженерии.

**3. Цель занятия.** Уметь анализировать закономерности наследования менделирующих признаков у организмов. Знать основные виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов. Знать проявление признаков при различных типах наследования групп крови по антигенной системе АВ0 – проявление множественного аллелизма. Уметь применять знания о формах взаимодействия генов для прогнозирования генотипов и фенотипов в последующих поколениях. Уметь интерпретировать механизм генетического определения пола как менделирующего признака человека. Знать особенности наследования признаков, сцепленных с полом. Уметь определять вероятность проявления признаков у потомков при полном и неполном сцеплении генов. Научиться решать генетические задачи.

**4. Задания для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.**

**4.1 Теоретические вопросы к занятию:**

- 1 Генетика. Метод гибридологического анализа.
- 2 Законы Менделя и их цитологические основы.
- 3 Типы взаимодействия генов.
- 4 Множественные аллели. Наследование групп крови системы АВ0 у человека.
- 5 Плейотропия.
- 6 Типы хромосомного определения пола.
- 7 Наследование сцепленное с полом.
- 8 Полное и неполное сцепление в экспериментах Т. Моргана.
- 9 Основные положения хромосомной теории наследственности.

### **Протокол практического занятия**

Дата \_\_\_\_\_

#### **Задание №1. Решение задач.**

1. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым. Гетерозиготная кареглазая женщина вышла замуж за гетерозиготного кареглазого мужчину. Определите вероятность рождения у них голубоглазого ребёнка.

***Решение:***

2. Серповидно-клеточная анемия – признак с неполным доминированием. Гомозиготные индивидуумы рано умирают, а гетерозиготные жизнеспособны и имеют особенную форму гемоглобина. Малярийный плазмодий не способен использовать для питания этот гемоглобин, поэтому гетерозиготы не болеют малярией. Какова вероятность рождения детей, неустойчивых к малярии, в семье, где оба родителя устойчивы к этой болезни?

***Решение:***

3. У нормальных родителей родился ребёнок – глухой и больной глаукомой. Определите генотипы родителей, если известно, что глухонемота и глаукома – рецессивные признаки.

*Решение:*

4. Резус-отрицательная женщина имеет четвёртую группу крови, а её резус-положительный муж – первую группу крови по системе АВ0. Может ли в этой семье родиться ребёнок с генотипом отца? Ответ обоснуйте.

*Решение:*

1. Нормальный слух у человека контролируется двумя несцепленными доминантными генами, один из которых отвечает за нормальное развитие

слухового нерва, а другой – за нормальное развитие ушной улитки. Двое глухонемых женятся, у них рождается трое детей с нормальным слухом. Определите генотипы родителей и детей. Какой это тип взаимодействия генов?

**Решение:**

1. У человека гемофилия наследуется как X-рецессивный признак. Дочь гемофилика собирается выйти замуж за сына другого гемофилика, причём молодожёны не болеют гемофилией. Определите вероятность рождения ребёнка, больного гемофилией, какого пола будет этот ребёнок?

**Решение:**

2. Сколько и какие типы кроссоверных и некроссоверных гамет образуется у особей с такими генотипами:

$$\text{a) } \frac{CB}{cb} ; \quad \text{b) } \frac{Cb}{cB} ,$$

если расстояние между генами В и С 8 морганид?

**Решение:**

Дата и подпись преподавателя \_\_\_\_\_

#### **ЗАНЯТИЕ № 4**

##### **1 Тема: Основы генетики человека**

**2 Актуальность темы:** Роль наследственных факторов в патологии человека за последнее время возросла, поэтому знания основ генетики человека необходимы в ежедневной работе провизора. Цитогенетический метод является одним из основных в работе медико-генетических консультаций. С его помощью определяют хромосомные болезни.

**3 Цель занятия.** Уметь пользоваться генеалогическим и близнецовым методами. Знать, какие болезни диагностируют биохимическими методами. Знать, как определять генетическую структуру разных групп населения. Уметь использовать возможности цитогенетического метода и знать меры уменьшения действия мутагенных факторов.

**4 Задания для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.**

##### **4.1 Теоретические вопросы к занятию:**

1. Основы антропогенетики и медицинской генетики.
2. Человек как объект генетических исследований.
3. Генеалогический метод изучения наследственности у человека.
4. Характеристика близнецового и биохимического метода исследований
5. Генные болезни
6. Цитогенетический метод:
7. Характеристика популяционно-статистического метода. Закон Д. Харди и В. Вайнберга.
8. Генетические основы хромосомных болезней.
9. Медико-генетическое консультирование. Профилактика наследственных болезней.

## Протокол практического занятия

Дата \_\_\_\_\_

### **Задание №1. Составление и анализ родословной.**

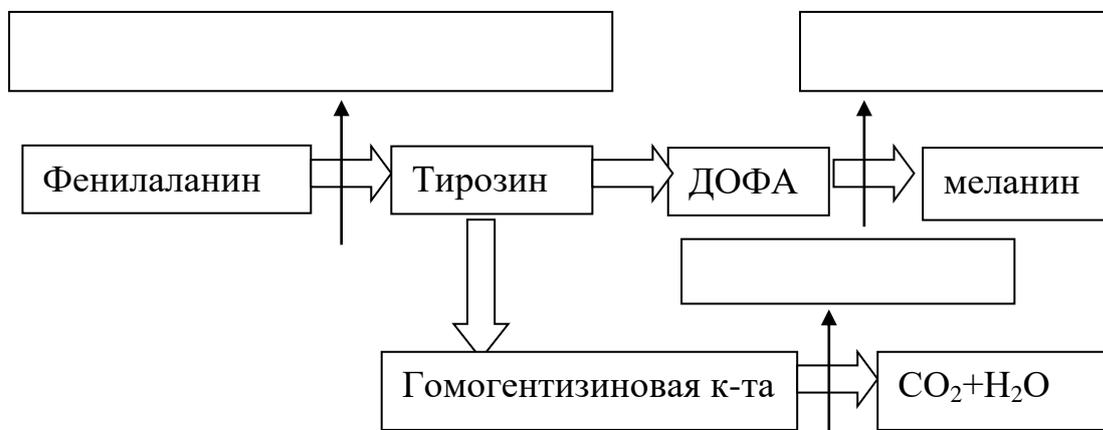
Используя генетическую символику, составьте и проанализируйте родословную по легенде.

Мужчина-дальтоник женат на здоровой двоюродной сестре, брат которой также дальтоник. Родители семейной пары здоровые. Их матери – родные сёстры. Дедушка мужчины больной, бабушка – здорова. У семейной пары четверо детей: одна дочь и сын больны, две дочери – здоровые. Больная дочь в браке со здоровым мужчиной родила двух больных сыновей и здоровую дочь. Спрогнозируйте, какие дети могут родиться от брака больного сына со здоровой женщиной.

### **Задание №2. Анализ нарушения аминокислотного обмена у человека как**

**результат генных мутаций.**

На схеме обозначьте болезни, к которым приводит нарушение обмена аминокислот.



**Задание №3. Хромосомные болезни.**

Заполните таблицу:

Синдром	Нарушение кариотипа	Фенотипы
<i>Дауна</i>		
<i>Патау</i>		
<i>Эдвардса</i>		
<i>„кошачьего крика”</i>		
<i>Клайнфельтера</i>		

<i>Шерешевского-Тернера</i>		
<i>„суперженщины”</i>		
<i>„супермужчины”</i>		

**Задание №4. Решение задач**

Решите задачи:

1. Определите частоту рецессивного гена голубых глаз в популяции, где 75% людей кареглазые.

***Решение:***

**Дата и подпись преподавателя** \_\_\_\_\_

**Вопросы для обсуждения:**

1. В одном роддоме родились однайцовые близнецы. По свидетельству доктора они имели одну плаценту. Можно ли утверждать, что они гомозиготные?
2. Изучено четыре поколения одной семьи по патологическому признаку (шестипалость). В трёх поколениях имеются индивидуумы с этой аномалией, в четвертом – нет. Можно ли утверждать, что в следующем поколении этот признак не повторится?
3. У больного обнаружена повышенная чувствительность к пенициллину (в

месте введения возникает покраснение, отёк, а потом нарушение сердечно-сосудистой системы). Можно ли отнести это заболевание к наследственной патологии? Какие профилактические мероприятия необходимо провести?

4. Родители ребёнка с синдромом Дауна обратились за советом в медико-генетическую консультацию. Как должен действовать врач-генетик? Проанализируйте возможные варианты.

5. К врачу обратились супруги, у которых родился ребёнок с расщелиной губы и неба. Их интересует, какой риск рождения второго ребёнка с таким пороком развития. Что должен выяснить врач, чтобы сделать прогноз?

6. У здоровой женщины – носительницы гена гемофилии на 9 неделе беременности при исследовании набора хромосом клеток ворсинок хориона обнаружен мужской кариотип. Какую рекомендацию беременной женщине даст генетик в медико-генетической консультации? Какой совет будет при беременности женским плодом?

## ***ЗАНЯТИЕ 5***

**1 Тема:** Биологические основы паразитизма и паразитарных болезней у человека.

**2 Актуальность темы.** Животный мир является компонентом экологической среды человека и поэтому необходимо уделить значительное внимание изучению жизненных циклов паразитов, разных форм взаимоотношений между ними и организмом человека, путей заражения, методов диагностики, профилактики инвазий. Изучение разных вопросов паразитологии важно еще и потому, что огромное количество паразитарных заболеваний очень распространено среди населения.

**3 Цель занятия.** Уметь оперировать основными понятиями паразитологии, классифицировать и определять основных представителей царства Животные, обосновать основные мероприятия личной и общественной профилактики.

**4 Задания для самостоятельной работы во время подготовки и проведения занятия.**

#### 4.1. Теоретические вопросы к занятию:

1 Основные понятия паразитологии.

2 Малярийный плазмодий – возбудитель малярии. Цикл развития, влияние на организм, диагностика и профилактика малярии.

3 Сосальщики – возбудители трематодозов человека (кошачий сосальщик).

4 Ленточные черви – возбудители цестодозов у человека (свиной цепень, эхинококк).

5 Круглые черви: аскарида человеческая, трихинелла. Морфология, цикл развития, диагностика и профилактика.

6 Клещи. Иксодовые, аргасовые. Чесоточный зудень, железница угревая. Морфология, жизненные циклы, медицинское значение.

7 Вши (головная, платяная). Морфология, жизненные циклы, медицинское значение.

8 Блохи. Особенности биологии, медицинское значение.

9 Комары. Эпидемиологическое значение.

10 Синантропные мухи. Морфология, жизненные циклы, эпидемиологическое значение. Методы борьбы и профилактики.

#### Протокол практического занятия

Дата \_\_\_\_\_

**Задание № 1. Характеристика и медицинское значение возбудителей и переносчиков болезней человека.**

Заполните таблицу:

Паразит	Место локализации на человеке	Эпидемиологическое и медицинское значение
<i>Малярийный плазмодий</i>		

<i>Вооруженный цепень</i>		
<i>Аскарида человеческая</i>		
<i>Чесоточный зудень</i>		
<i>Железница угревая</i>		
<i>Собачий клещ</i>		
<i>Головная вошь</i>		
<i>Платяная вошь</i>		
<i>Блоха человеческая</i>		
<i>Малярийный комар</i>		
<i>Комнатная муха</i>		

Дата

и

подпись

преподавателя \_\_\_\_\_

Вопросы для обсуждения:

1. В больницу попал больной с тяжелым нарушением работы желудочно-желудочного тракта. В жидком кале со слизью, выявлена кровь. При диагностике были найдены четырёхядерные цисты. Возможно ли однозначно поставить диагноз?
2. В г. Запорожье приехал больной тропической малярией, представляет ли он для других эпидемиологическую опасность?
3. В квартире держат кошку, у которой выявлен описторхоз. Могут ли от нее заразиться жители квартиры?
4. У больного наблюдалось повышение температуры, боль в мышцах, отёки век и лица. Как выяснилось, больной употреблял в пищу свинину. Какое заболевание можно предположить? Какие обследования необходимо назначить больному?
5. Яйца каких гельминтов можно обнаружить у детей методом перианального соскоба?
6. В детском саду при осмотре детей выявлена чесотка. Как предупредить распространение этого заболевания?
7. Группа путешественников попросилась переночевать в сельском доме с земляным полом. Ночью они обратили внимание на бескрылых прыгающих насекомых темного цвета со сплюсненным телом. Утром они обнаружили у себя на теле следы укусов. Что это за насекомые? Переносчиками каких болезней они могут быть?
8. Житель г. Запорожья через месяц после возвращения из Афганистана заболел. У него через каждые 48 часов появлялся озноб, и повышалась температура. В анамнезе больной отметил, что в командировке неоднократно ночью был укусан летающими насекомыми. Чем болен пациент? Укусами

каких насекомых передалась ему болезнь?

9. В городе Запорожье сотрудниками санэпидемстанции обнаружен больной малярией, который прибыл из Азербайджана. Составляет ли он эпидемиологическую угрозу и в каком случае?

### **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:**

**1. На каком уровне наблюдается наибольшее разнообразие форм жизни?**

- A. Молекулярно-генетическом
- B. Онтогенетическом
- C. Клеточном
- D. Биогеоценологическом
- E. Популяционно-видовом

**2. К немембранным органоидам клетки относят:**

- A. Органеллы вакуолярной системы
- B. Гранулярную ЭПС
- C. Рибосомы
- D. Комплекс Гольджи
- E. Агранулярную ЭПС

**3. Какое из перечисленных положений, которое дополнило клеточную теорию, принадлежит Р. Вирхову?**

- A. Ядро – обязательная структура клетки
- B. Каждая клетка ограничена мембраной
- C. Каждая клетка – от клетки
- D. Цитоплазма – главная структура клетки
- E. Оболочка клетки – её основная структура

**4. Под световым микроскопом в клетках сине-зеленой водоросли не было обнаружено структурно оформленного ядра. К какому типу организации клеток их можно отнести?**

- A. Прокариоты
- B. Эукариоты
- C. Вирусы
- D. Бактерии
- E. Бактериофаги

**5. Револьвер служит для переключения:**

- A. Объективов
- B. Окулярной линзы
- C. Ирисовой диафрагмы

D. Высоты тубуса над предметным столиком

E. Положения зеркала

**6. Назовите авторов клеточной теории:**

A. Р. Гук

B. Г. Харди и В. Вайнберг

C. М. Шлейден и Т. Шванн

D. А. Левенгук

E. Д. Уотсон и Ф. Крик

**7. Агранулярная ЭПС выполняет следующие функции:**

A. Хемосинтез

B. Синтез белков

C. Синтез нуклеиновых кислот

D. Синтез углеводов

E. Синтез рибосом

**8. Назовите особенности строения митохондрий:**

A. Ограничены одной мембраной

B. Имеют грани

C. Имеют выросты – тилакоиды

D. Имеют выросты – кристы

E. Имеют выросты – ламеллы

**9. Клетки прокариот:**

A. Имеют типичное ядро

B. Не имеют рибосом

C. Имеют лизосомы

D. Не имеют типичного ядра

E. Имеют пластиды

**10. Одномембранные органоиды – это:**

A. ЭПС, аппарат Гольджи

B. ЭПС, рибосомы

C. Митохондрии, лизосомы

D. Пластиды, рибосомы

E. Клеточный центр, рибосомы.

**11. Рецепторы представлены:**

A. Фибриллярными белками, которые имеют способность к сокращению

B. Трансмембранными белками со специфическим участком для связывания физиологически активных молекул

C. Глобулярными белками со специфическим участком для временного связывания веществ

D. Витаминами

E. Гормонами

**12. В каких органоидах клеток происходит подготовительный этап энергетического обмена?**

A. Лизосомах

B. Центриолях

C. Микротрубочках

D. Рибосомах

E. Митохондриях

**13. Структура клеточных мембран:**

A. Рыхлая, белковая

B. Жёсткая, целлюлозная

C. Жидкостно-мозаичная

D. Жёсткая, хитиновая

E. Эластичная, силиконовая

**14. Между слоями мембраны находятся:**

A. Водородные связи

B. Ковалентные связи

C. Пептидные связи

D. Ионные взаимодействия

E. Гидрофобные взаимодействия

**15. Ассимиляция – это:**

A. Совокупность реакций синтеза белка

B. Синтез АТФ

C. Совокупность реакций синтеза веществ, необходимых клетке

D. Окисление питательных веществ в клетке

E. Совокупность реакций, которые протекают с выделением энергии

**16. Процесс захватывания и поглощения клеткой жидкости вместе с растворёнными в ней веществами – это:**

A. Осмос

B. Диффузия

C. Фагоцитоз

D. Пиноцитоз

E. Фильтрация

**17. К надмембранным комплексам клеток животных относят:**

A. Клеточную стенку

B. Микротрубочки

C. Пелликулу

- D. Кутикулу
- E. Гликокаликс

**18. В процессе аэробного этапа энергетического обмена при расщеплении одной молекулы глюкозы образуется:**

- A. 36 молекул АТФ
- B. 38 молекул АТФ
- C. 2 молекулы АТФ
- D. 72 молекулы АТФ
- E. 4 молекулы АТФ

**19. Назовите виды пассивного транспорта:**

- A. Осмос и диффузия
- B. Диффузия и пиноцитоз
- C. Фагоцитоз и осмос
- D. Фильтрация и пиноцитоз
- E. Ионные насосы и осмос

**20. Как называется пространственное разделение клетки внутренними мембранами на отсеки, в которых одновременно проходят различные химические реакции?**

- A. Ассимиляция
- B. Инициация
- C. Диссимиляция
- D. Компартиментация
- Фрагментация

**21. Функции ДНК:**

- A. Синтез белка
- B. Триплетность
- C. Специфичность
- D. Сохранение наследственной информации
- E. Синтез углеводов

**22. Образование всех видов РНК в клетке осуществляется:**

- A. В ядре
- B. На рибосомах
- C. На мембранах ЭПС
- D. В пероксисомах
- E. В лизосомах

**23. Укажите вещества, которые входят в состав одного нуклеотида.**

- A. Пентоза, остаток фосфорной кислоты, азотистое основание
- B. Гексоза, остаток фосфорной кислоты, азотистое соединение

С. Аминокислота, фосфатная группа, тимин

Д. Триоза, азотистая кислота, урацил

Е. Тетроза, фосфатная группа, аденин

**24. Какое утверждение является верным? ДНК – это:**

А. Одноцепочечная, спирально закрученная молекула

В. Двухцепочечная, антипараллельная, линейная молекула

С. Двухцепочечная, параллельная, спирально закрученная молекула

Д. Двухцепочечная, антипараллельная, спирально закрученная молекула

Е. Одноцепочечная, линейная молекула

**25. В клетках человека под действием ультрафиолетового излучения произошло повреждение молекулы ДНК. Но при помощи специфического фермента повреждённый участок молекулы ДНК был восстановлен по неповреждённой цепи. Это явление называется:**

А. Репарация

В. Дупликация

С. Репликация

Д. Инициация

Е. Терминация

**26. Установлено, что последовательность триплетов нуклеотидов точно соответствует последовательности аминокислотных остатков в полипептидной цепи. Как называется такая особенность генетического кода?**

А. Коллинеарность

В. Избыточность

С. Триплетность

Д. Универсальность

Е. Неперекрываемость

**27. Длина одного нуклеотида вдоль оси ДНК - 0,34 нм. Какую длину имеет ген, кодирующий инсулин, если известно, что в его состав входит 51 аминокислота?**

А. 50 нм

В. 60 нм

С. 35 нм

Д. 75 нм

Е. 52 нм

**28. Почему генетический код универсальный?**

А. Содержит информацию о строении белка

В. Триплетный

- C. Единый для всех организмов
- D. Кодировать аминокислоты
- E. Коллинеарный

**29. Одна аминокислота кодируется:**

- A. Одним азотистым основанием
- B. Двумя азотистыми основаниями
- C. Тремя азотистыми основаниями
- D. Одним полипептидом
- E. Двумя полипептидами

**30. Две полинуклеотидные цепи ДНК соединяются между собой:**

- A. Пептидными связями
- B. Водородными связями
- C. Энергетическими связями
- D. Ионными связями
- E. Ковалентными связями

**31. В процессе транскрипции у эукариот происходит:**

- A. Синтез и-РНК
- B. Синтез полипептида
- C. Синтез углеводов
- D. Синтез про-и-РНК
- E. Репарация ДНК

**32. Назовите этапы синтеза белковой молекулы у эукариот:**

- A. Транскрипция, процессинг, трансляция, сплайсинг, посттрансляционная модификация
- B. Транскрипция, трансляция, посттрансляционная модификация, сплайсинг
- C. Транскрипция, процессинг, трансляция, посттрансляционная модификация
- D. Трансляция, транскрипция, процессинг, посттрансляционная модификация
- E. Транскрипция, трансляция, сплайсинг, процессинг, посттрансляционная модификация

**33. В каких органоидах клетки пептидная цепь превращается в белок?**

- A. Клеточный центр
- B. Лизосомы
- C. Вакуоли
- D. Пластиды
- E. Комплекс Гольджи

**34. Что такое комплекс инициации при трансляции?**

- A. Малая субъединица рибосомы + и-РНК + т-РНК – метионин
- B. Большая субъединица рибосомы + и-РНК – валин

- С. Малая субъединица рибосомы + т-РНК – метионин
- Д. Малая субъединица рибосомы + и-РНК + большая субъединица + лизин
- Е. Малая субъединица рибосомы + стартовый кодон и-РНК

**35. Клетки, которые принадлежат одному человеку, способны одновременно синтезировать разные белки. Это возможно потому что:**

- А. Синтезированные белки получают в процессе самосборки разную структуру
- В. Одновременно в клетках транскрибируются различные участки ДНК
- С. Клетки одного организма имеют разную ДНК
- Д. В клетках постоянно происходят разные мутации
- Е. В клетках одного организма по-разному происходит синтез белка.

**36. Определите антикодоны для т-РНК, которые участвуют в синтезе белка, кодированного таким фрагментом ДНК: АЦГ ГГТ АТГ**

- А. ТГЦ ЦЦА ТАЦ
- В. УГЦ ЦЦА УАЦ
- С. АЦГ ГГТ АТГ
- Д. АЦГ ГГУ АУГ
- Е. ГТГ ЦУЦ ААУ

**37. Аминокислотные остатки в полипептиде соединяются связью:**

- А. Водородной
- В. Ионной
- С. Пептидной
- Д. Дисульфидной
- Е. Макроэргической

**38. Транскрипция происходит в:**

- А. Цитоплазме
- В. Ядре
- С. Ядрышке
- Д. Мембранах ЭПС
- Е. Рибосомах

**39. Элонгация трансляции – это процесс:**

- А. Удлинения и-РНК
- В. Удлинения полинуклеотидной цепи
- С. Присоединения рибосом
- Д. Удлинения пептидной цепи
- Е. Сборки рибосом

**40. Как называется процесс созревания РНК?**

- А. Сплайсинг
- В. Элонгация

- С. Терминация
- Д. Модификация
- Е. Процессинг

**41. Какой вид хроматина функционально активный в интерфазной клетке?**

- А. Факультативный гетерохроматин
- В. Конститутивный гетерохроматин
- С. Эухроматин
- Д. У-хроматин
- Е. Х-хроматин

**42. На какой стадии клеточного цикла гомологичные хромосомы достигают полюсов клетки, деконденсируются, возле них формируется ядерная оболочка, восстанавливается ядрышко?**

- А. Профаза
- В. Метафаза
- С. Телофаза
- Д. Прометафаза
- Е. Анафаза

**43. Участки хромосом, к которым присоединяются нити веретена деления, называют:**

- А. Плечо
- В. Теломера
- С. Кинетохор
- Д. Вторичная перетяжка
- Е. Спутник

**44. Какое количество хромосом в кариотипе женщины?**

- А. 23
- В. 46
- С. 24
- Д. 48
- Е. 92

**45. В культуре клеток злокачественной опухоли наблюдали деление клеток, при котором ядро поделилось путём образования перетяжки без образования ахроматинового аппарата. Такое деление называется:**

- А. Политения
- В. Мейоз
- С. Митоз
- Д. Эндомитоз
- Е. Амитоз

**46. В какой период митотического цикла происходит удвоение ДНК?**

- A. Интерфаза
- B. Телофаза
- C. Профаза
- D. Метафаза
- E. Анафаза

**47. К какому типу клеток по способности к делению относятся клетки печени?**

- A. Стабильные
- B. Генеративные
- C. Растущие
- D. Обновляющиеся
- E. Соматические

**48. Каков набор генетического материала на стадии анафазы митоза?**

- A.  $2n2c$
- B.  $n2c$
- C.  $2n4c$
- D.  $4n4c$
- E.  $nc$

**49. Как называется фаза митотического цикла, на которой изучают кариотип человека?**

- A. Интерфаза
- B. Анафаза
- C. Цитокинез
- D. Телофаза
- E. Метафаза

**50. На какой стадии митотического цикла хромосомы расходятся к полюсам клетки?**

- A. Анафаза
- B. Телофаза
- C. Интерфаза
- D. Метафаза
- E. Профаза

**51. В какой фазе мейоза происходит конъюгация гомологичных хромосом?**

- A. Лептонема профазы-1
- B. Профаза-2
- C. Зигонема профазы-1
- D. Метафаза-1

Е. Диакинез профазы-1

**52. Какое количество генетического материала в телофазе -1 мейоза?**

- A.  $nc$
- B.  $2n4c$
- C.  $n2c$
- D.  $4n4c$
- E.  $2n2c$

**53. В анафазе-1 мейоза на каждом полюсе клетки человека находится:**

- A. 46 хромосом, 92 молекулы ДНК
- B. 92 хромосомы, 92 молекулы ДНК
- C. 23 хромосомы, 46 молекул ДНК
- D. 92 хромосомы, 46 молекул ДНК
- E. 46 хромосом, 46 молекул ДНК

**54. В ядре соматической клетки мушки дрозофилы – 8 хромосом. Сколько хромосом будет в клетке на стадии анафазы-2?**

- A. 8
- B. 16
- C. 4
- D. 32
- E. 64

**55. Назовите способы полового размножения:**

- A. Конъюгация и шизогония
- B. Партеногенез и фрагментация
- C. Почкование и стробиляция
- D. Конъюгация и копуляция
- E. Полиэмбриония и копуляция

**56. В каких клетках человека происходит первое мейотическое деление?**

- A. Овогониях
- B. Сперматоцитах первого порядка
- C. Сперматидях
- D. Овотидах
- E. Сперматогониях

**57. На какой стадии сперматогенеза происходит мейоз?**

- A. Размножения
- B. Роста
- C. Формирования
- D. Созревания
- E. Не происходит

**58. Как называется стадия профазы-1 мейоза, на которой первичные овоциты находятся в состоянии покоя до полового созревания?**

- А. Диплонема
- В. Пахинема
- С. Лептонема
- Д. Диктионема
- Е. Диакинез

**59. Как называются клетки и какой они имеют генетический материал в зоне размножения при сперматогенезе?**

- А. Сперматиды,  $2n2c$
- В. Первичные сперматоциты,  $n2c$
- С. Сперматогонии,  $2n2c$
- Д. Первичные сперматоциты,  $2n4c$
- Е. Вторичные сперматоциты,  $n2c$

**60. Сколько яйцеклеток образуется из 100 овогоний?**

- А. 100
- В. 50
- С. 200
- Д. 300
- Е. 400

**61. Дискретные единицы наследственности предложил называть генами:**

- А. Г. Мендель
- В. В. Йогансен
- С. Т. Морган
- Д. Г. де Фриз
- Е. У. Бэтсон

**62. Генотип – это:**

- А. Система генов данного организма
- В. Совокупность внешних и внутренних признаков организма
- С. Гаплоидный набор хромосом
- Д. Сумма генов организма
- Е. Сумма генов в аутосомах

**63. При скрещивании двух гомозиготных особей, которые отличались по нескольким альтернативным признакам, все гибриды оказались одинаковыми по генотипу и фенотипу. Какая это закономерность?**

- А. закон Менделя
- В. II закон Менделя
- С. Закон «чистоты» гамет

Д. III закон Менделя

Е. Закон Моргана

**64. Фенотип – это:**

А. Система внешних и внутренних признаков и свойств организма, которые формируются в онтогенезе

В. Диплоидный набор соматической клетки организма

С. Система генов данного организма

Д. Признаки, которые обуславливаются аутосомными генами

Е. Признаки, которые обуславливаются генами половых хромосом

**65. Участок хромосомы, в которой расположен ген, называется:**

А. Антикодоном

В. Локусом

С. Кодоном

Д. Центромерой

Е. Нуклеотидом

**66. Сколько типов гамет может образовать организм с генотипом AaBBcc, если гены расположены в разных парах хромосом?**

А. 1

В. 2

С. 4

Д. 8

Е. 16

**67. Основной метод генетики:**

А. Генеалогический

В. Близнецовый

С. Популяционно-статистический

Д. Цитогенетический

Е. Гибридологического анализа

**68. При каком скрещивании у потомков проявляется рецессивный признак?**

А. AaBb × aaBb

В. AA × aa

С. AaBb × aabb

Д. Aa × aa

Е. Aa × AA

**69. Укажите гетерозиготный организм:**

А. AaBbCC

В. AaBbCC

С. ААВВСС

Д. ааввсс

Е. ааввСС

**70. Совокупность генов всех особей в популяции – это:**

А. Генотип

В. Геном

С. Генофонд

Д. Кариотип

Е. Фенотип

**71. Наследование серповидно-клеточной анемии у человека происходит по типу:**

А. Полного доминирования

В. Неполного доминирования

С. Эпистаза

Д. Комплементарности

Е. Кодоминирования

**72. Наследование крови по резус-фактору происходит по типу:**

А. Доминантного эпистаза

В. Рecessивного эпистаза

С. Комплементарности

Д. Полимерии суммарной (кумулятивной)

Е. Полимерии однозначной

**73. К плейотропным признакам у человека относятся:**

А. Болезнь Марфана

В. Наследственная глухота

С. Праворукость

Д. Полидактилия

Е. Гемофилия

**74. Аллельные гены – это гены, которые:**

А. Расположены в разных хромосомах

В. Расположены в X и Y хромосомах

С. Расположены в разных локусах гомологичных хромосом

Д. Расположены в одинаковых локусах гомологичных хромосом

Е. Расположены в одной хромосоме

**75. Укажите взаимодействие между аллельными генами:**

А. Комплементарность

В. Эпистаз доминантный

С. Неполное доминирование

D. Полимерия

E. Эпистаз рецессивный

**76. Каким будет расщепление при скрещивании дигетерозигот, если один доминантный неаллельный ген дополняет действие другого?**

A. 9:6:1

B. 13:3

C. 12:3:1

D. 15:1

E. 3:1

**77. Подавление одного доминантного неаллельного гена другим доминантным геном называется:**

A. Плейотропией

B. Полиплоидией

C. Эпистазом

D. Комплементарностью

E. Полимерией

**78. При скрещивании серых кроликов в потомстве произошло расщепление в соотношении 9/16 серых : 4/16 белых : 3/16 чёрных. Это пример:**

A. Эпистаза

B. Комплементарности

C. Плейотропии

D. Полимерии

E. Кодоминирования

**79. Какую группу крови будет иметь ребёнок у гомозиготных родителей со второй и третьей группой крови?**

A. I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>

B. ii

C. I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>

D. I<sup>B</sup>i

E. I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>

**80. У родителей первая и четвёртая группы крови. Какие группы крови могут быть у их детей?**

A. Первая и вторая

B. Первая и четвёртая

C. Вторая и третья

D. Только четвёртая

E. Только первая

**81. Как передаются потомкам доминантные гены, которые находятся в X-хромосоме?**

- A. От отца только дочерям
- B. От отца только сыновьям
- C. От матери только дочерям
- D. От матери только сыновьям
- E. передаются всем детям независимо от пола

**82. Как наследуется дальтонизм?**

- A. Сцепленный с X-хромосомой доминантный ген
- B. Аутомсомный рецессивный ген
- C. Сцепленный с X-хромосомой рецессивный ген
- D. Аутомсомный доминантный ген
- E. Сцепленный с Y-хромосомой ген

**83. Какое хромосомное определение пола у человека?**

- A. ♀ AA + XX; ♂ AA + XY
- B. ♀ AA + XY; ♂ AA + X0
- C. ♀ AA + X0; ♂ AA + XX
- D. ♀ AA + XY; ♂ AA + XX
- E. ♀ 2n; ♂ n

**84. Какой из этих признаков принадлежит к признакам ограниченных полом?**

- A. Гемофилия
- B. Альбинизм
- C. Гипертрихоз
- D. Низкий тембр голоса
- E. Дальтонизм

**85. Мужчина-дальтоник женится на женщине с нормальным цветовым зрением, у которой отец был дальтоником. Какое зрение будет у их детей?**

- A. Все девочки будут здоровы
- B. Все мальчики будут здоровы
- C. Половина мальчиков и девочек будут здоровы
- D. 25% детей будут больными
- E. 25% детей будут здоровыми

**86. Какое хромосомное определение пола у птиц?**

- A. ♀ AA + XX; ♂ AA + XY
- B. ♀ AA + XY; ♂ AA + X0
- C. ♀ AA + X0; ♂ AA + XX
- D. ♀ AA + XY; ♂ AA + XX

Е. ♀2n; ♂n

**87. У каких организмов условия среды способствуют превращению самок в самцов?**

- А. Иксодовый клещ
- В. Воробей
- С. Обезьяна
- Д. Печёночный сосальщик
- Е. Боннелия

**88. Какова вероятность рождения больного ребёнка от больного гемофилией отца и матери-носительницы гена гемофилии?**

- А. 0%
- В. 10%
- С. 25%
- Д. 50%
- Е. 100%

**89. У здоровых родителей родился сын дальтоник. Какова вероятность рождения девочки дальтоника?**

- А. 0%
- В. 10%
- С. 25%
- Д. 50%
- Е. 100%

**90. Как называются признаки, расположенные в У-хромосоме?**

- А. Кодоминантные
- В. Плейотропные
- С. Голандрические
- Д. Мужские
- Е. Независимые

**91. Что такое группа сцепления?**

- А. Доминантные и рецессивные аллели
- В. Только доминантные аллели
- С. Только рецессивные аллели
- Д. Все гены одной хромосомы
- Е. Гены, которые кодируют альтернативные признаки.

**92. Какое скрещивание даёт возможность определить расстояние между генами в группе сцепления?**

- А. Моногибридное
- В. Анализирующее

- C. Дигибридное
- D. Полигибридное
- E. Тригибридное

**93. Расстояние между генами В и k составляет 10 % кроссинговера. Какова вероятность образования гамет ВК у особи с генотипом ВbKk?**

- A. 0%
- B. 10%
- C. 5%
- D. 45%
- E. 50%

**94. Какое соотношение мух дрозофил было в классическом опыте Т.Моргана?**

- A. 25%:25%:25%:25%
- B. 44%:6%:44%:6%
- C. 48,5%:1,5%:1,5%: 48,5%
- D. 41,5%:8,5%:8,5%: 41,5%
- E. 31,5%:18,5%:18,5%: 31,5%

**95. Сколько и какие типы гамет образуются у особи АaВв, если расстояние между генами А и В 20 морганид?**

- A. 50% АВ; 50% ав
- B. 25% АВ; 25% Ав; 25% аВ; 25% ав
- C. 50% Ав; 50% аВ
- D. 40% АВ; 10% Ав; 10% аВ; 40% ав
- E. 40% Ав; 40% АВ; 10% ав; 10% аВ

**96. Что происходит при образовании гамет в результате неполного сцепления генов?**

- A. Конъюгация
- B. Транслокация
- C. Мутация
- D. Процессинг
- E. Кроссинговер

**97. Сколько типов гамет образует организм СсDd при полном сцеплении генов?**

- A. 1
- B. 2
- C. 4
- D. 6
- E. 8

**98. У дигетерозиготной особи гены В и d сцеплены. Какие некроссоверные гаметы может образовывать этот организм?**

- A. Bd, vD
- B. Bd, BD
- C. BD, vd
- D. BD, vD
- E. vd, Bd

**99. У дрозофилы расстояние между генами В и С – 12 морганид. Какова вероятность появления потомства с генотипом ВвСс при скрещивании ВвСс × ввсс?**

- A. 12%
- B. 0%
- C. 6%
- D. 50%
- E. 44%

**100. У мыши расстояние между генами А и С – 20% кроссинговера. Какова вероятность появления потомства с генотипом АаСс при скрещивании АаСс × аасс?**

- A. 20%
- B. 0%
- C. 10%
- D. 50%
- E. 40%

**101. Известно, что некоторые лекарства по величине мутагенного потенциала не уступают ионизирующей радиации и могут вызывать полный спектр мутаций. К какой группе экологических факторов относятся такие лекарства?**

- A. Биологических
- B. Физических
- C. Химических
- D. Антропогенных
- E. Техногенных

**102. Как называется организм, если в его клетках из диплоидного набора хромосом выпадают две гомологичные хромосомы?**

- A. Гаплоидный
- B. Трисомик
- C. Моносомик
- D. Нулосомик

Е. Полисомик

**103. Модификационная изменчивость связана с изменением:**

- А. Гена
- В. Генома
- С. Генотипа
- Д. Фенотипа
- Е. Кариотипа

**104. Мутации:**

- А. Возникают массово
- В. Не приводят к изменению генотипа
- С. Приводят к изменению генотипа
- Д. Всегда наследуются потомками
- Е. Всегда имеют приспособительный характер

**105. Генные мутации – это изменение:**

- А. Структуры хромосом
- В. Порядка нуклеотидов в ДНК
- С. Количества половых хромосом
- Д. Расположения гетерохроматина
- Е. Количества аутосом

**106. Генеративные мутации наследуются при размножении:**

- А. Спорами
- В. Половым путём
- С. Бесполом путём
- Д. Вегетативно
- Е. Партеногенезом

**107. Какой тип хромосомных мутаций часто не влияет на фенотип?**

- А. Делеция
- В. Дупликация
- С. Инверсия
- Д. Транслокация
- Е. Нехватка

**108. Как называются мутации, которые возникают в соматических клетках?**

- А. Нейтральные
- В. Летальные
- С. Генеративные
- Д. Соматические
- Е. Индуцированные

**109. Какие генные мутации фенотипически проявляются только в гомозиготном состоянии?**

- A. Доминантные
- B. Рецессивные
- C. Нейтральные
- D. Летальные
- E. Спонтанные

**110. Что является механизмом комбинативной изменчивости?**

- A. Кроссинговер
- B. Модификация
- C. Мутация
- D. Трансляция
- E. Процессинг

**111. После анализа родословной врач-генетик установил: признак проявляется в каждом поколении, женщины и мужчины наследуют признак одинаково часто, родители в одинаковой мере передают признаки своим детям. Определите тип наследования признака?**

- A. Аутосомно-доминантный
- B. Аутосомно-рецессивный
- C. X-сцепленное доминантное наследование
- D. X-сцепленное рецессивное наследование
- E. Y-сцепленное наследование

**112. Голландрические признаки наследуются:**

- A. Аутосомно-доминантно
- B. Аутосомно-рецессивно
- C. Сцепленно с «У» хромосомой
- D. Сцепленно с «Х» хромосомой доминантно
- E. Сцепленно с «Х» хромосомой рецессивно

**113. На изображении родословной квадрат, возле которого нарисована стрелка, обозначает:**

- A. Пробанд женского пола
- B. Пробанд мужского пола
- C. Ребёнок, который родился мёртвым
- D. Выкидыш
- E. Ребёнок, носитель признака

**114. Укажите признаки, которые характерны для X-сцепленного рецессивного типа наследования:**

- A. Встречается только у мужчин

В. Все фенотипически здоровые дочери больных отцов являются носителями гена, который обуславливает развитие болезни.

С. Больные мужчины передают рецессивный аллель гена 50% сыновей.

Д. Встречается преимущественно у женщин

Е. Больные мужчины передают рецессивный аллель гена 100% сыновей

**115. Близнецовый метод применяют для определения:**

А. Нарушений генотипа организма

В. Нарушений фенотипа организма

С. Гетерозиготности пробанда

Д. Генетической структуры популяции

Е. Роли наследственности и среды в формировании признака

**116. Кто был основоположником близнецового метода исследования?**

А. Г. Мендель

В. Г. де Фриз

С. Т. Морган

Д. Ф. Гальтон

Е. А. Вейсман

**117. Каков будет коэффициент Хольцингера, если изменчивость в популяции обусловлена наследственностью?**

А. 0

В. 0,3

С. 0,5

Д. 1

Е. 2

**118. Как называется исходное лицо, родословная которого изучается?**

А. Фигурант

В. Пробанд

С. Личность

Д. Больной

Е. Особь

**119. Сибсы – это:**

А. Исследуемые организмы

В. Потомки

С. Родные братья и сёстры

Д. Родители

Е. Выкидыши

**120. Как наследуется признак, если он не передаётся от отца к сыновьям, но проявляется чаще у мужчин?**

- A. Аутосомно-доминантно
- B. Аутосомно-рецессивно
- C. X-доминантно
- D. X-рецессивно
- E. Через У хромосому

**121. ДНК-анализ – это:**

- A. Комплекс профилактических мер, направленных на предупреждение развития заболеваний у ребёнка после рождения
- B. Комплекс обследований, по которому диагностируют заболевания у эмбриона и плода
- C. Определение нарушения химической структуры гена
- D. Комплекс диагностических исследований, по которому прогнозируют здоровье будущего ребёнка в семьях с отягощенной наследственностью
- E. Комплекс обследований, по которому определяют влияние среды на генотип

**122. Объектами для проведения биохимической диагностики наследственной патологии могут быть:**

- A. Моча
- B. Дуоденальное содержимое
- C. Культура лимфоцитов
- D. Ороговевший эпителий кожи
- E. Клетки буккального эпителия

**123. Методами диагностики дезморфогенезов являются:**

- A. Близнецовый
- B. Генеалогический
- C. Клинический осмотр больного
- D. Генетика соматических клеток
- E. Моделирования

**124. Наличие мутантного гена можно установить с помощью такого метода генетики:**

- A. Цитогенетического
- B. Определения X-хроматина
- C. Дерматоглифики
- D. Генеалогического
- E. Биохимического

**125. Отец и мать здоровы, но имеют ребёнка больного галактоземией. Каков генотип родителей?**

- A. AA × Aa

- В. AA × aa
- С. Aa × Aa
- Д. AA × AA
- Е. aa × aa

**126.Болезнь Вильсона - Коновалова возникает при нарушении обмена:**

- А. Меди
- В. Фенилаланина
- С. Галактозы
- Д. Ганглиолипидов
- Е. Гуанина

**127.Назовите болезни углеводного обмена.**

- А. Альбинизм и муковисцидоз
- В. Галактоземия и алкаптонурия
- С. Цистинурия и амовратическая идиотия
- Д. Талассемия и серповидно-клеточная анемия
- Е. Фруктоземия и галактоземия

**128. Для диагностики какого заболевания используют тест Гатри?**

- А. Фенилкетонурии
- В. Альбинизма
- С. Фруктоземии
- Д. Цистинурии
- Е. Галактоземии

**129.При недостатке фермента гомогентизиназы, моча новорожденного окрашивает пелёнки в чёрный цвет. Какое заболевание унаследовал этот ребёнок?**

- А. Фруктоземию
- В. Фенилкетонурию
- С. Диабет
- Д. Алкаптонурию
- Е. Галактоземию

**130.После нанесения на мокрую пелёнку новорожденного 10% раствора хлорида железа(III), появилось зелёное пятно. Какое наследственное заболевание может предположить врач?**

- А.Болезнь Вильсона-Коновалова
- В.Болезнь Тея-Сакса
- С.Галактоземию
- Д.Болезнь "кленового сиропа"
- Е. Фенилкетонурию

**131. Цитогенетический метод основывается на:**

- A. Статистическом анализе генов в популяции
- B. Качественных реакциях обнаружения продуктов обмена в крови
- C. Микроскопическом исследовании хромосом
- D. Определении последовательности нуклеотидов в ДНК
- E. Селекции клеток

**132. При помощи какого метода можно диагностировать синдром «кошачьего крика»?**

- A. Полового X-хроматина
- B. Биохимического
- C. Генеалогического
- D. Полового Y-хроматина
- E. Кариотипирования

**133. Назовите формулу кариотипа больного с синдромом Шерешевского-Тернера:**

- A. 46, XX
- B. 47, XXU
- C. 45, X0
- D. 47, XXX
- E. 47, XYU

**134. Концентрация доминантного аллеля в популяции, состоящей из 36% гомозигот AA, 16% гомозигот aa, 48% гетерозигот Aa, составляет (долей единиц):**

- A. 0,3
- B. 0,6
- C. 0,4
- D. 0,24
- E. 0,06

**135. Какой метод генетики используют, чтобы выяснить, доминантный или рецессивный конкретный патологический признак?**

- A. Цитогенетический
- B. Биохимический
- C. Популяционно-статистический
- D. Генеалогический
- E. Близнецовый

**136. У юноши врач диагностировал синдром Клайнфельтера. Каков кариотип больного?**

- A. 46, XX

- В.47, ХХУ
- С.46, ХХ, 5p<sup>-</sup>
- Д.47, ХХ, 13<sup>+</sup>
- Е. 47, ХУУ

**137.С помощью цитогенетического метода можно диагностировать:**

- А.Фенилкетонурию
- В.Болезнь Паркинсона
- С.Диабет
- Д.Синдром Марфана
- Е. Синдром Патау

**138.Какой метод генетики даёт возможность определять кариотип человека?**

- А.Дерматоглифики
- В.Близнецовый
- С.Популяционно-статистический
- Д.Биохимический
- Е. Цитогенетический

**139.Метод определения X-хроматина используют для диагностики:**

- А.Синдрома Дауна
- В.Синдрома Клайнфельтера
- С.Шизофрении
- Д.Синдрома Патау
- Е. Синдрома Эдвардса

**140.Клетки амниотической жидкости содержат по две глыбки X-хроматина за счёт:**

- А.Трисомии по X- хромосоме
- В.Трисомии по 21-й хромосоме
- С.Трисомии по 18-й хромосоме
- Д.Моносомии по X-хромосоме
- Е. Нулисомии

**141.Больной жалуется на слабость, боль в животе, частые редкие испражнения с примесью крови и слизи. Предварительный диагноз «амебиаз». Какой материал нужно использовать для подтверждения диагноза?**

- А. Плазму крови
- В. Клетки костного мозга
- С. Дуоденальное содержимое
- Д. Слюна

Е. Фекалии

**142. Entamoeba gingivalis питается:**

- А. Эритроцитами человека
- В. Лейкоцитами человека
- С. Простейшими
- Д. Эпителиальными клетками человека
- Е. Тканями кишечника

**143. Диагностика амебиаза:**

- А. Обнаружение цист в фекалиях
- В. Обнаружение f. minuta в фекалиях
- С. Обнаружение вегетативных форм в крови
- Д. Обнаружение f. magna и цист в фекалиях
- Е. Обнаружение цист в дуоденальном содержимом

**144. Какая из перечисленных амеб вызывает воспаление толстого кишечника:**

- А. Entamoeba coli
- В. Amoeba proteus
- С. Entamoeba histolytica f. magna
- Д. Entamoeba gingivalis
- Е. Entamoeba histolytica f. minuta

**145. Личная профилактика амебиаза:**

- А. Обнаружение и лечение больных
- В. Санпросвет Задание
- С. Защита от укусов комаров
- Д. Соблюдение правил личной гигиены
- Е. Не употреблять плохо термически обработанное мясо

**146. На какой стадии жизненного цикла дизентерийная амеба попадает в кишечник человека?**

- А. Яйцо
- В. Личинка
- С. Циста
- Д. F. magna
- Е. F. minuta

**147. Назовите органоиды специального значения:**

- А. Жгутики, рибосомы
- В. Реснички, пластиды
- С. Жгутики, сократительные вакуоли
- Д. Митохондрии, пищеварительные вакуоли

Е. Рибосомы, пластиды

**148. Назовите характерную особенность цист *Entamoeba histolytica*:**

- А. Имеют 4 ядра
- В. Имеют 8 ядер
- С. Имеют 1 ядро
- Д. Имеют псевдоподии
- Е. Имеют пелликулу

**149. Какой вид амёб встречается в кариозных зубах?**

- А. *Entamoeba coli*
- В. *Amoeba proteus*
- С. *Entamoeba histolytica* f. magna
- Д. *Entamoeba gingivalis*
- Е. *Entamoeba histolytica* f. minuta

**150. Какие морфологические особенности имеет циста кишечной амёбы?**

- А. Имеет 2 ядра
- В. Имеет 1 ядро
- С. Имеет 8 ядер
- Д. Имеет 4 ядра
- Е. Не имеет ядер

**151. Назовите пути передачи урогенитального трихомоноза:**

- А. Укус москита
- В. Через плохо прожаренную рыбу
- С. Половой
- Д. Укус мухи це – це
- Е. Переливание крови

**152. В больницу обратился больной по поводу бессонницы ночью, апатии, головных болей, сонливого состояния днем, заторможенности. Больной приехал из Центральной Африки. Предварительный диагноз – африканский трипаносомоз. Какие методы лабораторной диагностики следует использовать для подтверждения диагноза?**

- А. Анализ крови
- В. Анализ слюны
- С. Анализ пунктата грудины
- Д. Анализ фекалий
- Е. Биопсия мышц

**153. Возбудителем американского трипаносомоза является:**

- А. *Trypanosoma br. gambiense*
- В. *Trypanosoma cruzi*

- C. *Leishmania infantum*
- D. *Trypanosoma br. rhodesiense*
- E. *Trichomonas hominis*

**154. Каким путём человек заражается кожным лейшманиозом?**

- A. Контактно – бытовым
- B. Воздушно – капельным
- C. При укусе мухами
- D. При укусе комарами
- E. При укусе москитами

**155. Какова личная профилактика лямблиоза?**

- A. Прививка
- B. Соблюдение личной гигиены
- C. Уничтожение мух
- D. Уничтожение комаров
- E. Контроль за водоснабжением

**156. Назовите представителей класса *Zoomastigophora*?**

- A. Лямблия, трихомонада
- B. Дизентерийная амёба, лейшмания
- C. Трипаносома, малярийный плазмодий
- D. Балантидий, трипаносома
- E. Токсоплазма, трихомонада

**157. Как диагностировать трихомоноз?**

- A. Обнаружение цист в выделениях и соскобах слизистых оболочек половых органов
- B. Обнаружение вегетативных форм в фекалиях
- C. Обнаружение цист и вегетативных форм в моче
- D. Обнаружение вегетативных форм в крови, пунктатах лимфатических узлов и спинномозговой жидкости
- E. Обнаружение вегетативных форм в выделениях и соскобах слизистых оболочек половых органов

**158. Кто основной резервуар для *Trypanosoma br. gambiense*?**

- A. Человек
- B. Антилопа
- C. Муха це-це
- D. Опоссум
- E. Поцелуйные клопы

**159. Какое насекомое является переносчиком лейшманиозов?**

- A. Муха це-це

- В. Поцелуйный клоп
- С. Комнатная муха
- Д. Комар
- Е. Москит

**160. Локализация *Lamblia intestinalis*:**

- А. Толстый кишечник
- В. Желудок
- С. Кровь
- Д. Двенадцатиперстная кишка
- Е. Лимфа.

**161. Промежуточным хозяином для малярийного плазмодия является:**

- А. Малярийный комар
- В. Человек
- С. Муха це-це
- Д. Москит
- Е. Комнатная муха

**162. В детском доме находится ребёнок с врождённым токсоплазмозом. Как заразился ребёнок?**

- А. При употреблении сырого и полусырого мяса
- В. Через грязные овощи, ягоды, руки
- С. Через повреждённую кожу рук во время контакта с кошкой
- Д. От матери – внутриутробно – через плаценту
- Е. При употреблении сырых яиц

**163. Укажите окончательного хозяина токсоплазмы:**

- А. Собака
- В. Человек
- С. Крупный рогатый скот
- Д. Водоплавающие птицы
- Е. Кошка

**164. Кто окончательный хозяин малярийного плазмодия?**

- А. Самец комаров р. *Anopheles*
- В. Самка комаров р. *Culex*
- С. Человек
- Д. Птицы
- Е. Самка комаров р. *Anopheles*

**165. Какая стадия жизненного цикла малярийного плазмодия инвазионная для человека?**

- А. Ооциста

- В. Оокинета
- С. Гаметоцит
- Д. Эндозоид
- Е. Спорозоит

**166. Назовите окончательного хозяина для малярийного плазмодия:**

- А. Малярийный комар
- В. Человек
- С. Муха це-це
- Д. Москит
- Е. Комнатная муха

**167. На какой стадии жизненного цикла малярийный плазмодий попадает в тело окончательного хозяина?**

- А. Ооциста
- В. Оокинета
- С. Гаметоцит
- Д. Эндозоид
- Е. Спорозоит

**168. Укажите место локализации балантидия в теле человека:**

- А. Толстый кишечник
- В. Желудок
- С. Кровь
- Д. Двенадцатиперстная кишка
- Е. Лимфа

**169. Назовите резервуарного хозяина для *Balantidium coli*:**

- А. Свинья
- В. Муха
- С. Антилопа
- Д. Комар
- Е. Человек

**170. Сколько времени длится цикл эритроцитарной шизогонии у *P. vivax*?**

- А. 72 часа
- В. 48 часов
- С. 6 дней
- Д. 4 дня
- Е. 8 дней

**171. Назовите промежуточных хозяев *Opisthorchis felinus*:**

- А. Моллюски, муравьи
- В. Моллюски, карповые рыбы

- C. Моллюски, лососевые рыбы
- D. Моллюски, хищные рыбы
- E. Моллюски

**172. Заражение описторхозом происходит при:**

- A. Употреблении мяса
- B. Контакте с больным человеком
- C. Употреблении грязной воды
- D. Употреблении рыбы
- E. Контакте с кошкой

**173. Назовите меры личной профилактики фасциолёза:**

- A. Не употреблять в пищу плохо термически обработанных моллюсков
- B. Не употреблять в пищу плохо термически обработанную говядину
- C. Не пить сырой нефilterованной воды
- D. Не употреблять в пищу плохо термически обработанную рыбу
- E. Санитарно-просветительная работа

**174. Укажите схему жизненного цикла печёночного сосальщика:**

- A. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → адолескарии
- B. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → метацеркарии
- C. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии
- D. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии → сборные цисты → метацеркарии
- E. Яйцо → мирацидий → рении → спороцисты → церкарии → адолескарии

**175. Укажите схему жизненного цикла кошачьего сосальщика:**

- A. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → адолескарии
- B. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → метацеркарии
- C. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии
- D. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии → сборные цисты → метацеркарии
- E. Яйцо → мирацидий → рении → спороцисты → церкарии → адолескарии

**176. Каким трематодозом можно заразиться при употреблении крабов?**

- A. Парагонимозом
- B. Дикроцелиозом
- C. Кишечным шистосомозом
- D. Урогенитальным шистосомозом
- E. Описторхозом

**177. Чем отличаются морфологически кошачий и ланцетовидный сосальщики:**

- A. Formой тела
- B. Наличием 2-х присосок
- C. Formой семенников
- D. Formой матки
- E. Расположением в теле семенников и матки

**178. Укажите схему жизненного цикла ланцетовидного сосальщика:**

- A. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → адолескарии
- B. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → метацеркарии
- C. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии
- D. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии → сборные цисты → метацеркарии
- E. Яйцо → мирацидий → рении → спороцисты → церкарии → адолескарии

**179. Укажите схему жизненного цикла шистосомы:**

- A. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → адолескарии
- B. Яйцо → мирацидий → спороцисты → рении → церкарии → метацеркарии
- C. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии
- D. Яйцо → мирацидий → спороцисты-1 → спороцисты-2 → церкарии → сборные цисты → метацеркарии
- E. Яйцо → мирацидий → рении → спороцисты → церкарии → адолескарии

**180. Каким путём можно заразиться урогенитальным шистосомозом?**

- A. Употребляя рыбу
- B. Употребляя мясо
- C. Употребляя моллюсков
- D. При контакте с кошкой
- E. Во время купания в водоёмах

**181. Каковы меры личной профилактики при гименолепидозе?**

- A. Термическая обработка мяса
- B. Соблюдать правила личной гигиены
- C. Обработка рыбы
- D. Выявление и лечение больных
- E. Санитарно - просветительная работа

**182. Укажите гельминтов, при паразитировании которых у человека может происходить аутоинвазия:**

- A. Карликовый цепень
- B. Печеночный сосальщик
- C. Кошачий сосальщик
- D. Ланцетовидный сосальщик

Е. Бычий цепень

**183. У пятилетнего ребёнка диагностирован гименолепидоз. Назовите тип финны у этого паразита:**

- А. Ценур
- В. Цистицерк
- С. Цистицеркоид
- Д. Плероцеркоид
- Е. Эхинококк

**184. В фекалиях больного были обнаружены зрелые проглоттиды, содержащие матку с 7-12 ответвлениями. Какое паразитарное заболевание у него?**

- А. Гименолепидоз
- В. Дикроцелиоз
- С. Тениаринхоз
- Д. Тениоз
- Е. Цистицеркоз

**185. В фекалиях пастуха были обнаружены незрелые проглоттиды гельминта, в женской половой системе которых имелась третья дополнительная долька яичника. Какое паразитарное заболевание у него?**

- А. Гименолепидоз
- В. Дикроцелиоз
- С. Тениаринхоз
- Д. Тениоз
- Е. Цистицеркоз

**186. После употребления плохо прожаренной говядины, женщине был поставлен диагноз – тениаринхоз. На основании каких морфологических особенностей паразита был поставлен диагноз?**

- А. Матка имела 7-12 ветвей
- В. В яичнике третья долька
- С. Матка имела 17-35 ветвей
- Д. Ширина членика больше чем длина
- Е. Розетковидная матка

**187. Промежуточным хозяином альвеококка могут быть:**

- А. Рыбы
- В. Человек
- С. Лисица
- Д. Собака
- Е. Кошка

**188. Процессы нормального кроветворения в организме хозяина нарушаются в случае паразитирования:**

- A. *Taenia solium*
- B. *Taeniarrhynchus saginatus*
- C. *Echinococcus granulosus*
- D. *Diphyllobothrium latum*
- E. *Alveococcus multilocularis*

**189. Назовите промежуточных хозяев лентеца широкого:**

- A. Первый – циклоп, второй – моллюск
- B. Первый – рыба, второй – моллюск
- C. Первый – рыба, второй – циклоп
- D. Первый – циклоп, второй – рыба
- E. Нет промежуточных хозяев

**190. Диагностику эхинококкоза у человека проводят путём:**

- A. Микроскопии фекалий
- B. Микроскопии мочи
- C. Микроскопии мокроты
- D. Микроскопии дуоденального содержимого
- E. Иммунологических исследований

**191. Власоглав паразитирует у человека в:**

- A. Тонком кишечнике
- B. Печени
- C. Поджелудочной железе
- D. Слепой кишке
- E. Легких

**192. При обследовании шахтеров на гельминтоз у двоих был выявлен анкилостомоз. Как произошло заражение?**

- A. При употреблении плохо термически обработанной говядины
- B. При укусе комара
- C. При употреблении плохо термически обработанной рыбы
- D. Воздушно – капельным путем
- E. Активное проникновение личинок через кожу

**193. В каких органах человека можно выявить кривоголовку?**

- A. Толстом кишечнике
- B. Двенадцатиперстной кишке
- C. Слепой кишке
- D. Легких
- E. Коже

**194. Диагностика аскаридоза:**

- A. Нахождение яиц в фекалиях
- B. Нахождение яиц в моче
- C. Нахождение личинок в фекалиях
- D. Нахождение личинок в крови
- E. Биопсия мышц

**195. Каковы признаки полового диморфизма у круглых червей?**

- A. Признаки отсутствуют
- B. Геогельминты
- C. Задний конец самца загнут на брюшную сторону
- D. Тело цилиндрическое
- E. Есть анальное отверстие.

**196. Чем представлена выделительная система Круглых червей?**

- A. Протонефридии
- B. Метанефридии
- C. Кожа
- D. Первичная почка
- E. 1-2 одноклеточные кожные железы

**197. Назовите меры общественной профилактики аскаридоза:**

- A. Соблюдение правил личной гигиены
- B. Мытье овощей, ягод, фруктов перед употреблением
- C. Благоустройство туалетов
- D. Не употреблять плохо термически обработанного мяса
- E. Не употреблять плохо термически обработанной рыбы

**198. Какова диагностика трихоцефалёза?**

- A. Обнаружение яиц в фекалиях
- B. Обнаружение яиц в моче
- C. Обнаружение личинок в крови
- D. Обнаружение яиц в дуоденальном содержимом
- E. Обнаружение личинок в фекалиях

**199. Острица локализуется у человека в:**

- A. Двенадцатиперстной кишке
- B. Нижних отделах тонкого кишечника
- C. Печени
- D. Крови
- E. Толстой кишке

**200. На какой стадии жизненного цикла и каким путём *Ancylostoma duodenale* попадает в организм человека?**

- А. Яйца, с водой
- В. Яйца, через грязные руки
- С. Филяриевидные личинки, через кожу
- Д. Рабдитные личинки, через грязные руки
- Е. Рабдитные личинки, через кожу

**201. К природно – очаговым нематодозам относят:**

- А. Энтеробиоз
- В. Дракункулёз
- С. Аскаридоз
- Д. Трихинеллез
- Е. Анкилостомоз

**202. Какая стадия трихинеллы инвазионная для человека?**

- А. Личинка
- В. Яйцо
- С. Микрофилярия
- Д. Мирацидий
- Е. Проглоттида

**203. Переносчиком дирофилярий является:**

- А. Кошка
- В. Собака
- С. Вошь
- Д. Москит
- Е. Комар

**204. Какие меры личной профилактики дракункулёза?**

- А. Не употреблять плохо термически обработанных крабов
- В. Не употреблять плохо термически обработанную рыбу
- С. Не пить сырую и не фильтрованную воду
- Д. Соблюдать правила личной гигиены
- Е. Не ходить по земле босиком

**205. В подкожной клетчатке возле коленного сустава у мужчины была обнаружена половозрелая особь ришты. Каким образом он мог заразиться дракункулёзом?**

- А. При питье сырой нефilterованной воды
- В. При употреблении непрожаренной говядины
- С. При контакте с домашними животными
- Д. Через грязные руки
- Е. При употреблении малосольной рыбы

**206. У больного обнаружен бругиоз. Кто является промежуточным хозяином этого паразита?**

- A. Муха
- B. Слепень
- C. Комар
- D. Москит
- E. Клещ

**207. Где локализуется возбудитель лямблиоза?**

- A. Толстый кишечник
- B. Печень
- C. Тонкий кишечник
- D. Мышцы
- E. Под кожей

**208. Какие гельминты животных способны вызывать у человека кожный синдром «larva migrans»?**

- A. Шистосомы
- B. Цистицерки тениид
- C. Анкилостомиды
- D. Токсокары
- E. Аскариды свиней

**209. Бочкообразную форму, толстую оболочку, светлые «пробочки» по полюсам имеют яйца:**

- A. *Ascaris lumbricoides*
- B. *Trichocephalus trichiurus*
- C. *Ancylostoma duodenale*
- D. *Trichinella spiralis*
- E. *Enterobius vermicularis*

**210. У студента, который приехал из Африки, при микроскопии мочи обнаружили эритроциты и крупные овальные яйца желтого цвета с шипом. Эти яйца принадлежат:**

- A. *Schistosoma japonicum*
- B. *Schistosoma mansoni*
- C. *Schistosoma haematobium*
- D. *Dracunculus medinensis*
- E. *Diphyllobothrium latum*

**211. Пресноводные раки и крабы в странах Востока являются промежуточными хозяевами для:**

- A. Сибирского сосальщика

- В. Легочного сосальщика
- С. Печеночного сосальщика
- Д. Ланцетовидного сосальщика
- Е. Кровяного сосальщика

**212. Возбудителем чесотки является:**

- А. *Dermacentor pictus*
- В. *Ornithodoros papillipes*
- С. *Sarcoptes scabiei*
- Д. *Ixodes ricinus*
- Е. *Ixodes persulcatus*

**213. *Ixodes ricinus* переносит возбудителя:**

- А. Таёжного энцефалита
- В. Весенне-летнего энцефалита
- С. Клещевого возвратного тифа
- Д. Клещевого сыпного тифа
- Е. Чесотки

**214. При обследовании больного поставлен диагноз клещевой возвратный тиф. Каким путем мог заразиться больной?**

- А. При укусе пастбищным клещом
- В. При укусе таежным клещом
- С. При укусе малярийным комаром
- Д. При укусе поселковым клещом
- Е. При укусе собачьим клещом

**215. Опасными для человека являются пауки:**

- А. Птицееды
- В. Каракурты
- С. Крестовики
- Д. Серебрянка (водяной паук)
- Е. Домовой паук.

**216. Среди названных клещей возбудителями болезней являются:**

- А. *Sarcoptes scabiei*, *Dermacentor pictus*
- В. *Ixodes ricinus*, *Sarcoptes scabiei*
- С. *Ixodes persulcatus*, *Demodex folliculorum*
- Д. *Sarcoptes scabiei*, *Demodex folliculorum*
- Е. *Ornithodoros papillipes*, *Dermacentor pictus*

**217. Представителем аргасовых клещей является:**

- А. *Dermacentor pictus*
- В. *Ornithodoros papillipes*

- C. *Ixodes ricinus*
- D. *Ixodes persulcatus*
- E. *Sarcoptes scabiei*

**218. Личинки клещей отличаются от имаго тем, что:**

- A. Имеют три пары ходильных конечностей
- B. Не имеют ходильных конечностей
- C. Имеют четыре пары ходильных конечностей
- D. Имеют половое отверстие
- E. Имеют шесть пар ходильных конечностей

**219. Переносчиком возбудителя весенне-летнего энцефалит является:**

- A. *Ixodes persulcatus*
- B. *Ixodes ricinus*
- C. *Ornithodoros papillipes*
- D. *Sarcoptes scabiei*
- E. *Demodex folliculorum*

**220. *Ixodes ricinus* поддерживает в природе очаги:**

- A. Туляремии
- B. Малярии
- C. Таёжного энцефалита
- D. Африканской сонной болезни
- E. Весенне-летнего энцефалита

**221. Заражение человека чумой происходит вследствие укуса:**

- A. Блохи
- B. Вши головной
- C. Вши платяной
- D. Лобковой вши
- E. Иксодового клеща

**222. *Phthirus pubis* у человека не паразитирует:**

- A. На лобке
- B. На ресницах
- C. На волосистых частях головы
- D. На бровях
- E. В паху

**223. Паразитирование платяной вши вызывает у человека:**

- A. Чесотку
- B. Амебиаз
- C. Педикулез
- D. Фтириаз

Е. Лямблиоз

**224. За жизнь самка *Pediculus humanus capitis* откладывает до:**

- А. 1000 яиц
- В. 300 яиц
- С. 40 яиц
- Д. 100 яиц
- Е. 30 яиц

**225. Медицинское значение *Pediculus humanus capitis* состоит в том, что она является переносчиком возбудителя:**

- А. Чумы
- В. Вшивого возвратного тифа
- С. Таёжного энцефалита
- Д. Сыпного тифа
- Е. Брюшного тифа

**226. Назовите органы дыхания Насекомых:**

- А. Трахеи
- В. Жабры
- С. Легкие
- Д. Кожа
- Е. Легочные мешки

**227. Паразитирование лобковой вши вызывает у человека:**

- А. Чесотку
- В. Демодекоз
- С. Педикулёз
- Д. Фтириоз
- Е. Амебиаз

**228. Медицинское значение *Pediculus humanus humanus* состоит в том, что она является переносчиком возбудителя:**

- А. Чумы
- В. Таёжного энцефалита
- С. Туляремии
- Д. Весенне-летнего энцефалита
- Е. Сыпного тифа

**229. Триатомовые клопы являются:**

- А. Механическими переносчиками возбудителей кишечных болезней
- В. Специфическими переносчиками возбудителей американского трипаносомоза
- С. Специфическими переносчиками возбудителей африканского трипаносомоза

D. Специфическими переносчиками возбудителей лейшманиоза

E. Механическими переносчиками яиц гельминтов

**230. Какое медицинское значение *Blatella germanica*?**

A. Механические переносчики возбудителей кишечных болезней и яиц гельминтов

B. Специфические переносчики возбудителя американского трипаносомоза

C. Специфические переносчики возбудителя африканского трипаносомоза

D. Специфические переносчики возбудителя висцерального лейшманиоза

E. Возбудитель хронического токсоплазмоза

**231. В инфекционную больницу поступил моряк, у которого заподозрили африканскую сонную болезнь. Как могло произойти заражение больного?**

A. При укусе комаров

B. При укусе мухи це-це

C. При половом контакте

D. При укусе мошек

E. При несоблюдении правил личной гигиены

**232. Насекомые, которые паразитируют у человека только на личиночной стадии:**

A. Комнатная муха

B. Вольфартова муха

C. Комар

D. Мокрец

E. Блоха

**233. Личинки комаров рода *Anopheles* живут в:**

A. Загрязненных водоёмах

B. Сточных канавах

C. Заболоченных местах

D. Исключительно в чистых водоёмах, хорошо прогреваемых солнцем

E. Влажной почве

**234. Вольфартова муха откладывает личинки на:**

A. Поверхность воды

B. Почву

C. Поврежденные участки кожи, нос, глаза, уши человека и животных

D. Пищевые продукты

E. Гниющий мусор

**235. Мошки – специфические переносчики возбудителя:**

A. Онхоцеркоза

B. Бругиоза

- C. Лоаоза
- D. Вухерериоза
- E. Аскаридоза

**236. Личинки комаров *Culex* и *Aedes*:**

- A. Имеют дыхательный сифон
- B. Имеют дыхательные трубочки
- C. Имеют стигмы
- D. Имеют сифональные рожки
- E. Имеют трахеи

**237. Куколки комаров рода *Anopheles*:**

- A. Имеют дыхательные трубочки конической формы
- B. Имеют дыхательные трубочки цилиндрической формы
- C. Имеют дыхательный сифон
- D. Имеют пару дыхательных отверстий
- E. Имеют стигмы

**238. Ротовой аппарат *Musca domestica*:**

- A. Колющий
- B. Колюще-сосущий
- C. Лижуще-сосущий
- D. Грызущий
- E. Сосущий

**239. В ротовом аппарате самки рода *Anopheles*:**

- A. Нижнечелюстные щупики по длине в несколько раз короче хоботка
- B. Нижнечелюстные щупики по длине приблизительно равны хоботку
- C. Нижнечелюстные щупики имеют булабовидные утолщения на концах
- D. Нижнечелюстные щупики без булабовидных утолщений на концах
- E. Нижнечелюстные щупики по длине в несколько раз длиннее хоботка

**240. Переносчиком возбудителя сибирской язвы является:**

- A. *Glossina palpalis*
- B. *Glossina morsitans*
- C. *Stomoxys calcitrans*
- D. *Wohlfartia magnifica*
- E. *Phlebotomus papatasi*

**241. Вследствие дрейфа генов в популяции происходит:**

- A. Изменение частот аллелей
- B. Стабилизация генетической структуры
- C. Увеличение частот гетерозигот
- D. Уменьшение числа мутаций

Е. Увеличение числа мутаций

**242. При каких условиях наблюдается отклонение от закона Харди-Вайнберга?**

А. При отсутствии мутаций

В. При отсутствии панмиксии

С. При отсутствии отбора

Д. При отсутствии миграции особей

Е. При наличии большого числа особей

**243. Особенное значение рецессивных мутаций в генетике популяций, как резерва изменчивости установил:**

А. И. И. Шмальгаузен

В. С. С. Четвериков

С. С. Райт

Д. Р. Фишер

Е. Ч. Дарвин

**244. Эволюция не может происходить на основе:**

А. Наследственной изменчивости

В. Борьбы за существование

С. Искусственного отбора

Д. Естественного отбора

Е. Изоляции

**245. Что не относится к формам эволюционного процесса?**

А. Дрейф генов

В. Макроэволюция

С. Видообразование

Д. Микроэволюция

Е. Мегаэволюция

**246. К биологическим движущим силам антропогенеза относится:**

А. Трудовая деятельность

В. Речь

С. Альтруизм

Д. Абстрактное мышление

Е. Изменчивость

**247. Движущий отбор – это:**

А. Взаимоотношения между полами

В. Дифференцированное размножение отдельных особей, которые имеют преимущества в борьбе за существование

С. Сохранение крайних вариантов признака и элиминация средних

Д. Элиминация всех крайних отклонений и сохранение среднего значения признака

Е. Постепенное замещение старой нормы признака, которая не соответствует условиям среды, новой нормой, которая более приспособлена

**248. Естественный отбор, при котором предыдущая норма реакции сохраняется в среднем значении, называется:**

А. Дизруптивный

В. Стабилизирующий

С. Адаптивный

Д. Движущий

Е. Не является формой естественного отбора

**249. К направляющим факторам эволюции относят:**

А. Изоляцию

В. Комбинативную изменчивость

С. Дизруптивный естественный отбор

Д. Мутации

Е. Популяционные волны

**250. Согласно СТЭ, единица эволюции:**

А. Семья

В. Особь

С. Вид

Д. Популяция

Е. Род

**251. Повторение признаков взрослых предков в эмбриогенезе потомков Ф. Мюллер назвал:**

А. Палингенезы

В. Рекапитуляция

С. Ценогенезы

Д. Филэмбриогенезы

Е. Девиация

**252. Из какой пары артериальных дуг у позвоночных образуются сонные артерии?**

А. Из третьей

В. Из первой и второй

С. Из второй

Д. Из четвертой

Е. Из пятой

**253. Какая дуга аорты сохраняется у млекопитающих?**

- A. Обе, развиты симметрично
- B. Обе, развиты несимметрично
- C. Четвертая
- D. Правая
- E. Левая

**254. Как называется сосуд, который в эмбриональном периоде соединяет легочную артерию со спинной аортой?**

- A. Брюшная аорта
- B. Сонная артерия
- C. Жаберная артерия
- D. Боталлов проток
- E. Легочной ствол

**255. Какая пара дуг даёт начало легочным артериям у позвоночных?**

- A. Первая и вторая
- B. Третья
- C. Четвертая
- D. Пятая
- E. Шестая

**256. Мюллеров проток функционирует у:**

- A. Зародышей низших позвоночных
- B. Самцов низших позвоночных
- C. Зародышей высших позвоночных
- D. Самок высших позвоночных
- E. Самцов высших позвоночных

**257. Вторичная почка характерна для:**

- A. Миноги
- B. Миксины
- C. Птицы
- D. Земноводные
- E. Рыбы

**258. Структурно-функциональной единицей почек у человека является:**

- A. Нефридий
- B. Нефрон
- C. Нефридиальные каналы
- D. Пронефридиальный канал
- E. Протонефридий

**259. Для кого характерна первичная почка?**

- A. Птицы

- В. Пресмыкающиеся
- С. Млекопитающие
- Д. Миноги
- Е. Миксины

**260. Из чего образуется семяпровод у самцов млекопитающих?**

- А. Мюллерова канала
- В. Вольфова канала
- С. Мальпигиевых сосудов
- Д. Нефридиальных канальцев
- Е. Семенных пузырьков

**261. Как называется фактор, действие которого выходит за пределы выносливости организма?**

- А. Оптимальный
- В. Лимитирующий
- С. Минимальный
- Д. Максимальный
- Е. Относительный

**262. Назовите реакцию растений и животных на продолжительность светового дня:**

- А. Криптобиоз
- В. Анабиоз
- С. Терморегуляция
- Д. Фотопериодизм
- Е. Клиническая смерть

**263. Как называют форму сожительства организмов разных видов, при которой организм одного вида длительное время использует организм другого вида как источник питания и среду обитания, принося вред последнему?**

- А. Пространственная
- В. Трофическая
- С. Мутуалистическая
- Д. Паразитическая
- Е. Биоценотическая

**264. Способность вида осваивать разные среды обитания называется:**

- А. Адаптацией
- В. Антибиозом
- С. Симбиозом
- Д. Экологической валентностью

Е. Мутализмом

**265. Кто является основоположником учения о биосфере?**

- А. Е. Геккель
- В. Е. Зюсс
- С. В.И. Вернадский
- Д. Н.И. Вавилов
- Е. А.Н. Северцов

**266. Какие организмы способны переносить изменения внешних условий в узких пределах их колебаний?**

- А. Эвритопные
- В. Стенотопные
- С. Эвритермные
- Д. Эвригалинные
- Е. Эврибатные

**267. Как называется исторически сложившаяся взаимодействующая совокупность живых организмов, взятая вместе со средой обитания?**

- А. Биосфера
- В. Ноосфера
- С. Биотоп
- Д. Биогеоценоз
- Е. Биоценоз

**268. Назовите экологические факторы среды:**

- А. Мутационные
- В. Панмиксия
- С. Абиотические
- Д. Адаптивные
- Е. Рекомбинативные

**269. У представителей одной из популяции людей наблюдается следующее: тело удлиненное, широкая вариабельность роста, сниженный объем мышечной массы, увеличенная длина конечностей, уменьшенная в размере и объеме грудная клетка, повышено потовыделение, сниженные показатели основного обмена и синтеза жиров. К какому адаптивному типу людей относится данная популяция?**

- А. Арктический адаптивный тип
- В. Тропический адаптивный тип
- С. Адаптивный тип зоны умеренного климата
- Д. Промежуточный адаптивный тип
- Е. Горный адаптивный тип

**270. Человек длительное время проживал в условиях высокогорья. Какие изменения в кровеносной системе будут у него?**

- A. Увеличение количества гемоглобина
- B. Увеличение количества лейкоцитов
- C. Снижение количества лейкоцитов
- D. Снижение частоты пульса
- E. Увеличение диаметра кровеносных сосудов

### Список рекомендованной литературы

#### *Основная:*

1. Бочков Н.П. Клиническая генетика: учебник / Н. П. Бочков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гэотар-Мед, 2002. – 448 с.
2. Медична біологія: підручник / за ред. В.П. Пішака, Ю.И. Бажори. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 656 с.
3. Павличенко В.И. Основы молекулярной биологии и генетики: учеб. пособие для студ. мед. вузов / В.И. Павличенко, А.В. Абрамов. – Дн-ск: ИМА-пресс, 2006. – 467 с.
4. Основы медицинской паразитологии: учеб. пособие / Ю.И. Бажора, Л.Г. Кириченко, А.В. Шевеленкова и др. – Одесса: [б. и.], 2001. – 175 с.

#### *Дополнительная:*

1. Биология: в 2 кн. Кн. 1: учебн. для мед. спец. вузов. / под ред. В.Н. Ярыгина. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 422 с.
2. Генетическая медицина / В.Н. Запорожан, В.А. Кордюм, Ю.И. Бажора [и др.]; под ред. В.Н. Запорожана. – Одесса, 2008. – 432 с.
3. Фаллер, Д.М. Молекулярная биология клетки: рук. для врачей: пер. с англ. / Д.М. Фаллер, Д. Шилдс. – М.: БИНОМ-Пресс, 2003. – 272 с.