

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 12.09.2025 09:48:45 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	 МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Фонд оценочных средств по дисциплине «Генетика поведения» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	---	--------

**Фонд оценочных средств  
для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)**

**Генетика поведения**

Направление подготовки (специальность)  
**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль)  
**Биология**

Присваиваемая квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Год (ы) набора: 2025

Челябинск, 2025 г.

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профили): Биология

Дисциплина: **Генетика поведения**

Семестры изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Генетика поведения» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач</p> <p>УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач</p>	<p><b>Знать:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: основные механизмы реализации генов в поведенческие признаки, законы наследования признаков, участвующих в формировании поведенческих реакций организмов.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: работать с периодическими изданиями по генетике, пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик. Для достижения индикатора УК-1.2.: применять базовые знания по генетике поведения на практике; применять на практике основные методы генетики</p>

			<p>поведения, анализировать родословные, использовать генетический анализ.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: навыками поиска необходимой информации по генетике поведения в литературных источниках и сети интернет.</p>
ПК-2	Способен применять знания и методы различных отраслей биологической науки для решения профессиональных задач при изучении биологических систем разного уровня организации.	ПК-2.1 Обладает знаниями о фундаментальных основах различных отраслей биологической науки.	<p><b>Знать:</b> Для достижения индикатора ПК-2.1.: основные правила и требования к работе в генетической лаборатории (включая вопросы техники безопасности); основные методы, применяемые в генетике поведения, генетике человека. Принципы использования</p>
		ПК-2.2 Использует знания основ строения и функционирования биологических систем различного уровня организации при решении профессиональных задач.	

		<p>ПК-2.3 Применяет современные методы исследования для решения профессиональных задач при изучении биологических систем разного уровня организации.</p>	<p>близнецового, популяционного методов, метода родословных, метода приемных детей, а также генетического анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения индикатора ПК-2.2.: применять базовые знания по генетике поведения на практике; использовать знания основ и принципов генетики поведения человека и животных.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения</p>
--	--	--	--

			индикатора ПК-2.3.: навыками выполнения экспериментальных работ, навыками приготовления препаратов политенных хромосом и их анализа, навыками работы с микроскопом.
--	--	--	--

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	<p><b>УК-1</b> <b>Знать:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: основные механизмы реализации генов в поведенческие признаки законы наследования признаков, участвующих в формировании поведенческих реакций организмов. <b>Уметь:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: работать с периодическими изданиями по генетике, пользоваться инструкциями к лабораторным приборам протоколами методик. Для достижения индикатора УК-1.2.: применять базовые знания по генетике поведения на практике; применять на практике основные методы генетики поведения, анализировать родословные,</p>	<p>Раздел 1. Предмет, задачи, методы исследования генетики поведения Раздел 2. История развития представлений о наследовании механизмов высшей нервной деятельности.</p>	Устный опрос	Вопросы к зачету № 1-8

	<p>использовать генетический анализ.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения индикатора УК-1.1.: навыками поиска необходимой информации по генетике поведения в литературных источниках и сети интернет.</p>			
2	<p><b>ПК-2</b></p> <p><b>Знать:</b> Для достижения индикатора ПК-2.1.: основные правила и требования к работе в генетической лаборатории (включая вопросы техники безопасности); основные методы, применяемые в генетике поведения, генетике человека. Принципы использования близнецового, популяционного методов, метода родословных, метода приемных детей, а также генетического анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения индикатора ПК-2.2.: применять базовые знания по генетике поведения на практике; использовать знания основ и принципов генетики поведения человека и животных.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения индикатора ПК-2.3.: навыками выполнения экспериментальных работ, навыками приготовления препаратов политеменных хромосом и их анализа, навыками работы с микроскопом.</p>	<p>Раздел 3. Методы исследования индивидуальных различий в поведении людей.</p> <p>Раздел 4. Генетические аспекты нормального и девиантного поведения</p> <p>Раздел 5. Понятие биологического и социального в структуре личности. Социальная генетика.</p> <p>Раздел 6. Психогенетическое исследование интеллекта (вербального и невербального).</p> <p>Раздел 7. Психогенетическое исследование темперамента. Эволюция поведения человека.</p> <p>Раздел 8. Уровни анализа генетической детерминации ЦНС</p> <p>Раздел 9. Роль наследственности и среды в формировании функциональной асимметрии</p>	<p>Устный опрос, реферат</p>	<p>Вопросы к зачету № 9-22</p>

*Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.*

## **3.2 Содержание оценочных средств**

### **3.2.1 Теоретические вопросы к зачету**

#### **1. Предмет изучения генетики поведения. Методы, объекты генетики поведения.**

Генетика поведения — биологическая дисциплина, изучающая наследование врожденных форм поведения. Граничит с зоопсихологией (этологией), но в отличие от этологии предметом генетики поведения являются не столько эволюционные аспекты, сколько вариации наследуемого поведения в пределах конкретных видов и собственно явление наследования поведения.

Исследуются самые разнообразные живые объекты, но предпочтение отдается хорошо генетически изученным объектам, таким как дрозофила и мышь.

Генетика поведения пользуется самыми разными методами исследования: генетическими, молекулярно-биологическими, цитологическими, гистологическими, биохимическими, физиологическими, морфологическими и другими методами смежных наук. Основной группой методов, безусловно, являются генетические.

Именно количественная природа многих поведенческих признаков позволяет широко использовать в генетике поведения классические методы количественной генетики и селекции. Например, анализ фенотипической вариации, разложение ее на паратипическую и генотипическую компоненты; разложение генотипической компоненты на фиксируемую (обусловленную аддитивным взаимодействием) и нефиксируемую (зависящую от доминирования или эпистатического взаимодействия) составляющие.

#### **2. Задачи генетики поведения. Выбор признаков поведения.**

Основной целью генетики поведения является выяснение роли генетических факторов в определении особенностей поведения. Достижение этой цели связано с решением ряда задач:

- определение относительной роли и взаимодействия генетических и средовых влияний при формировании поведения в онтогенезе;
- изучение наследуемости стереотипных форм адаптивного поведения;
- исследование механизма действия генов, определяющих развитие нервной системы;
- изучение механизмов реализации действия мутантных генов, затрагивающих функцию ЦНС;
- изучение генетико-популяционных механизмов формирования поведения и его изменений в процессе микроэволюции.

Выбор признаков поведения. Несомненно, что для успеха генетического исследования, например, способности животного к обучению, необходимо выбрать такой поведенческий признак, который представлял бы собой естественную «единицу» той или иной формы поведения. Как уже упоминалось, в генетических исследованиях поведения наиболее часто используют линии лабораторных грызунов — крыс и мышей. Очевидно, что для проведения исследований по генетике поведения мышей и крыс следует быть основательно знакомым с их поведением. Кроме того, важно помнить, что в основе

генетического подхода лежит выявление изменчивости (вариативности) признаков.

Суть генетического подхода состоит в оценке размаха изменчивости признака у данного вида, популяции или группы особей и в анализе происхождения этой изменчивости.

### 3. История развития представлений о наследовании механизмов высшей нервной деятельности. Этапы развития.

И.П. Павлов уже в 30-е годы XX столетия пришел к выводу, что следует различать наследственную основу высшей нервной деятельности и ее фенотип, который определяется как «сплав» из наследственных и приобретенных свойств высшей нервной деятельности.

В истории развития генетики поведения человека можно, конечно достаточно условно, выделить четыре основных периода:

1) Зарождение генетики поведения человека. Огромную роль на этом этапе развития генетики поведения сыграли работы Ф.Гальтона. Его работы посвящены не только эмпирическим исследованиям наследственности поведения человека, но и разработке основных методических приемов для изучения наследования психологических характеристик. На этом этапе были определены основные подходы и понятия генетики поведения человека.

2) Становление генетики поведения человека как самостоятельной научной дисциплины. Этот этап характеризуется созданием концепции множественных факторов, которая объединила подходы генетиков и биометриков. Концепция множественных факторов опирается на представление о том, что менделевский механизм дискретного наследования применим и к непрерывно распределенным сложным признакам. Фундаментальное положение концепции заключается в том, что полигенные различия между индивидами могут приводить к фенотипическим различиям.

3) Этап накопления эмпирического материала. На этом этапе были разработаны достаточно надежные методы идентификации зиготности близнецов, что повлекло за собой значительное увеличение близнецовых исследований. В это же время впервые были использованы методы приемных детей и разлученных близнецов. Этот этап с 20-х по 60-е годы характеризуется разработкой основных методов генетики поведения и накоплением обширного эмпирического материала.

### 4. Отечественные исследования в генетике поведения

19 ноября 1921 года в Институте экспериментальной биологии прошло первое заседание российского научного евгенического общества. На этом заседании председателем общества был избран выдающийся биолог Н.К.Кольцов.

Евгеническое общество считало:

1) изучение законов наследственной передачи разных свойств, как нормальных, так и патологических;

2) установление наследственных различий по нормальным и патологическим свойствам разных профессиональных и социальных типов;

3) исследование экзогенных и эндогенных влияний, определяющих развитие признака;

4) изучение плодовитости тех или иных типов.

В 1922 году в Москве Н.К.Кольцовым был основан «Русский Евгенический Журнал», который консолидировал достаточно разнообразное евгеническое движение.

Евгеническое движение в СССР просуществовало недолго, поскольку цели движения расходились с официальной идеологией. К 1930 году евгеника в СССР прекратила свое существование.

Первые публикации близнецовых исследований в России относятся к началу 1900-х годов. Однако систематические исследования близнецов начались только в 1929 году в Медико-биологическом институте (в 1935 году он был переименован в Медико-генетический институт). В 1928г в Медико-биологическом институте была организована Кабинет-лаборатория наследственности и конституции ч-ка, которую возглавил С. Г. Левит. в 1935 институт был преобразован в Медико-генетический институт им. Горького, Левит стал его директором, но в 1937 был арестован, а институт расформирован.

5. Методы, использующие молекулярно-генетические технологии и моделирование на животных: Картирование локусов количественных признаков (ЛКП). Анализ ассоциаций. Метод гена-кандидата.

Метод анализа сцепления в классическом варианте, как правило, используется для альтернативных признаков, наследуемых по Менделю. Для количественных признаков разработана несколько отличающаяся модель картирования – это так называемый метод QTL (Quantitative Trait Loci), или картирование ЛКП (локусов количественных признаков). ЛКП представляют собой полигенные системы, обеспечивающие непрерывную вариативность признака в популяции.

Метод картирования ЛКП основывается на исследовании ДНК у пар близких родственников, чаще всего сибсов.

Предположим, мы выявили пару сибсов, которые имеют два общих аллеля. Эти сибсы оказались более похожими по какому-либо количественному признаку, чем сибсы, имеющие один общий аллель. Последние, в свою очередь, обнаружили большее сходство, чем те сибсы, у которых общих аллелей в этом локусе не было совсем. На основании этих наблюдений, мы можем предполагать, что этот ген влияет на интересующий нас количественный признак. Если разница в количестве совпадающих аллелей никак не отражается на количественных соотношениях признака у сибсов, значит тестируемый ген не имеет отношения к изучаемому признаку. Обычно при таком подходе вместо реальных генов используются маркеры и вычисляются корреляции между наличием маркера и степенью выраженности количественного признака. При анализе группы "количественных локусов" корреляции вычисляются для каждого из нескольких маркеров, расположенных на определенном участке хромосомы. Величина коэффициентов меняется от локуса к локусу. На основании дальнейшего анализа определяют участок предполагаемой локализации гена, вносящего свой вклад в количественный признак.

Целью картирования ЛКП является поиск не единичного гена, определяющего сложный признак, а скорее множественных генов, принимающих участие в формировании популяционной вариативности по изучаемой характеристике. Метод картирования ЛКП достаточно эффективен для выявления действия так называемых главных генов, т.е. генов, вносящих основной вклад в формирование количественного признака.

Еще один подход к картированию ЛКП использует принцип неравновесного сцепления (linkage disequilibrium) (или ассоциации). Под неравновесным сцеплением понимаются конкретные комбинации аллелей, по которым наблюдается неслучайное распределение в исследуемой группе лиц по сравнению с общей популяцией. В связи с этим частоты этих аллелей в популяции не соответствуют ожидаемым по случайному закону. Метод анализа ассоциаций может обнаруживать ЛКП, которые отвечают за гораздо меньший процент вариативности, чем позволяет анализ обычного сцепления. Ассоциация есть корреляция между отдельными аллелями и признаками в популяции.

## 6. Методы, использующие молекулярно-генетические технологии и моделирование на животных: Прямой анализ ДНК и выявление мутаций. Моделирование на животных.

Когда в результате анализа сцепления предполагаемое место гена на хромосоме определено, это означает всего лишь, что мы знаем, где находится данный ген, но этого недостаточно для того, чтобы понять механизмы изучаемого заболевания или типа поведения. Главная задача исследователей – не установить, где расположен ген, а понять, как он работает, и как факторы среды могут влиять на формирование изучаемой характеристики. До недавнего времени такая задача вообще не имела решения в рамках тех генетико-эпидемиологических подходов, которыми пользовалась психогенетика. Сейчас положение в корне изменилось: современные молекулярно-генетические методы позволяют непосредственно изучать тот участок молекулы ДНК, в котором расположен ген, связанный с контролем поведенческого признака. Гораздо меньшие возможности существуют пока для того, чтобы изучать, как среда влияет на работу гена.

Получение рекомбинантных ДНК, ПЦР и некоторые другие методы генетической инженерии лежат в основе молекулярно-генетической диагностики. Коротко остановимся на некоторых этапах молекулярно-генетических исследований.

- получение образцов ДНК для анализа.
- полимеразная цепная реакция (ПЦР).
- рестрикция (разрезание) ДНК.
- электрофорез в геле.
- блот-гибридизация по Саузерну
- Для обнаружения конкретных мутаций проводят секвенирование ДНК.

Существуют различные модификации описанных методов, однако главной целью работы в любом случае является получение максимально возможной информации о строении гена.

## 7. Генетический контроль нейрогенеза. Вертикальный ряд генов.

Все нейральные функции от простого сенсорного ответа и моторной команды и до сложного познавательного поведения – зависят от слаженной работы ансамблей нервных клеток, формирующихся в ходе индивидуального развития.

Процесс дифференцировки нейрона, прохождения клеткой многоступенчатого пути от незрелого нейробласта до специализированного нейрона, обслуживается иерархической системой генов, взаимодействующих друг с другом и функционирующих на разных уровнях.

Вертикальный пространственный иерархический ряд генов:

1. Гены, функционирующие в самом дифференцирующемся нейроне. Такие "внутриклеточные" генные комплексы, действующие в пределах самой клетки и непосредственно формирующие ее фенотипические признаки, можно подразделить по крайней мере на четыре генетические подсистемы, контролирующих различные этапы нейрогенеза.

а. Генетическая подсистема, контролирующая позиционную информацию, некий генетический механизм, общий для эпидермиса и нервной системы, который используется для реализации позиционной информации или регуляции клеточных взаимоотношений, формирующих позиционную информацию.

б. Генетическая подсистема, ответственная за локальные взаимодействия данной клетки с соседними. Это – гены, включенные в регуляцию латерального торможения нейробластами соседних клеток, производных эктодермы, дифференцирующихся

вследствие этого торможения в не-нейральные производные.

в. Генетическая подсистема, ответственная за детерминацию нейробластов и ганглиозных материнских клеток.

г. Генетическая подсистема, контролирующая сегментарную спецификацию нервных клеток.

2. Гены, функционирующие в других нейронах.

3. Гены, действующие в глиальных клетках.

4. Гены, действующие в окружающих тканях. Это гены, определяющие особенности развития тканей-мишеней и окружающих тканей и косвенно влияющие на экспрессию нейрогенов.

5. Гены, действующие на организменном уровне. К ним следует причислить гены, контролирующие гормональный статус организма

8. Генетический контроль нейрогенеза. Горизонтальный ряд генов.

Все нейральные функции от простого сенсорного ответа и моторной команды и до сложного познавательного поведения – зависят от слаженной работы ансамблей нервных клеток, формирующихся в ходе индивидуального развития.

Процесс дифференцировки нейрона, прохождения клеткой многоступенчатого пути от незрелого нейробласта до специализированного нейрона, обслуживается иерархической системой генов, взаимодействующих друг с другом и функционирующих на разных уровнях.

Но гены слагаются еще и в горизонтальный, временной ряд в зависимости от того эффекта, который они оказывают на последовательный во времени переход от одной фазы клеточной детерминации и дифференцировки к другой.

Рассмотрим этот временной ряд на примере дрозофилы. От генов поляризации, которых у дрозофилы известно около трех десятков, зависит формирование кранио-каудальной и дорзо-вентральной осей зародыша. Из дорзальной эктодермы в последующем развиваются только эпидермальные производные, вентральный называют вентральным нейрогенным регионом (vnR), из которого формируются как эпидермальные, так и нейральные производные.

Первый выбор, который осуществляет клетка эктодермальной закладки, – стать дорзальной или вентральной. Точно так же приходится выбирать и еще одну полярность – передне-заднюю.

Перед 1800 клетками, составляющими вентральную нейрогенную закладку, встает вопрос, чем быть (чем стать): нейроном или эпидермальной клеткой. Каждая клетка стоит перед таким выбором и делает его. Как оказалось, выбор этот определяется специфической генетической системой, которая представлена двумя группами локусов, обозначаемыми как нейрогенные и антинейрогенные.

Нормальные аллели нейрогенных локусов осуществляют в процессе развития влияния, благодаря которым часть эмбриональных клеток начинает дифференцироваться как эпидермальные. Мутации по этим генам вызывают аномалию развития, которая практически несовместима ни с дальнейшим процессом развития, ни с жизнью организма: у них происходит так называемая "нейтрализация" развития. Такие эмбрионы представляют собой сверхразвитую нервную закладку, в которой практически нет или очень мало эпидермальных клеток (отсюда название – нейрогенные локусы).

9. Эволюция поведения. Ч.Дарвин об эволюции инстинктов. Разработка проблем эволюции поведения в классической этологии. Сравнительный анализ признаков поведения: адаптивная радиация, конвергенция, оценка роли средовых факторов.

Ч.Дарвин считал, что признаки поведения, как и морфологические признаки, характеризуются наследственной изменчивостью. На примере нескольких инстинктов, свойственных животным разных таксономических групп, он показал возможные пути формирования такого поведения "путем медленного накопления многочисленных слабых, но полезных уклонений", которые "обязаны своим возникновением тем же причинам, какие вызывают изменения в строении тела".

Дарвин отмечает, что, хотя данные об инстинктах вымерших животных отсутствуют, а современные виды изучены недостаточно, при сравнении родственных видов можно обнаружить постепенные переходы от простых к самым сложным инстинктам. Например, в пределах группы кукушек имеется целый ряд вариаций форм родительского поведения – от непаразитических видов, насиживающих яйца, до видов, полностью паразитических.

Изучение эволюционных аспектов поведения составило одно из основных и наиболее важных направлений в работе Н. Тинбергена и его учеников. Параллельно с К.Лоренцем он развивал выдвинутые Дарвином идеи об эволюции поведения, последовательно применяя введенный им сравнительный метод и распространяя его на более широкий круг явлений.

Основные работы этологов в этом направлении условно можно подразделить на две основные группы:

- 1) выяснение таксономического значения поведенческих признаков;
- 2) исследование адаптивного значения поведенческих признаков и роли естественного отбора в их формировании.

При сравнительном изучении признаков поведения этологи анализировали как различие, так и сходство поведения видов разной степени родства. Благодаря этому удалось выявить наличие адаптивной радиации и конвергенции признаков поведения, т.е. тех же закономерностей, которые были описаны при изучении эволюции структурно-морфологических признаков.

Адаптивная радиация — это появление разнообразных форм, имеющих общего предка, но видоизменившихся применительно к разнообразным условиям обитания. Адаптивная радиация дает возможность использовать новые источники пищи и избегать врагов.

Конвергенция – сравнение далеких в систематическом отношении видов – тоже плодотворный метод изучения приспособительных свойств поведения. В ряде случаев оказывалось, что организмы, не находящиеся в близком родстве, попадали в похожие условия и подвергались влиянию близких факторов отбора. Благодаря этому в процессе такой параллельной эволюции они в конце концов приобретали черты сходства, несмотря на отсутствие родства.

Классическим примером экспериментального исследования функции и адаптивного значения отдельного поведенческого акта, которое сочетает все вышеуказанные особенности подхода этологов к данной проблеме, может быть изучение реакции удаления скорлупы у обыкновенной чайки. Скорлупу убирают те виды чаек, птенцы которых долгое время остаются в гнезде. Если же выводки покидают гнездо вскоре после вылупления, то скорлупа остается на месте.

Следовательно, эта, на первый взгляд незначительная поведенческая реакция, занимающая всего несколько десятков секунд один раз в год, имеет для вида определенное адаптивное значение.

## 10. Исследования эволюции общественного поведения животных. Основные положения социобиологии.

В настоящее время основной работой, которая систематизирует данные по социальной организации животных разного уровня филогенеза, является упомянутая выше монография Е.Н. Панова (1983).

Один из наиболее известных подходов к решению второй проблемы – выявлению эволюционных механизмов формирования биосоциальности – это так называемая социобиология (sociobiology).

Социобиология основывается на следующих понятиях и постулатах.

Генетическая приспособленность – оценивается по вкладу данного генотипа в генофонд следующего поколения, т.е. по способности особи давать плодовитое потомство.

Индивидуальный отбор – это единственная форма естественного отбора, поскольку до сих пор убедительных фактических доказательств существования группового отбора так и не было получено.

Совокупная, или итоговая, приспособленность – индивидуальная приспособленность особи вместе с приспособленностью ее родичей. Очевидно, что величина приспособленности родичей находится в прямой зависимости от степени близости родства.

Альтруизм – такое поведение, в результате которого индивидуальная приспособленность другой особи повышается за счет снижения приспособленности данной особи. Существует также представление о реципрокном альтруизме, когда обмен альтруистическими актами в разные моменты времени происходит между неродственными особями.

11. Развитие поведения в онтогенезе. Ранние гены и их роль в развитии. Регуляторная роль гормонов, G-белков. Роль эмбрионального и неонатального опыта в развитии поведения. Родительские эффекты в развитии.

Ранние гены – класс генов, которые активируются в течение нескольких минут после воздействия на клетки факторов роста, причём эта транскрипционная индукция происходит даже в том случае, если в среду добавлены ингибиторы синтеза белка. Эти гены кодируют ядерные белки, которые являются транскрипционными факторами и регулируют экспрессию других генов. Осуществляется координация между онтогенетическими событиями в нервной системе и во внешней среде. Связаны с процессами обучения и консолидации памяти (процесс перехода из кратковременной памяти в долговременную).

Благодаря ранним генам даже краткие средовые сигналы могут быть преобразованы в каскад продолжительных событий, приводящих к изменениям внутри клеток и к межклеточным взаимодействиям. Ранние гены могут участвовать как в закладке нервной системы в эмбриогенезе, так и в её пластических изменениях после рождения.

Рецептор – молекулярный комплекс, имеющий область связывания с ДНК, область связывания с гормоном и область, отвечающую за регуляцию транскрипции.

После связывания гормона со своим рецептором результирующий комплекс способен прикрепиться к акцепторным участкам на хроматине и регулировать транскрипцию.

На продукцию и секрецию гормонов значительно влияет средовая стимуляция. Поэтому на генетическую активность в клетках-мишенях может влиять средовой опыт. Который приводит к изменению содержания гормонов в организме.

G-белки соединяются с внутриклеточным гуанозин-три-фосфатом (ГТФ).

Состоят из трёх связанных с мембраной белков, которые называются альфа-, бета- и гамма-субкомпонентами.

Субкомпоненты служат триггерами каскадов клеточных событий.

• Активированные G-белки способны влиять на проницаемость мембранных

каналов.

- Способны стимулировать высвобождение кальция из клеточных резервов, который, в свою очередь. Может активировать кальций-зависимые ферменты и запускать ряд других клеточных реакций, которые могут влиять на транскрипцию, трансляцию и посттрансляционные клеточные события в нейроне.

- В различные периоды развития события во внешней среде могут вмешиваться, изменяя работу генетического аппарата, включая одни гены и выключая другие, или изменяя активность их экспрессии.

Активированные G-белки имеют продолжительность жизни от секунд до минут, затем происходит самоинактивация G-альфа, после чего он реагирует с бета- и гамма-субкомпонентами и возвращается в исходное состояние.

## 12. Вариабельность в нервной системе. Эпигенез. Теория эпигенеза путем селективной стабилизации синапсов.

Эпигенез (Гарвей, 1651) – учение о зародышевом развитии организмов как процессе, осуществляемом путём серии последовательных новообразований.

Эпигенез представляет развитие как системный динамический процесс, в котором гены могут играть роль своеобразных триггеров в процессах дифференцировки клеток, направляющих развитие по тому или иному пути, но при этом существует множество негенетических факторов (клеточное окружение, поступление различных сигналов от других клеточных систем и из внешней среды, различные случайности развития и т.д.), которые модифицируют развитие.

Пример: альбинизм, мутация приводит к мутации – отсутствие кожного меланина, и, по идее, не должен затрагивать нервную систему, однако у альбиносов имеются отклонения в развитии латерального коленчатого тела и зрительного нерва.

Одним из важнейших этапов морфогенеза нервной системы является установление функциональных связей между клетками (как между самими нейронами, так и между нейронами и клетками тех органов и тканей, которые они инактивируют). Не нужно доказывать, что от характера нейронных связей во многом будет зависеть поведение индивида.

Теория эпигенеза путём селективной стабилизации синапсов выдвинута Жан-Пьером Шанже в 1997г.

Сохранение основных принципов организации ЦНС из поколения в поколение, то есть сохранение видоспецифических характеристик, обеспечивается набором генов, которые контролируют:

- деление, миграцию и дифференциацию нервных клеток;
- поведение конуса роста;
- взаимное узнавание клеточных категорий;
- образование широко распространённых сетей;
- начало спонтанной активности.

Фенотипическая вариабельность, характерная даже для генетически идентичных организмов, особенно у высших форм млекопитающих, включая человека, возникает в процессе развития. Как только эмбриональные нейроны заканчивают процесс деления, начинается бурный и избыточный рост нейритов (аксонов и дендритов) и их активное ветвление. На этой критической стадии наблюдается максимум избыточности и разнообразия связей, устанавливаемых в образующихся нейронных сетях, устанавливаемых в образующихся нейронных сетях. Эта избыточность является временной. Вскоре вступают в силу обратные процессы: начинается гибель нейронов,

значительная часть нервных отростков исчезает, исчезают и многие до того активные синапсы.

По мере созревания в процессе формирования функциональных систем организма происходит постоянное взаимодействие между всеми элементами системы и внешней средой. В результате функционально значимые связи остаются, происходит стабилизация синапсов, остальные (избыточные) связи исчезают.

13. Основы частной генетики поведения животных. Генетика поведения "простых" объектов: инфузории, нематоды. Генетика поведения насекомых: медоносная пчела.

Простейшие, и в частности инфузории, – это перспективный объект для исследования генетики наиболее примитивных реакций. В качестве генетического объекта обычно использовались инфузории рода *Paramecium*, в частности один из наиболее крупных видов – *P.aurelium*.

Аутогамия – присущий простейшим способ самооплодотворения – позволяет получать полностью гомозиготных особей уже во втором поколении.

Движение инфузории осуществляется с помощью ресничек, покрывающих всю поверхность тела. Движение ресничек координируется общим физиологическим механизмом, связанным с возбудимой мембраной.

Мутации, выявленные у инфузории, влияют главным образом на характер движения. Особи "дикого типа" в норме перемещаются вперед короткими "проплывами", которые прерываются поворотами на 90°. Такие повороты рассматриваются как проявление спонтанных реакций избегания.

Генетические нарушения – мутации – выявляются именно в характере движений этих животных. При рецессивной мутации *fast-2* инфузория очень быстро перемещается, совершая при этом большое число поворотов. Группа мутаций *rawp* (3 локуса, 62 мутации) характеризуется полным отсутствием реакции избегания, и клетка может двигаться только вперед (как пешка в шахматах). При *raganoiac* аномально усилены реакции избегания. Анализ физиологических процессов показал, что эти мутации нарушают нормальную функцию мембраны и почти не влияют на реснички. Существуют данные об аномальных электрофизиологических реакциях, соответствующих нарушениям разных типов. Генетика поведения насекомых: дрозофила. Поведенческий репертуар дрозофилы. Половое поведение, обучение. Мутации отдельных генов. Плейотропные эффекты. Суточный ритм. Геотаксис.

Характерной чертой поведения насекомых (в том числе мух рода *Drosophila*) является преобладание в нем видоспецифических фиксированных комплексов действий. Однако наряду с ними в поведенческом репертуаре плодовой мушки имеются как более простые (таксисы), так и более сложные (реакции, приобретенные при обучении) феномены. Наиболее подробно изучено поведение *Drosophila melanogaster*.

Половое поведение. У двукрылых, и в частности у дрозофилы, этот вид поведения организован достаточно сложно. Собственно спариванию предшествует более или менее интенсивно выраженное поведение ухаживания, функция которого – активация обоих партнеров. Процесс ухаживания включает в себя несколько стадий. Первая из них – это стадия ориентации, когда самец занимает перед самкой положение, перпендикулярное продольной оси ее тела. Во время второй стадии он осуществляет вибрацию крылом, повернутым в горизонтальной плоскости на 90°. Эта фаза очень вариабельна по длительности (она укорочена при мутации *yellow*) и по "рисунку" отдельных пачек сигналов, а также интервалов между ними. Затем следуют стадии облизывания гениталий и собственно садки.

#### 14. Генетика поведения насекомых: дрозофила. Мутации, влияющие на половое поведение. Мутации обучения и памяти у дрозофилы.

Половое поведение дрозофилы намного примитивнее, чем у птиц и млекопитающих, коммуникационные процессы которых трудны для исследования именно из-за их сложности. У дрозофилы простота и четкость взаимодействия партнеров при спаривании видоизменяются в результате некоторых мутаций, что позволяет уточнить сложную мозаику их чередования.

Уже упоминалось о влиянии мутации *yellow* на фазу вибрации при ухаживании самца: она оказывается укороченной, и уровень стимуляции самки, необходимый для продолжения ритуала ухаживания, достигается только потому, что возбудимость самок этой линии выше, чем у самок дикого типа. Нарушение нормального ритма вибрации происходит и при мутации *sasorphony*.

Частота биений крыла, длительность отдельных "пульсов" и интервалов между ними – это признаки, по которым различаются близкие виды, обеспечивая межвидовую изоляцию.

После спаривания в половых путях самки образуется специальное сигнальное вещество – антиафродитный феромон цис-вакцинилацетат.

Роль поведения самки в осуществлении самцом ритуала ухаживания была проанализирована еще в 70-е годы с использованием метода гинандроморфных мозаиков. Исследование полового поведения гинандроморфных мозаиков показало, что эффекты разных мутаций определяются изменениями в разных участках ЦНС мухи. Отставление крыла и ориентация самца относительно самки, нарушающиеся при некоторых мутациях, связаны с работой надглоточного ганглия. Она повреждается при мутациях *fruitless* и *celibate*, и это ведет к нарушению копуляции. Изменение видоспецифической "песни"-вибрации при мутации *sasorphony* связано с дефектом в торакальном ганглии мухи. О сложности механизма ритуала ухаживания говорит и тот факт, что он изменяется при мутациях в локусе *per*, когда нарушается и циркадная ритмика ряда процессов. Возможно, что физиологические механизмы, обеспечивающие ритмические осцилляции, и механизмы, координирующие последовательности действий при ухаживании, либо управляются из одного отдела ЦНС, либо связаны с функцией одной медиаторной системы.

Для массового тестирования поведения мух широко используется метод "обратного потока". Несложное техническое устройство, которое позволяет "фракционировать" мух с разной выраженностью соответствующего признака, используется практически во всех исследованиях, связанных с обучением дрозофилы.

Группу из 30—50 мух помещают в специальную трубку, внутри которой они могут перемещаться в направлении, например, источника света. В тестовую трубку подают пары вещества, обладающего сильным, но индифферентным для них запахом. Продувание паров пахучего вещества сопровождается подачей электрического тока на специальные металлические пластины-электроды, протянутые вдоль всей трубки. Включение тока вызывает у мух оборонительные реакции. По прошествии определенного интервала времени их можно тестировать повторно, предлагая на этот раз только запах, но не включая электрический ток. При этом регистрируют число мух, которые все-таки переместились в направлении света при предъявлении условного (запахового) сигнала, несмотря на то что ранее она сопровождалась неприятным стимулом. Это число мух сопоставляется с данными по той же группе насекомых, когда они просто перемещались в градиенте нового для них, но также нейтрального запаха.

Достоверность различий в реакциях на запах с "наказанием" и на истинно нейтральный запах (получавшие удар тока мухи двигались к свету медленнее)

свидетельствовала об имевшем место научении насекомых.

## 15. Генетические исследования поведения млекопитающих. Исследования генетики поведения собак. Генетические исследования поведения грызунов.

### Генетические исследования поведения млекопитающих

Классический менделевский анализ рассматривает признаки, которые находятся под влиянием одного, двух, реже трех генов. Это так называемое моно- или дигенное (олигогенное) наследование. В подобных случаях фенотипы разделяются на небольшое число дискретных классов. К категории "менделирующих" генов относятся, например, гены, влияющие на обмен веществ, а их плейотропные эффекты затрагивают поведение.

В то же время огромное большинство признаков поведения, так называемых количественных, отличаются плавной (недискретной) изменчивостью, которая определяется значительным числом генов. В генетике количественных признаков анализируют состав изменчивости. Ее оценивают путем определения генетической и средовой компонент дисперсии величины признака, а также доли изменчивости, которая связана с эффектами взаимодействия генетических и средовых факторов.

Несмотря на то, что основные результаты в генетике поведения получены на лабораторных грызунах, важным объектом исследования была и собака. К изучению генетических основ поведения этих животных предрасполагало их крайнее разнообразие по экстерьеру и по поведенческим реакциям.

Собака была традиционным лабораторным животным в исследованиях И.П.Павлова. Именно для собак была впервые сформулирована его концепция типов высшей нервной деятельности и выделены 4 основных типа (или темперамента), условно названных холерическим, сангвиническим, флегматическим и меланхолическим, а также некоторое число промежуточных по характеру подтипов. Каждый из этих типов ВНД предполагал у его носителя определенную комбинацию более простых свойств нервной системы — возбуждения и торможения, т.е. силы, подвижности и уравновешенности. Типология ВНД, предложенная Павловым, отражала стремление подвести строгую научную основу и дать количественную оценку индивидуальной изменчивости признаков поведения.

Следующим логическим этапом такого подхода было изучение генетических основ индивидуальной изменчивости ВНД, точнее, генетических основ типологии. Наиболее простым методически и в то же время весьма перспективным в плане изучения генетико-физиологических механизмов поведения оказался анализ наследования общего уровня возбудимости животного.

## 16. Концепция классического близнецового метода. Способы определения зиготности близнецов. Ограничения метода: пре- и постнатальные. Постулат о равенстве сред у монозиготных и дизиготных близнецов.

Классические близнецовые исследования представляют собой сравнение фенотипического сходства МЗ и ДЗ близнецов. МЗ близнецы, в отличие от ДЗ, развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки и, следовательно, получают одинаковый генетический материал.

Сравнение сходства МЗ близнецов по какой-либо психологической черте со сходством ДЗ близнецов позволяет оценить, в какой степени генетическая дисперсия определяет фенотипическую дисперсию черты.

Идея близнецового метода была сформулирована Ф.Гальтоном еще в 1865 году, но окончательная его модификация связана с именем Г.Сименса.

Отличить монозиготных близнецов от дизиготных иногда бывает очень сложно. Для

этого важно знать: пол обоих близнецов, их массу тела, количество плацент, строение плацент и ход сосудов в них, количество оболочек, отделяющих одно плодовместилище от другого, группу крови и резус-принадлежность, наследственность, особенности течения беременности и др.

Наиболее простым способом, позволяющим определить принадлежность близнецов к монозиготной или дизиготной двойне, является осмотр последа.

При дизиготной двойне всегда отмечаются две плаценты. Перегородка между амниотическими полостями состоит из 4 оболочек: двух амниотических и двух хориальных.

При наличии однополых дихориальных близнецов должно быть проведено дополнительное обследование на зиготность, так как при монозиготной дихориальной двойне имеет место аналогичная картина, что и при дизиготной двойне.

При монозиготной монохориальной двойне перегородка между плодовместилищами состоит из двух хориальных оболочек, определяется одна плацента.

Несмотря на свое широкое применение, близнецовый метод имеет определенные ограничения в своем использовании. В качестве данных ограничений можно выделить такие как систематические различия между близнецами и не близнецами по ряду признаков, например, масса, частота врожденных аномалий; психологические и социальные особенности развития близнецов в постнатальный период.

Постулат о равенстве сред МЗ и ДЗ близнецов. Если МЗ близнецы, живущие отдельно становятся все менее схожи друг с другом по некой психологической характеристике, а ДЗ близнецы, живущие врозь, не отличаются по внутриварному сходству от вместе живущих ДЗ близнецов, то можно сделать вывод, что средовые условия МЗ и ДЗ неравноценны, а выводы о наследуемости изучаемой характеристики завышают показатель наследуемости этой характеристики.

17. Разновидности близнецового метода: метод разлученных близнецов, метод контрольного близнеца, метод близнецовых семей, исследование близнецов как пары. Генетические и общепсихологические задачи, решаемые этими вариантами метода.

Метод разлученных близнецов заключается в оценке внутриварного сходства исследуемого признака у близнецов, которые были разлучены в детстве и, следовательно, воспитывались в разных средах. Наибольшую ценность представляют пары МЗ близнецов (МЗр), разлученных в первые месяцы или годы жизни, поскольку это означает, что два генетически одинаковых человека растут в разных условиях. В таком случае их сходство не может быть объяснено сходством постнатальной среды, следовательно, полученные корреляции - во многом отражает наследуемость признака. Критика этого варианта близнецового метода заключается в сложности оценки действительного различия сред, в которых воспитывались МЗ близнецы.

Метод контрольного близнеца (взаимоконтроля близнецов, контроля по партнеру, близнеца-свидетеля) основан на том, что МЗ близнецы являются идеальным контролем друг к другу. Если группу МЗ близнецов разделить на две выборки так, чтобы в каждую вошли по одному близнецу из каждой пары, то исследователь получит уникальную ситуацию — две выборки, уравненные и по генетической конституции, и по основным средовым (общесемейным) параметрам. Далее можно, например, одну группу тренировать, а другую — нет или тренировать их в разном возрасте, как это было сделано в работе А. Гезелла, который впервые использовал метод, изучая развитие одной женской пары МЗ близнецов с первых месяцев жизни до 14 лет. Они получили материал, свидетельствующий о зависимости эффективности обучения (двигательного и речевого) от возраста.

Метод семей МЗ близнецов, или метод монозиготных полусиблингов заключается в сопоставлении детей в семьях, где матери или отцы являются монозиготными близнецами. Эти дети имеют своеобразный генетический статус: тетя (или дядя) с точки зрения генетической — то же самое, что мать (или отец).

Главная задача, для решения которой этот метод дает ценный материал, состоит в выявлении так называемого материнского эффекта. Этим термином обозначается преимущественное влияние матери на фенотип потомков, возникающее не только благодаря передаче генов, но и из-за психологических, постнатальных, а также биологических и внутриутробных факторов.

#### 18. Генеалогический метод. Основная схема метода. Генограмма. Общая и индивидуальная среды.

Генеалогический метод (анализ родословных) основан на сравнении представителей одной семьи в ряду поколений. Для того чтобы это сравнение сделать более наглядным, родословную изображают графически с помощью специальных символов. При составлении генеалогического древа существуют определенные правила. Так, символы представителей одного поколения располагаются в одной строке родословной. Нумерация поколений происходит в направлении от предыдущих поколений к настоящему и проставляется слева от родословной римскими цифрами. Обозначения детей в каждой семье располагаются слева направо в порядке рождения и помечаются номерами или годами жизни.

При анализе родословной исследователь анализирует проявление признака в ряду поколений. Если признак повторяется в ряду поколений, то делается вывод о генетической природе индивидуальных различий по данному признаку.

Генеалогический метод не позволяет точно ответить на вопрос, за счет генетических или средовых факторов происходит повторение изучаемого признака в ряду поколений. Но этот метод позволяет определить тип наследования разного рода признаков (например, заболеваний или аномальных особенностей внешности) и сделать прогноз на будущее. Носитель интересующего нас признака называется пробандом. В ряду поколений на генеалогическом древе обозначаются люди, обладающие признаком (например, пораженные данным заболеванием). Далее анализируется логика повторения признака и устанавливается тип наследования.

Таким образом, генеалогическое исследование само по себе, без объединения с другими методами, имеет очень низкую разрешающую способность и не позволяет надежно «развести» генетический и средовой компоненты дисперсии психологического признака. Хотя, будучи объединены с другими методами, например, с близнецовым, семейные данные позволяют решать вопросы, которые без них решать невозможно (например, уточнять тип наследственной передачи — аддитивный или доминантный), или контролировать средовые переменные (к примеру, общесемейную и индивидуальную среду, эффект близнецовости).

Генеалогический метод может быть полезен педагогам в учебно-воспитательном процессе для грамотного подбора методов и принципов обучения, организовав коррекционную работу с детьми.

Генограмма – это графическое изображение всех членов семьи человека, которая описывает происходящие важные события.

Анализ генограммы позволяет выявить повторяющиеся в системе события, даты (“синдром годовщины”), распознать наследственные семейные болезни, а также негативные эмоциональные паттерны (модели) и паттерны отношений, личностные

характеристики и семейные верования, передающиеся из поколения в поколение.

19. Метод приемных детей. Основная схема, история возникновения, современные программы. Исследование взаимодействия генотипа и среды методом приемных детей. Исследования семей, имеющих и биологических, и приемных детей. Ограничения метода.

Метод приёмных детей - один из методов психогенетики, основанный на исследовании усыновлённых детей и являющийся наиболее надёжным методом для определения относительного вклада генотипа и среды в вариативность изучаемого признака. Прототип метода был использован Ф. Гальтоном при анализе достижений родственников выдающихся людей и описан в 1869 г. в его первой книге "Hereditary Genius". Первое систематическое исследование развития детей в приёмных семьях, опубликованное в 1924 г., напомнило о возможностях метода приёмных детей для исследования источников вариативности когнитивных способностей. С 30-х годов XX столетия метод используется в психогенетике. Метод используется при исследовании природы вариативности показателей интеллекта, когнитивных способностей, темперамента, личности и расстройств личностной сферы.

Схема эксперимента включает в себя, во-первых, сопоставление детей и их биологических родителей и, во-вторых, сопоставление детей и их родителей-усыновителей. Если дети были усыновлены в первые дни жизни и никогда не видели своих биологических родителей, то с ними они имеют только общие гены. С родителями-усыновителями, с которыми дети прожили всю жизнь, у детей нет никакого генетического сходства, но зато есть общие средовые условия. Большое сходство детей с биологическими родителями свидетельствует в пользу генотипических влияний, большее сходство с родителями-усыновителями - в пользу средовых влияний. Варианты этой схемы включают в себя дополнительно к сопоставлению родителей и детей еще и сравнение детей, не имеющих генетического сходства, но живущих в одной семье.

20. Электроэнцефалография как метод исследования. Функциональное значение ЭЭГ и ее составляющих. Роль генотипа в формировании индивидуальных особенностей ЭЭГ. Типы ЭЭГ и их наследственная обусловленность.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) - метод исследования деятельности головного мозга животных и человека; основан на суммарной регистрации биоэлектрической активности отдельных зон, областей, долей мозга. ЭЭГ применяется в современной нейрофизиологии, а также в неврологии и психиатрии.

ЭЭГ - сложная кривая, состоящая из волн различных частот и амплитуд. В зависимости от частоты на ЭЭГ различают волны, обозначаемые греческими буквами "альфа", "бета", "дельта" и др.

Ритмический характер биоэлектрической активности коры, и в частности альфа-ритма, обусловлен в основном влиянием подкорковых структур, в первую очередь таламуса (промежуточный мозг). Именно в таламусе находятся главные, но не единственные нейронная сеть, пейсмекеры или водители ритма, отвечающие за генерацию ритма определенной частоты. Одностороннее удаление таламуса или его хирургическая изоляция от неокортекса приводит к полному исчезновению альфа-ритма в зонах коры прооперированного полушария. При этом в ритмической активности самого таламуса ничто не меняется. Существует немало предположений, касающихся функциональной роли альфа-ритма. Предполагается, что альфа-ритм отражает реверберацию возбуждений и тесно связан с механизмами восприятия и памяти. Его роль состоит в своеобразной

функциональной стабилизации состояний мозга и обеспечении готовности реагирования.

В покое в ЭЭГ могут присутствовать и другие ритмические составляющие, но их значение лучше всего выясняется при изменении функциональных состояний организма. Так, дельта-ритм у здорового взрослого человека в покое практически отсутствует, но он доминирует в ЭЭГ на четвертой стадии сна, которая получила свое название по этому ритму (медленноволновой сон или дельта-сон).

Напротив, тэта-ритм тесно связан с эмоциональным и умственным напряжением. Его иногда так и называют стресс-ритм или ритм напряжения. У человека одним из ЭЭГ симптомов эмоционального возбуждения служит усиление тэта-ритма с частотой колебаний 4-7 Гц, сопровождающее переживание как положительных, так и отрицательных эмоций. При выполнении мыслительных заданий может усиливаться и дельта-, и тета-активность. Причем усиление последней составляющей положительно соотносится с успешностью решения задач. По своему происхождению тэта-ритм связан с кортико-лимбическим взаимодействием. Предполагается, что усиление тэта-ритма при эмоциях отражает активацию коры больших полушарий со стороны лимбической системы.

21. Влияние генотипа на формирование параметров энцефалограммы. Генетическая природа индивидуальных особенностей спектра ЭЭГ. Роль генотипа в индивидуальных особенностях ЭЭГ при ее реактивных изменениях.

Результаты близнецовых и семейных исследований так или иначе свидетельствуют о вкладе генотипа в межиндивидуальную изменчивость разных параметров практически всех ритмических составляющих ЭЭГ. Однако наибольшая определенность существует в отношении альфа-ритма. В отношении остальных ритмических составляющих ЭЭГ, во-первых, имеется меньше данных, во-вторых, эти данные, особенно касающиеся медленных составляющих, более разноречивы, и потому пока трудно сделать окончательный вывод относительно любого из ритмов, кроме альфа-волн.

В исследовании А.П. Анохина было также установлено, что у родителей с высокими значениями такой характеристики альфа-ритма, как альфа-индекс, дети в большинстве своем имеют значения альфа-индекса выше среднего, и напротив, у родителей с низким значением альфа-индекса дети чаще всего имеют сравнительно низкий альфа-индекс.

Исследование роли генотипа в индивидуальных особенностях спектра ЭЭГ проводилось Д. Ликкеном и Х. Стассеном. Уже в первых исследованиях было обнаружено поразительное сходство спектров относительной мощности ЭЭГ МЗ близнецов. Рисунки спектров МЗ близнецов оказались так же похожи, как и первичные записи ЭЭГ. Они напоминали спектры одного и того же человека, сделанные в разные дни. У ДЗ близнецов, напротив, спектры оказались похожи не более, чем спектры неродственников. Таким образом, результаты дали основание считать, что спектры относительной мощности ЭЭГ в значительной степени обусловлены генотипом.

22. Эволюция языка.

1990е годы в поле зрения ученых попала одна британская семья, которую в литературе называют КЕ. В этом семействе в трех поколениях встречалось достаточно тяжелое расстройство речи, и оно наследовалось как аутосомно-доминантный признак.

В первую очередь проводили нейропсихологическое обследование. Выяснилось, что у всех членов семьи, в том числе и не страдавших речевым расстройством, коэффициент интеллекта был ниже среднего. То есть, во-первых, описываемое расстройство речи не вполне специфично, и некоторые проявления могут быть обусловлены умственной отсталостью. Во-вторых, специальные речевые тесты также не подтвердили гипотезу, что

поражена способность пользоваться грамматическими правилами. Скорее у пациентов были трудности с координацией движений, управлением мышцами орофациальной зоны.

Нейровизуализационные исследования показали, что имело место нарушение развития мозга, которое привело к морфологически регистрируемым изменениям размеров определенных структур, в том числе подкорковых ядер и мозжечка.

Тем не менее, связь с функцией речи была очевидна, и это была единственная «генетическая зацепка», оказавшаяся в руках ученых. В конце девяностых годов начались поиски генетических структур, которые обуславливали бы нарушения речи в семье КЕ. Сначала обнаружили, что отличается по своему строению хромосома 7, затем – ее конкретный участок, где предположительно локализовался ген. Его назвали SPCH1 – и, наконец, с помощью данных уже из другого клинического случая, обнаружили сам ген – FOXP2.

Продукт FOXP2 – транскрипционный фактор, то есть регулирует экспрессию других генов. Он непосредственно связывается с участком ДНК, содержащим эти гены, что влияет на вероятность их транскрипции. Особенностью этого белка является структурный мотив – домен в форме вилки (forkhead-box, или, сокращенно, FOX домен), который и связывается с ДНК.

### 23. Эволюция репродуктивного поведения.

Репродуктивное поведение — это система психических состояний, действий и отношений, связанных с рождением или отказом от рождения детей любой очередности, в браке или вне брака. Репродуктивное поведение является социально-психологической основой рождаемости. К такому поведению может быть условно отнесено и решение супругов об усыновлении ребенка. Репродуктивное поведение формируется под воздействием политических, экономических, этнокультурных и этических факторов и проявляется как реакция людей на внешние и внутренние стимулы к продолжению рода и планированию будущего семьи. Внешними стимулами рассматриваемого поведения являются осознание ценности детей для родителей, семьи и общества, а также семейные традиции и общественное мнение. Репродуктивное поведение в концентрированном виде включает в себя цикл действий, начиная с момента принятия решения о зачатии ребенка до его рождения. Изучение репродуктивного поведения позволяет определить влияние психики людей, условий их жизни на процессы рождаемости, а также проводимой семейной политики и объяснить исторические изменения репродуктивного поведения.

### 24. Эволюция эмоций: страха, юмора, влюбленности и др.

Страх, сформировался у человека миллионы лет назад, на заре развития человечества, в ходе эволюции, в процессе горького опыта выживания, когда первобытный человек существовал в сложнейших и труднейших условиях (по сути, стрессовых условиях) борьбы за выживание как вида. В этой жесткой борьбе за выживание древнему человеку были необходимы и мгновенная оценка мозгом угрозы жизни, и мгновенные, своевременные реакции организма на эти угрозы, в том числе и на ложные: лучше переоценить ситуацию, чем недооценить её, что могло привести к гибели.

Страх трансформировался в инстинкт самосохранения - важнейшую универсальную, жизненно необходимую, защитную реакцию организма, передаваемую на генном уровне. Инстинкт самосохранения стал одним из мощнейших и жизнеобеспечивающих бессознательных человеческих инстинктов, на который природа возложила ответственность по предупреждению человека об опасности, тем самым сохраняя ему жизнь и здоровье, помогая выжить в экстремальных ситуациях, сохраниться, как вид.

Страх, трансформированный в инстинкт самосохранения, не смотря на негативную эмоциональную окрашенность, по своей сути, это позитивное явление, генеральной целью которого является обеспечение необходимого уровня безопасности человека перед реальными угрозами. Инстинкт самосохранения контролируется мозгом, наравне с основными процессами жизнедеятельности организма (дыхание, пищеварение и т.д.).

Механизм возникновения смеха – сначала присутствует раздражитель, затем в какой-то "момент икс" ситуация резко меняется, и раздражитель становится смешным. Считается, что человеческая речь возникла и развилась после чувства юмора, во многом, чтобы уметь описать удовлетворение от подобных ситуаций. Профессор Джек Панксепп, специалист по поведению животных из Университета Боулинг Грин штата Огайо, объясняет - нейронные сети, ответственные за смех, расположены в "древних" участках нашего мозга, в тех его структурах, которые имеются у многих животных.

Если взглянуть на эволюцию любви в животном царстве, становится ясно, что она возникла задолго до появления человечества. А причины ее возникновения, возможно, довольно зловещи.

Любовь в современном понимании эволюционировала из физического влечения — а оно, в свою очередь, был одним из первых изобретений живых существ на нашей планете. С его помощью живые организмы передают свои гены потомству.

Для любви необходим мозг, способный к эмоциям. С момента появления жизни до появления у жизни первых мозгов прошло несколько миллиардов лет. Поначалу эти мозги представляли собой лишь небольшие сгустки нервных клеток.

25. Эволюция религиозного сознания и поведения.

Эволюция религии — это прежде всего трансформация этнокультурных механизмов воспроизводства традиционных мировоззренческих стереотипов и одновременно появление новых видов обрядности и культов. Некогда она объясняла мир природы и тем самым управляла миром людей, выступая нравственно-этической парадигмой сущего. Однако со временем императивы религиозного сознания деформировались, иногда до полного растворения в светском и обыденном. Религия как бы гуманизируется, утрачивая жесткость ритуальных требований, не успевая вырабатывать однозначные критерии квалификации мирян на верующих и неверующих. Во всяком случае сегодня больше спорных проблем, чем устоявшихся решений, но самое главное — отсутствует целостная концептуальная схема, отражающая сложный процесс превращения теизма в непохожие на него паллиативы.

26. Эволюция эстетического чувства и искусства.

Истоки эстетической практики и эстетических знаний уходят вглубь человеческой истории. Свидетельства проявления первобытными людьми эстетического отношения к окружающей действительности, своих художественных наклонностей в виде орнаментально украшенных орудий труда и быта, наскальных изображений, животных наука относит к ориньяко-солютрейскому периоду верхнего палеолита (35-10 тыс. лет назад).

Возникновению у древних людей непосредственно художественного творчества предшествовал достаточно длительный период освоения окружающей действительности в сугубо утилитарных целях. Все, с чем сталкивался человек, — земля и вода, растения и животные, солнце и луна, свет и мрак, тепло и холод — осознавалось им как полезное или вредное, хорошее или плохое, а стало быть приносящее добро или зло. В представлениях о «полезном» и «добром» отражались самые существенные (содержательные) характеристики предметов и явлений действительности, взятые в их значении для

человека. На этой основе, вследствие расширяющейся практики и углубления познания, постепенно возникало и восприятие человеком предметов и явлений со стороны их формы как красивых или безобразных. Содержание мифов у разных народов мира, в частности, иллюстрирует характерную особенность ценностного сознания древнейших людей, связанную с его синкретичностью. Оценка «полезности», «добра» и «красоты», как, впрочем, «вреда», «зла» и «уродства», изначально предстает недифференцированной, слитной, фиксирующей лишь в самом общем виде положительное или отрицательное значение для человека предметов и явлений, попадавших в сферу их практического освоения и познания.

## 27. Эволюция этики и альтруизма.

Во многих ситуациях эгоистичному гену выгодно пожертвовать одной-двумя своими копиями для того, чтобы обеспечить преимущество остальным своим копиям, которые заключены в других организмах.

К этой мысли биологи стали подходить уже в 30-е годы прошлого века. Важнейший вклад в понимание эволюции альтруизма внесли в разное время три великих биолога: Рональд Фишер, Джон Холдейн и Уильям Гамильтон.

Теория, которую они построили, называется теорией родственного отбора. Суть ее образно выразил Холдейн, который однажды сказал «Я бы отдал жизнь за двух братьев или 8 кузенов». Что он имел при этом в виду, можно понять из следующей формулы, которая вошла в науку под названием «правило Гамильтона»:

«Ген альтруизма» (точнее, аллель, способствующий альтруистическому поведению) будет поддержан отбором и распространится в популяции, если

$$rB > C$$

- $r$  - степень генетического родства «жертвователя» и «принимающего жертву»
- $B$  – репродуктивное преимущество, полученное адресатом альтруистического акта репродуктивный ущерб, нанесенный «жертвователем» самому себе. Репродуктивное преимущество или ущерб можно измерять, например, в числе оставленных или не оставленных потомков.

С учетом того, что от акта альтруизма может выиграть не одна, а много особей, формулу можно модифицировать следующим образом:

$$nrB > C$$

где  $n$  – число принимающих жертву.

«Правило Гамильтона» не вводит никаких дополнительных сущностей и не опирается ни на какие специальные допущения. Оно чисто логически вытекает из элементарных базовых фактов популяционной генетики. Если  $nrB > C$ , «аллель альтруизма» начинает совершенно автоматически, без всяких внешних направляющих сил и без всякой мистики, увеличивать свою частоту в генофонде популяции.

С точки зрения самого «аллеля альтруизма» в этом никакого альтруизма нет, а есть чистый эгоизм. Этот аллель заставляет своих носителей – то есть организмы – совершать акт альтруизма, но тем самым аллель блюдет свои корыстные интересы. Он жертвует несколькими своими копиями, чтобы дать преимущество другим своим копиям. Естественный отбор – это ни что иное, как автоматическое и совершенно равнодушное и бессознательное взвешивание суммы выигрышей и проигрышей для аллеля – для всех его копий вместе – и, если выигрыши перевешивают, аллель распространяется.

## 28. Генетика интеллекта. Методы оценки показателей интеллекта. Корреляции показателей интеллекта у родственников разной степени родства.

Сейчас исследователи считают, что все когнитивные способности связаны с одной, довольно большой группой генов, неопределённых пока до конца, и обладающих плейотропным эффектом.

Психогенетики знают, что индивидуальные различия в уровне интеллекта наследуются. Массив работ в этой области — сотни исследований близнецов, приемных детей и их семей — показывает 50% наследуемости. Существует линейный рост наследуемости интеллекта: в младенчестве — 20%, в детстве и подростковом возрасте — 40%, во взрослой жизни — 60%, а в поздней жизни — 80%.

Интеллект в поведенческих исследованиях - это некий общий фактор (g), выявляемый серией тестов разного типа. Интеллект как общую когнитивную способность подразделяют на специфические когнитивные способности (зелёные блоки на картинке ниже).

Измерение интеллекта обладает высокой воспроизводимостью, т.е. в поведенческих исследованиях едва ли существуют более эффективные методики измерения чего-либо.

Оценка интеллекта осуществляется с помощью "коэффициента интеллектуальности" (IQ - Intelligence Quotient), который позволяет соотнести уровень интеллектуальных возможностей индивида со средними показателями своей возрастной и профессиональной группы. Основная масса людей (68%) считается людьми со средним нормальным интеллектом (10 от 84 до 115 баллов). Две другие группы (по 16% в каждой) рассматриваются или как умственно отсталые (люди со сниженным интеллектом: 10 от 10 до 84), или как обладающие высокими (выше среднего) интеллектуальными способностями (10 от 116 до 180). При  $10 < 50-70$  имеет место легкая умственная отсталость (дебильность или олигофрения), при  $10 < 50$  - умственная отсталость средней тяжести (имбецилы); при  $10 < 25$  - резко выраженная умственная отсталость (идиотия).

С изучения интеллекта началась вся количественная генетика. Начал эти исследования Френсис Гальтон - тот самый, который создатель евгеники и двоюродный брат Чарльза Дарвина. Причём Дарвин был не единственным известным учёным в его родне - чем Гальтон, конечно, гордился и желал выяснить, с чем связана такая повышенная интеллектуальность в его семье.

Для этого он провёл исследование на достаточно большом количестве семей: описал их родословные, очень спорными методами измерил у членов этих семей интеллект по 18-балльной шкале, и пришёл к следующему результату: если вы гений, то с вероятностью в 50% ваш сын тоже имеет высокие интеллектуальные способности, отец - с вероятностью 30%, дед - 15%, прадед - 3%.

## 29. Наследуемость вербального и невербального интеллекта. Генетика гениальности.

При исследовании интеллекта его подразделили на две составляющие – вербальный и невербальный интеллект. Для оценки каждого из них разработаны специальные оценочные тесты. Данные о наследовании уровня интеллекта, часто получают с помощью определения «коэффициента интеллектуальности» или IQ (от англ. сочетания Intelligence Quotient Intellectual quotient, IQ – показатель умственного развития). На исследовании IQ основан целый ряд работ, посвященных генетическому анализу индивидуальной изменчивости умственного развития.

Первые исследования интеллекта методом близнецов и приемных детей начались в 1920-х гг. Первые же исследования подтвердили существенный вклад генотипа в вариативность общего интеллекта. Для оценки влияния среды наиболее надежным и используемым стал близнецовый метод и его разновидность: метод разлученных монозиготных (МЗ) близнецов. В этом случае обнаруживаемые между ними различия в интеллекте можно объяснить исключительно влиянием средовых факторов.

В суммарной сводке по пяти исследованиям, с использованием различных методов оценки IQ, были получены следующие результаты. Усредненные коэффициента корреляции по этому показателю в паре МЗ разлученных близнецов составляли: 0,69; 0,71; 0,75; 0,75; 0,78. Такие высокие показатели корреляций указывают на преобладающее влияние наследственных факторов при формировании интеллекта. В целом, рассматривая результаты исследований, проведенных методом разлученных МЗ близнецов, можно отметить однотипность получаемых закономерностей. Сходство разлученных МЗ близнецов по интеллекту всегда достаточно высокое, несмотря на существенные различия в условиях жизни.

Близнецовый метод использовался также для выяснения особенностей вербального и невербального интеллекта. Такого рода исследования проводилось прежде всего для проверки гипотезы, согласно которой невербальные, т.е. «свободные от влияния культуры» характеристики окажутся под большим влиянием факторов генотипа, чем вербальные.

30. Генетика девиантного поведения. Генетика аутизма. Синдром дефицита внимания и гиперактивности, неспособность к обучению.

Отклоняющееся поведение (девиантное) (от лат. — отклонение) — поведение, нарушающее социальные нормы определённого общества. Выражается в поступках, поведении (действиях или бездействии) как отдельных индивидов, так и социальных групп, отступающих от установленных законодательно или сложившихся в конкретном социуме общепринятых норм, правил, принципов, образцов, обычаев, традиций.

К девиантному поведению относятся не только преступления и иные правонарушения (гражданско-правовые деликты, административные правонарушения, дисциплинарные проступки и т.д.), но и алкоголизм, пьянство, наркомания, бродяжничество, тунеядство, детская беспризорность, аморальное поведение и т.п.

Важное значение для анализа генетики девиантного поведения имеет вопрос о взаимоотношении явлений повреждения (прежде всего первичного повреждения, которое может возникнуть на разных уровнях-генетическом, хромосомном, клеточном, органном, системном, целостного организма, психологическом, личностном) и защиты (специфической и неспецифической), также развивающихся на разных уровнях. При этом следует иметь в виду, что по мере сформированности девиантного поведения реализуется своеобразная эстафета ведущих патогенетических факторов, что может обусловить превращение приспособительных и компенсаторных механизмов уместных и адекватных на определенной стадии развития девиантного поведения свою противоположность на последующих. Так, сосание пальца, раскачивания телом в раннем возрасте у детей с невропатией являются компенсаторными феноменами, облегчающими засыпание. Однако, став инертными поведенческими стереотипами, превратившись в патологические привычные действия, они сами оказываются источником дискомфорта и архаическим тормозом для развития более зрелых адаптивных механизмов.

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

##### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитываются ответы на вопросы устного опроса, рефераты.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончанию учебного**

**семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос реферат), выполнение и защита по контрольным вопросам лабораторных работ. Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

## **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

### **4.2.1 Критерии оценивания теоретического вопроса**

**Зачтено.** Студент владеет основными понятиями генетики поведения, представлениями о месте генетики поведения в системе генетической науки, знает основные методы исследований в генетике поведения, способность планировать практическую деятельность в области генетики поведения.

**Не зачтено.** Студент продемонстрировал незнание основных понятий генетики поведения, не владеет представлениями о месте генетики поведения в системе генетической науки, не знает основные методы исследования в генетике поведения, не способен планировать практическую деятельность в области генетики поведения.

## **4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат зачета	Критерии оценки знаний студентов
------------------	----------------------------------

Зачтено	Студент владеет основными понятиями генетики поведения, представлениями о месте генетики поведения в системе генетической науки, знает основные методы исследований в генетике поведения, способность планировать практическую деятельность в области генетики поведения.
Не зачтено	Студент продемонстрировал незнание основных понятий генетики поведения, не владеет представлениями о месте генетики поведения в системе генетической науки, не знает основные методы исследования в генетике поведения, не способен планировать практическую деятельность в области генетики поведения.

**06.03.01 Биология, ОПОП Биология, ФОС РПД Генетика поведения, год набора 2025, форма обучения очная**

Проректор по учебной работе      утверждено 24.02.2025      А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета      согласовано      Д.С. Сташкевич

**Заседанием кафедры радиационной биологии**

Протокол заседания № 7 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой      согласовано      А.В. Аклеев

Автор (составитель)      Е.В. Стяжкина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**