

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ

А. С. Воронцов



«__» ____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Эмбриология

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: Вариативная часть, реализуется в 5 семестре.

Дисциплина «**Эмбриология**» ставит **целью** освоение теоретических и практических основ эмбриологии: закономерностей онтогенетических процессов, механизмов роста, цитоморфологических и молекулярно-генетических закономерностей регуляций дифференцировок, а также возможных причин возникновения аномалий развития. Основными задачами является:

- 1) формирование базовых теоретических знаний в области эмбриологии;
- 2) формирование умения адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза;
- 3) формирование умения сопоставлять основные регуляционные пути развития и находить их общность для обеспеченности регенерационных процессов в постнатальный период;
- 4) формирование умения подбирать и анализировать литературу в области эмбриологии;
- 5) формирование умения проводить анализ гистологических картин определенных этапов эмбриогенеза.

Дисциплина «**Эмбриология**» предваряет курс «Эволюционная биология», «Экология».

2. Входные требования

Перед началом освоения дисциплины «**Эмбриология**» студент должен изучить следующие дисциплины: «Клеточная биология», «Гистология», «Зоология», «Общая генетика».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1. Способен применять знание о разнообразии,	ОПК-1.6. Применяет знания о разнообразии, развитии и эволюции	Знает: <ul style="list-style-type: none"> ▪ основные этапы онтогенеза, • механизмы роста,

<p>развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы.</p>	<p>биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • цитоморфологические и молекулярно-генетические закономерности процессов дифференцировок и возможные причины аномалий развития. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза, • сопоставлять основные регуляторные пути развития (как онтогенетического, так и регенерационного) <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками определения, анализа и сопоставления основных этапов онтогенеза
<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные</p>	<p>ОПК-2.11. Проводит биологический эксперимент в рамках эмбриологического исследования, руководствуясь принципами биоэтики.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы определения репрезентативности контрольной и экспериментальной выборок применительно к эмбриологическим объектам для построения эксперимента; • принцип подбора адекватных методов для анализа эксперимента. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно применять экспериментальное воздействие на эмбриологические объекты, руководствуясь принципами биоэтики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками формирования экспериментальных групп и их содержания в эксперименте

базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности;		
---	--	--

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 4 з.е. (144 ак.ч), из них 108 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 36 ак.ч) и на занятиях семинарского типа (лабораторные занятия - 72 ак.ч). Самостоятельная работа обучающихся - 36 ак.ч. Форма промежуточной аттестации - зачет, экзамен (5 семестр).

5. Форма обучения - очная

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, ак.ч.		Самостоятельная работа, ак.ч.
		Занятия лекционного типа (Лекции)	Занятия семинарского типа (Лабораторные занятия)	
1	Определение науки и ее предмета. История эмбриологии	2	0	0
2	Гаметогенез. Оогенез.	4	6	2
3	Гаметогенез. Сперматогенез.	4	6	2
4	Оплодотворение	4	4	2
5	Дробление	2	4	2
6	Гастрюляция	2	4	2
7	Гастрюляция у амфибий	0	8	2
8	Эмбриональная индукция	4	0	2

9	Нейруляция	4	6	2
10	Нейруляция у амфибий	0	6	3
11	Особенности развития Amniota. Раннее развитие и гастрюляция у птиц	0	4	2
12	Нейруляция у птиц	0	4	2
13	Начало органогенеза у птиц. Развитие головного мозга и его производных.	4	6	2
14	Формирование внезародышевых оболочек у птиц. Развитие сердечно-сосудистой системы.	0	8	2
15	Работа с живым материалом. Раннее развитие птиц (72-96 ч.инкубации)	0	6	2
16	Развитие конечности высших позвоночных животных.	2	0	2
17	Развитие глаза	2	0	2
18	Особенности раннего развития млекопитающих.	2	0	3
	Итого:	36	72	36

6.1. Содержание разделов/тем дисциплины

Тема 1. Предмет и история эмбриологии.

Определение науки и ее предмета. Место эмбриологии в ряду биологических наук. Основные направления и задачи современной описательной, экспериментальной, сравнительной и теоретической эмбриологии. Ее связь с цитологией, генетикой и молекулярной биологией. Выходы в социально значимую практику.

История эмбриологии. Воззрения Гиппократ и Аристотеля. Эмбриология XVII-XVIII вв. Преформисты и эпигенетики. Работы К.Ф.Вольфа. Развитие эмбриологии в XIX веке. Значение работ К. Бэра. Влияние дарвинизма на эмбриологию. Сравнительно-эволюционное направление (А.О. Ковалевский, Э. Геккель, И.И. Мечников). Исторические корни экспериментальной эмбриологии, ее современные задачи.

Тема 2. Гаметогенез. Оогенез.

Первичные половые клетки. Формирование первичных половых клеток (гоноцитов) у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Дифференцировка гонады высших позвоночных: основные факторы, регулирующие пол гонады. Миграции гоноцитов в гонаду.

Оогенез. Структура женской репродуктивной системы млекопитающих. Основные периоды оогенеза: размножение, рост, созревание яйцеклеток. Типы питания яйцеклеток: фагоцитарный, нутриментарный, фолликулярный. Превителлогенез и

вителлогенез. Профаза мейоза, протекающие в ней цитологические и биохимические перестройки. Амплификация генов. Синтез рРНК и мРНК. Поляризация яйцеклетки. Особенности делений созревания яйцеклетки. Понятие блока мейоза. Гормональная регуляция процессов оогенеза у млекопитающих.

Тема 3. Гаметогенез. Сперматогенез.

Структура мужского репродуктивного тракта млекопитающих. Строение сперматозоидов. Этапы сперматогенеза. Сравнение сперматогенеза с оогенезом. Гематотестикулярный барьер: структура и функция у млекопитающих. Гормональная регуляция сперматогенеза у млекопитающих.

Тема 4. Оплодотворение.

Активация сперматозоида и яйцеклетки. Дистантные взаимодействия гамет. Капацитация сперматозоидов: значение данного процесса для обеспечения процесса оплодотворения. Контактные взаимодействия гамет. Активация спермия - акросомная реакция. Особенности акросомной реакции у млекопитающих. Активация яйцеклеток - кортикальная реакция. Молекулярно-биохимические процессы, лежащие в основе кортикальной реакции.

Образование зиготы. Поведение пронуклеусов и центриолей при оплодотворении, фаза зрелости яйцеклеток различных групп животных при проникновении сперматозоида. Синтез ДНК в пронуклеусах. Кариогамия. Ооплазматическая сегрегация: поворот оплодотворения в яйцеклетке амфибий и его значение для дальнейшего развития. Вспомогательные репродуктивные технологии: экстракорпоральное оплодотворение у животных и человека.

Тема 5. Дробление.

Характеристика дробления. Биологический смысл дробления. Особенности клеточных циклов при дроблении: синхронное и асинхронное дробление. Особенности синтетических процессов при дроблении. Моменты включения материнских и отцовских генов. Пространственная организация дробления. Значение количества и распределения желтка. Правила Сакса - Гертвига.

Механизмы бластуляции.

Ооплазматическая сегрегация при дроблении. Регуляционные способности бластомеров у зародышей различных систематических групп. Типы бластул, связь их строения с морфологией дробления.

Тема 6. Гастрюляция.

Понятие процесса гастрюляции и его биологический смысл. Основные процессы, приводящие к разделению зародыша на зародышевые листки. Функциональное значение молекул адгезии. Типы клеточных движений, осуществляющих процесс гастрюляции: иммиграция, деламинация, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания. Типы гаструл. Способы закладки мезодермы: телобластический и энтероцельный. Основные процессы, лежащие в основе эпителио-мезенхимного перехода, в ходе гастрюляции. Понятие о картах презумптивных зачатков.

Тема 7. Гастрюляция у амфибий.

Карты презумптивных зачатков хвостатых и бесхвостых амфибий. Клеточные движения в ходе гастрюляции амфибий. Колбовидные клетки и их роль в обеспечении процесса гастрюляции у амфибий. Механизмы, обеспечивающие формирование и погружение колбовидных клеток в глубокие слои при инициации гастрюляции. Ранние движения гастрюляции у зародышей амфибий. Вегетативная ротация.

Тема 8. Эмбриональная индукция.

Основные этапы развития экспериментальной эмбриологии: опыты В.Ру, Г.Дриша, Х.Мангольд и Г.Шпемана и др. Понятие эмбриональных регуляций.

Индукция: основные понятия, свойства и механизмы индукционных взаимодействий. Понятие компетенции эмбриональной закладки. Механизмы осуществления индукционных взаимодействий: паракринный и юкстакринный способ сигналинга. Эмбриональная индукция в раннем развитии амфибий: формирование Ньюкуповского и Шпемановского организаторов у бесхвостых амфибий. Первичная эмбриональная индукция (по Г.Шпеману). Модель действия организатора. Понятие «индукция по умолчанию». Современный анализ явления. Генные каскады, определяющие ход индукционного процесса. Оценка ранних событий развития (оплодотворение, поворот оплодотворения) с позиций эмбриональной индукции как первого в цепи.

Тема 9. Нейруляция.

Характеристика этапа и основные понятия. Основные регуляторные механизмы, обеспечивающие нейрализацию эктодермы на дорсальной стороне зародыша. Основные способы формирования нервной трубки: первичная и вторичная нейруляция. Межвидовые разнообразия нейруляции у позвоночных животных. Основные патологии, вызванные нарушением замыкания нервной трубки у человека (анэнцефалия, spina bifida). Регуляторные механизмы формирования нервной трубки высших позвоночных животных. Медианная и дорсолатеральная шарнирные точки. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне-задней и дорсо-вентральной осей (молекулярно-генетические механизмы обеспечения процесса). Формирование нервного гребня: основные регуляторные процессы, обеспечивающие данный процесс. Производные нервного гребня.

Последовательные этапы дифференцировки туловищной мезодермы: осевая мезодерма и ее производные, мезодерма боковой пластинки. Часы сегментации и волновой фронт детерминации при сомитогенезе. Основные составляющие сомитогенеза (периодичность, эпителизация, спецификация, дифференцировка).

Тема 10. Нейруляция у амфибий.

Морфогенетические движения при нейруляции амфибий. Цитоморфологические преобразования, лежащие в основе последовательных этапов формирования нервной трубки. Особенности формирования вторичной кишки у хвостатых и бесхвостых амфибий. Дифференцировка сомита.

Тема 11. Особенности развития первичноназемных. Раннее развитие и гастрюляция у птиц.

Характеристика процесса дробления у птиц. Предгастрюляционные движения: формирование эпибласта и гипобласта. Карты презумптивных зачатков у птиц. Гастрюляция у птиц, внезародышевая и зародышевая энтодерма у птиц. Первичная полоска и бороздка, их дифференцировка. Гомология первичной бороздки с бластопором амфибий. Особенности миграции мезодермы в ходе гастрюляции птиц.

Тема 12. Нейруляция птиц.

Последовательные этапы формирования нервной трубки. Закладка осевых органов. Сегментация мезодермы и дифференцировка сомита.

Тема 13. Начало органогенеза у птиц. Развитие головного мозга и его производных

Начальные этапы дифференцировки головного мозга птиц. Стадия трех и пяти мозговых пузырей. Формирование изгибов головного мозга. Основные производные головного мозга.

Тема 14. Формирование внезародышевых оболочек у птиц. Развитие сердечно-сосудистой системы.

Основные внезародышевые оболочки у птиц: амниотическая оболочка, серозная оболочка, желточный мешок и аллантоис. Их строение и функции. Последовательные этапы формирования сердца у птиц. Обеспечение сократимости

сердца на ранних этапах его дифференцировки: роль венозного синуса, центральной области сердечной трубки и артериального конуса. Механизмы, обеспечивающие изгибание сердечной трубки и формирование отделов сердца.

Тема 15. Работа с живым материалом. Раннее развитие птиц (72-96 ч.инкубации)

Студентам предлагается выделить под руководством преподавателя из куриного яйца (72-96 часов инкубации) зародыш, приготовить тотальный препарат и провести тщательный анализ дифференцирующихся структур (органов) зародыша: головной мозг, глаз, слуховой пузырек, сомиты, сердечно-сосудистую систему, закладку почки нижней и верхней конечности и т.д. Сделать подробную зарисовку.

Тема 16. Развитие конечности высших позвоночных животных.

Понятие «поле конечности». Основные регуляторные пути формирования почки конечности у позвоночных животных: роль FGF факторов. Регуляторные пути формирования почки передней и задней конечности у высших позвоночных животных. Роль Нох-генов в развитии конечности высших позвоночных животных. Молекулярно-генетический контроль формирования осей конечности: проксимодистальной оси, передне-задней оси и дорсо-вентральной оси. Механизм образования пальцев у высших позвоночных животных.

Тема 17. Развитие глаза

Строение глаза позвоночных животных. Основные этапы развития глаза позвоночных животных: глазной пузырь, глазная чаша, глазной бокал и т.д. Понятие «глазное поле». Регуляторные механизмы формирования глазного поля у позвоночных животных. Основные транскрипционные факторы глазного поля у позвоночных животных. Дифференцировка глаза позвоночных животных: основные регуляторные механизмы, обеспечивающие взаимодействие между различными частями развивающегося глаза. Формирование сетчатки и пигментного эпителия глаза. Этапы дифференцировки хрусталика и роговицы глаза млекопитающих. Регенерационные возможности сетчатки глаза низших и высших позвоночных животных.

Тема 18. Особенности раннего развития млекопитающих.

Развитие млекопитающих: яйцекладущие, сумчатые, плацентарные. Геномный импринтинг. Особенности дробления у млекопитающих. Клеточные механизмы, обеспечивающие процесс компактизации и кавитации в предимплантационный период. Формирование бластоцисты. Основные этапы предимплантационного развития млекопитающих. Хэтчинг бластоцисты. Имплантация бластоцисты: последовательные этапы формирования хориона (первичные, вторичные и третичные ворсины хориона). Основные регуляторные механизмы, обеспечивающие начальные этапы децидуальной реакции. Строение децидуальной оболочки. Формирование плаценты, структура и функции плаценты. Типы плацент. Характеристика внутриутробного развития человека — периодизация и характеристика периодов (эмбриональный, фетальный). Оплодотворение. Преимплантационное развитие. Имплантация. Плацента. Двойни, типы двоен (одно- и двухяйцевые близнецы), варианты образования однояйцевых близнецов.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
ОПК-1. Способен применять	Знает: • основные этапы	• вопросы для текущей и промежуточной

<p>знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы.</p>	<p>онтогенеза,</p> <ul style="list-style-type: none"> • механизмы роста, • цитоморфологические и молекулярно-генетические закономерности процессов дифференцировок и возможные причины аномалий развития. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза, • сопоставлять основные регуляторные пути развития (как онтогенетического, так и регенерационного) <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками определения, анализа и сопоставления основных этапов онтогенеза 	<p>аттестации (устный опрос, контрольная работа, тестирование, экзамен)</p> <ul style="list-style-type: none"> • рефераты по темам определенных занятий • ситуационные кейс-задания
<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы определения репрезентативности контрольной и экспериментальной выборок применительно к эмбриологическим объектам для построения эксперимента; • принцип подбора адекватных методов для анализа эксперимента. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адекватно применять экспериментальное воздействие на эмбриологические объекты, руководствуясь принципами биоэтики. 	<ul style="list-style-type: none"> • вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устный опрос, контрольная работа, тестирование, экзамен) • рефераты по темам определенных занятий • ситуационные кейс-задания

методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности;	Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • навыками формирования экспериментальных групп и их содержания в эксперименте 	
---	--	--

7.2. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примерные задания текущего контроля успеваемости

Образцы вопросов устного опроса и домашних заданий:

1. Как происходит дифференцировка гонады?
2. Связано ли происхождение первичных половых клеток с половой железой (яичником или семенником)?
3. Как называются женские половые клетки на стадии размножения в оогенезе?
4. Типы питания яйцеклеток (перечислить).
5. Где образуется желток при фолликулярном способе питания яйцеклеток?
6. Типы яйцеклеток по количеству и характеру распределения желтка.
7. Особенности протекания мейоза в оогенезе и сперматогенезе (сравнить).
8. Что такое блок мейоза при оогенезе?
9. Какова роль соматических клеток яичника в регуляции процесса оогенеза?
10. Какие цитоморфологические преобразования осуществляются в период спермиогенеза?
11. Строение зрелого сперматозоида.
12. Какова роль соматических клеток семенника в регуляции процесса сперматогенеза?
13. Что такое гематотестикулярный барьер и его функция?
14. Что такое акросомная реакция?
15. Как обеспечивается поддержание видоспецифичности в процессе оплодотворения?
16. Что такое кортикальная реакция, ее биологический смысл?
17. Какие компоненты кортикальных гранул способствуют отхождению оболочки оплодотворения?
18. Что такое поворот оплодотворения и его значение для дальнейшего развития?
19. Особенности митотического цикла при дроблении.
20. Как влияет количество желтка и характер его распределения в яйце на полноту дробления?
21. Какие типы клеточных перемещений (движений) характерны для процесса гастрюляции?
22. Какие существуют способы закладки мезодермы?
23. Основные свойства индукции.
24. Основные механизмы осуществления индукционных взаимодействий?
25. Что такое региональная специфичность индукции?
26. Происхождение центра Ньюкупа.
27. Формирование Шпемановского организатора.
28. Модель действия организатора.
29. Какие существуют производные наружного зародышевого листка – эктодермы?
30. Что такое первичная и вторичная нейруляция?
31. Какие аномалии развития связаны с нарушениями замыкания нервной трубки у человека?
32. Какие существуют регуляторные механизмы формирования нервной трубки?

33. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне-задней и дорсовентральной оси нервной трубки.
34. Какими регуляторными механизмами обеспечено формирование и миграция клеток нервного гребня?
35. Какие существуют производные нервного гребня?
36. Основные составляющие сомитогенеза?
37. Понятие «волновой фронт» при сомитогенезе.
38. Какие производные дает средний зародышевый листок – мезодерма?
39. Из каких частей мезодермы образуются скелет и мышцы конечности?
40. Из каких частей мезодермы образуется гладкая мускулатура?
41. Из каких частей мезодермы образуется сердечно-сосудистая система?
42. Что такое «поле конечности»?
43. Что такое зона поляризующей активности в формирующейся конечности?
44. Какова роль НОХ-генов при формировании конечности?
45. Что такое апикальный эктодермальный гребень и его роль в формировании конечности?
46. Модели спецификации проксимо-дистальной оси конечности.
47. Как образуются пальцы при развитии конечности?
48. Из какого отдела мозга развивается зачаток глаза?
49. Во что превращается наружный слой глазной чаши?
50. Каковы регенерационные возможности сетчатки глаза позвоночных животных?
51. Назовите зародышевые оболочки амниот.
52. Что такое геномный импринтинг?
53. Что такое компактизация зародыша?
54. Что такое имплантация бластоцисты и механизмы ее обеспечения?
55. Последовательные этапы формирования хориона.
56. Что такое плацента и основные типы плацент?
57. Двойни, типы двоен (одно- и двуйцевые близнецы), варианты образования однояйцевых близнецов.

Образцы вопросов тестовых заданий

1. **Яйцеклетки по количеству желтка и характеру его расположения могут быть: (выберите правильные ответы)**
 - А - мезолецитальные изолецитальные яйцеклетки;
 - Б - полилецитальные телолецитальные;
 - В - алецитальные телолецитальные;
 - Г - олиголецитальные изолецитальные;
 - Д - полилецитальные центролецитальные;
 - Е - мезолецитальные центролецитальные.
2. **Какие основные функции выполняют клетки Сертоли в обеспечении процесса сперматогенеза у млекопитающих?**
 - А - выполняют трофическую функцию;
 - Б - выполняют опорную функцию;
 - В - участвуют в гормональной регуляции сперматогенеза;
 - Г - элиминируют дефектные клетки сперматогенного ряда;
 - Д - выполняют барьерную функцию;
 - Е - только ответ Г и Д.
3. **Особенности пространственной организации дробления определяются следующими типами факторов:**
 - А - закономерным расположением интерфазных ядер в бластомерах (зависит от количества и расположения желтка в яйцеклетке);

- Б – уровнем ФСГ, прогестерона и пролактина;
 В – зоной контакта сперматозоида со студенистой оболочкой яйца;
 Г – закономерной ориентацией митотических веретен делений дробления.
4. **Основными свойствами индукции являются (выберите правильные утверждения):**
 А – ткани должны быть компетентны к восприятию сигнала индуктора;
 Б – сигнал индуктора могут воспринимать все ткани организма только в эмбриональный период;
 В – сигнал индуктора могут воспринимать ткани только в ходе регенерационных процессов;
 Г – характерна региональная специфичность индукции;
 Д – для индукции характерна взаимообразная природа взаимодействий.
5. **Какие структуры зародыша относятся к осевым структурам?**
 А – нервная трубка;
 Б – хорда;
 В – кишка;
 Г – сомитная и латеральная мезодерма;
 Д – сомитная мезодерма;
 Е – нервная трубка и нервный гребень.

Образцы вопросов контрольных работ

1. Какова роль локуса SRY при дифференцировке гонада высших позвоночных животных?
2. Каково строение третичного фолликула млекопитающих?
3. Какой тип дробления характерен для мезолецитальной телолецитальной яйцеклетки?
4. Как осуществляется регуляция циклов дробления?
5. Какой тип движения клеток наблюдается при гастрюляции морского ежа?
6. Какими основными группами морфогенетических регуляторных белков контролируется формирование дорсо-вентральной оси нервной трубки?
7. Что такое «фронт детерминации» при формировании сомита?
8. Назовите основные составляющие сомитогенеза.
9. Каковы клеточные механизмы обеспечения процесса компактизации и кавитации в раннем развитии млекопитающих?
10. Какой тип плаценты характерен для приматов?

Примерные темы рефератов

1. Особенности взаимодействия гамет у млекопитающих.
2. Капацитация сперматозоидов. Ее роль в обеспечении процесса оплодотворения.
3. Вспомогательные репродуктивные технологии (ЭКО).
4. Особенности процесса дробления у млекопитающих.
5. Регуляция процессов сегментации осевой мезодермы.
6. Регуляторные механизмы формирования глазного поля у позвоночных.
7. Регенерационные возможности глаза позвоночных животных.

Примерные задания промежуточной аттестации (вопросы экзамена)

1. Представление о первичных половых клетках.
2. Дифференцировка гонады высших позвоночных: основные факторы, регулирующие пол гонады.

3. Оогенез. Типы питания яйцеклеток.
4. Классификация яйцеклеток и яйцевых оболочек.
5. Преобразование ядерных структур ооцита в мейозе.
6. Мейоз в женских и мужских половых клетках.
7. Последовательность этапов фолликулогенеза у млекопитающих.
8. Сперматогенез. Строение жгутикового сперматозоида.
9. Гормональная регуляция гаметогенеза высших позвоночных животных на примере млекопитающих.
10. Оплодотворение: дистантные взаимодействия гамет.
11. Понятие гематотестикулярного барьера: его организация и функция у млекопитающих.
12. Оплодотворение: реакция капацитации сперматозоидов
13. Оплодотворение: реакция активации сперматозоида. Два типа акросомной реакции (морской еж, млекопитающие).
14. Оплодотворение: реакция активации яйцеклетки. Молекулярно-биохимические процессы, контролирующие кортикальную реакцию.
15. Ооплазматическая сегрегация: поворот оплодотворения в яйцеклетке амфибий и другие примеры.
16. Дробление: характеристика процесса. Типы дробления в зависимости от количества желтка в яйце и характера его распределения. Правила Гертвига-Сакса.
17. Особенности циклов дробления: синхронное и асинхронное дробление. Роль MPF в регуляции циклов дробления.
18. Дробление и типы бластул.
19. Гастроляция: процессы, приводящие к разделению зародыша на зародышевые листки.
20. Способы гастроляции.
21. Карты презумптивных зачатков хвостатых и бесхвостых амфибий.
22. Гастроляция у хвостатых и бесхвостых амфибий.
23. Индукция: основные понятия, свойства и механизмы индукционных взаимодействий.
24. Эмбриональная индукция в раннем развитии амфибий: формирование Ньюкуповского и Шпемановского организаторов у бесхвостых амфибий. Модель действия организатора. Понятие «индукция по умолчанию».
25. Нейруляция у амфибий. Основные способы формирования нервной трубки: первичная и вторичная нейруляция.
26. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне-задней оси и дорсовентральная дифференцировка.
27. Нервный гребень: механизмы формирования нервного гребня и производные нервного гребня.
28. Образование и дифференцировка мезодермы у амфибий.
29. Строение куриного яйца. Карта презумптивных зачатков птиц.
30. Гастроляция у птиц. Гомология первичной полоски птиц и бластопора амфибий. Сравнение гастроляции у Anamnia и Amniota.
31. Образование и дифференцировка мезодермы у птиц.
32. Производные эктодермы у птиц: зародышевые и внезародышевые органы.
33. Нейруляция и развитие головного мозга у птиц.
34. Внезародышевые органы у высших позвоночных: развитие и функции.
35. Способы закладки и основные производные мезодермы у разных групп животных.
36. Развитие сомитов у позвоночных: дифференцировка, экспрессия генов («часы сегментации»).
37. Развитие передней кишки и сердца у зародышей птиц.

38. Производные зародышевых листков у позвоночных.
39. Особенности предимплантационного развития млекопитающих.
40. Клеточные механизмы, обеспечивающие процесс компактизации и кавитации в предимплантационный период.
41. Имплантация бластоцисты и этапы формирования хориона. Механизмы обеспечения начальных этапов децидуальной реакции. Взаимоотношения между зародышем и децидуальной тканью в период формирования плаценты.
42. Плацента: строение, функции и типы плацент млекопитающих.
43. Близнецы у человека.
44. Органогенез на примере развития конечности: формирование проксимодистальной, передне-задней и дорсо-вентральной осей конечности.
45. Каскады вторичных эмбриональных индукций на примере развития глаза позвоночных.

***Примеры ситуационных задач промежуточной аттестации
(кейс-задания)**

К теоретическим вопросам к каждому экзаменационному билету прилагается неподписанная микрофотография одного из гистологических препаратов, изучаемых студентами на малом практикуме по эмбриологии. Отвечающий должен описать все структуры предлагаемого объекта и дать их подробную характеристику с учетом полученных на малом практикуме знаний.

1. На гистологическом препарате (поперечный срез яичника кролика) выбрать и охарактеризовать основные стадии фолликулогенеза с учетом цитоморфологии фолликулов. Назвать основные отличительные черты формирующихся фолликулов.
2. На препаратах по изучению дробления охарактеризовать как изменяется тип дробления яйцеклеток в зависимости от количества и характера распределения желтка.
3. На гистологических препаратах (сагиттальный срез средней и поздней гаструлы бесхвостых амфибий) указать непосредственные области активных клеточных движений, сопровождающих процесс гаструляции, по основным цитоморфологическим признакам.
4. На гистологическом препарате (поперечный срез ранней нейрулы шпорцевой лягушки) объяснить цитоморфологические преобразования клеток формирующейся нервной пластинки.
5. На гистологическом препарате (сагиттальный срез стадии хордального выроста эмбриона курицы) по характерным цитоморфологическим преобразованиям клеток определить область (а) хордального выроста и (б) область первичной бороздки.

7.3. Описание критериев и шкал оценивания

Описание критериев оценивания выполнения задания

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20
Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить	21-32

допущенные неточности	
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-ти балльной шкале
Недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно
Базовый	20-26	удовлетворительно
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине (модулю)

(*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)

Оценка Рез-т обучения	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

- Белоусов Л.В. Основы общей эмбриологии. М.: Изд-во МГУ. 2005.
- M.Barresi, S.Gilbert et al. Developmental Biology, 12th Edition Copyright. 2020
- S.Gilbert, M.Barresi. Developmental Biology, 11th Edition Copyright © 2016 by Sinauer Associates
- Гилберт С. Биология развития. Т. 1, 2, 3. М.: Мир, 1993.
- Гилберт Скотт Ф. Биология развития. 7-е изд. СПб.: Политехника. 2010.
- Голиченков В.А., Иванов Е.А, Никерясова Е.Н. Эмбриология. М.: Academia. 2004.
- Практикум по эмбриологии (ред. проф. В.А. Голиченков, доц. М.Л. Семенова). М.: Academia. 2004.

Дополнительная литература:

- Дондуа А.К. Биология развития. Т. 1, 2. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2004, 2005.
- Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития (генетический аспект). М.: Изд-во МГУ. 2002.
- Нуртазин С.Т., Всеволодов Э.Б. Биология индивидуального развития. Алматы: «Казак университеті». 2005.

8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Зарубежные журналы и библиографические базы данных, доступные через Интернет

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

<http://11e.devbio.com/index.html>

8.4. Описание материально-технической базы

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - А. Помещения: аудитории для проведения лекционных/лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
 - Б. Оборудование: наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, лабораторное оборудование малого практикума (в соответствии с утвержденными методическими рекомендациями: микроскопы, наборы микропрепаратов, наборы микрофотографий, атласы с фотографиями препаратов, альбомы для рисования, цветные карандаши), ученическая доска, компьютер, проектор, экран, доска.

9. Язык преподавания

Русский.

10. Преподаватели

Супруненко Елена Александровна - кандидат биологических наук, доцент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Неклюдова Ирина Васильевна - кандидат биологических наук, доцент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Никерясова Елена Николаевна - кандидат биологических наук, доцент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Никишин Денис Александрович - кандидат биологических наук, доцент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Кремнев Станислав Валерьевич - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Лучинская Наталья Николаевна - научный сотрудник каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Падалка Светлана Михайловна - кандидат биологических наук, ассистент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Кондукторова Виктория Владимировна – вед. инженер каф. эмбриологии

биологического факультета МГУ

Евстифеева Алена Юрьевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Ермаков Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Великанов Александр Николаевич - кандидат биологических наук, ведущий инженер каф. эмбриологии биологического факультета МГУ

Бредов Денис Владимирович – кандидат биологических наук, ведущий инженер каф. эмбриологии биологического факультета МГУ.

11. Автор программы

Супруненко Елена Александровна - кандидат биологических наук, доцент каф. эмбриологии биологического факультета МГУ .