

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности 1.5.23. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ,
ЭМБРИОЛОГИЯ

Ставрополь, 2022

Введение

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.23. Биология развития, эмбриология разработана для аспирантов и соискателей.

Изучение «Биология развития, эмбриология» и последующая сдача экзамена являются обязательными для каждого соискателя ученой степени кандидата наук, позволяя соблюсти единый минимум требований к уровню знаний в области биологии развития, эмбриологии.

Аспирант подтверждает степень освоения подготовкой и защитой реферата. Без сдачи рефератов аспирант (соискатель) не допускается к кандидатскому экзамену.

Порядок сдачи кандидатского экзамена

Порядок организации приема кандидатских экзаменов определяется соответствующими нормативными документами и предусматривает обязательное написание реферата по соответствующей научной специальности.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных и научных знаний аспиранта или соискателя ученой степени.

В экзаменационный билет включаются 3 вопроса.

Для подготовки по билету отводится 45 минут. При подготовке к ответу аспиранту или соискателю предоставляется право пользования программой кандидатского экзамена.

Подготовка реферата по научной специальности

Отдельным этапом является подготовка аспирантом или соискателем реферата по научной специальности. Аспирант на базе самостоятельного изучения материала готовит реферат по научной специальности, соответствующей направлению его научного исследования. Проверку подготовленного реферата проводит научный руководитель. При наличии оценки «зачтено» по реферату аспирант или соискатель допускается к сдаче кандидатского экзамена.

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Предмет и история эмбриологии и биологии развития

Предмет эмбриологии, ее место в системе биологических наук. История учения об индивидуальном развитии (онтогенезе). Преформизм и эпигенез, современное состояние этих вопросов. Описательная и сравнительная эмбриология. Их роль в создании эволюционных представлений. Экспериментальная эмбриология, биология развития, ее основоположники В. Ру, Г. Шпеман, Д.П. Филатов. Биология развития - новый этап в учении о закономерностях онтогенеза, возникший на основе синтеза достижений эмбриологии, молекулярной биологии, генетики, биохимии, цитологии.

Методы биологии индивидуального развития: описательные, сравнительные, экспериментально - эмбриологические, биохимические, цитохимические, молекулярно-биологические, иммунологические, экологические.

Представления о принципах электронной микроскопии, об использовании моноклональных антител, двумерного электрофореза, ингибиторов макромолекулярных синтезов в биологии развития. Методы соматической гибридизации половых и соматических клеток, микроинъекций в цитоплазму и ядро ооцита, яйца и соматических клеток, получение химер, энуклеации, пересадки и клонирования ядер. Использование метода относительной характеристики продолжительности развития животных.

Значение достижений в областях изучения закономерностей индивидуального развития животных для медицины, зоотехнии и других отраслей народного хозяйства.

Раздел 2. Биология размножения и репродуктивные технологии

Формы размножения в животном мире. Бесполое размножение. Половое размножение: происхождение, разновидности, общебиологические значения. Половой диморфизм. Цитогенетические механизмы размножения. Особенности репродукции человека и животных. Половые циклы и их

регуляция. Эндокринология процессов размножения. Плацента как эндокринный орган. Особенности анатомии и физиологии репродуктивной системы. Беременность. Фертильность. Репродуктивные технологии: искусственная инсеминация, трансплантация гамет в фаллопиевы трубы. Стимуляция овуляции. Микроманипуляции с половыми клетками и эмбрионами. Криобиология размножения. Экстракорпоральное оплодотворение.

Раздел 3. Основы учения о развитии

Онтогенез и филогенез. Непрямое развитие. Прямое развитие. Основные процессы и стадии онтогенеза. Механизмы онтогенеза: размножение и рост клеток, детерминация, дифференцировка, индукция, интеграция, регенерация, апоптоз. Периодизация индивидуального развития млекопитающих. Периодизация на основе репродукции. Периодизация на основе эмбриогенеза. Периодизация онтогенеза человека. Особенности периодов развития. Продолжительность жизни. Старение. Основные теории старения. Цитогенетические механизмы старения. Старение с точки зрения термодинамики. Гипотеза теломеразы. Смерть как завершение индивидуального развития.

Раздел 4. Общая эмбриология

Подраздел 1. Гаметогенез.

Структура и функции половых клеток. Теория зародышевого пути. Происхождение гамет. Миграция гонцитов в гонаду. Пол и способы его регуляции. Этапы оогенеза: размножение, рост, мейоз. Периоды роста. Вителлогенез. Источники желтка и других компонентов ооцита при разных типах оогенеза, особенности профазы мейоза, синтез макромолекул, контролирующих последующее развитие зародыша — РНК, белки, амплификация рибосомных генов. Генетический контроль оогенеза. Регуляция энергетических процессов на разных стадиях роста ооцитов.

Энергетическая роль желтка и механизмы его резорбции. Деление, созревание, редукция числа хромосом. Отличия мейоза в оогенезе и сперматогенезе. Превращение митохондрий во время сперматогенеза. Энергообеспечение движения сперматозоидов. Биологическое значение размеров яиц и их количество у разных животных.

Особенности полового цикла в связи с условиями существования животных: однократный, сезонный, непрерывный. Гормональная регуляция полового цикла.

Гормональная регуляция перехода ооцитов к созреванию и овуляции. Становление организации зрелого яйца в период созревания. Разные типы строения яиц и яйцевых оболочек. Ооплазматическая сегрегация. Цитоскелет, ооцит, яйцо, как модельная система для изучения закономерностей макромолекулярных синтезов, активации генов, транскрипции чужеродных ДНП, ДНК и генов, трансляции чужеродных РНК.

Научные основы управления процессами размножения сельскохозяйственных и промысловых животных.

Подраздел 2. Оплодотворение.

Общая характеристика процесса оплодотворения и его биологическое значение. Осеменение (внутреннее и внешнее). Механизмы встречи гамет. Акросомная реакция спермиев, ее роль в соединении гамет, физиологическая моно – и полиспермия. Активация яйца. Две фазы активации; импульс активации и кортикальная реакция. Образование перивителлинового пространства. Механизмы защиты яйца от проникновения сверхчисленных спермиев. Сингамия. Изменение метаболизма яйца при оплодотворении, потоки ионов, дыхание, репликация ДНК, синтез белка. Становление билатеральной симметрии.

Экстракорпоральное оплодотворение у животных и человека. Определение пола при оплодотворении. Естественный и искусственный партеногенез. Гиногенез. Андрогенез. Работы Б.Л. Астаурова и В.А. Струнникова. Физиологическая полиспермия.

Искусственное осеменение в рыбоводстве, птицеводстве и животноводстве. Длительность и условия сохранения яйцами и спермиями способности к оплодотворению. Криоконсервация гамет. Ооплазматическая сегрегация у разных групп животных, ее роль в развитии. Становление билатеральной симметрии.

Подраздел 3. Дробление.

Общая характеристика процесса дробления. Особенности деления клеток в период дробления (отсутствие роста клеток, продолжительность митотического цикла). Правила клеточного деления Гертвига-Сакса.

Зависимость типов дробления от свойств цитоплазмы и клеточных контактов - спиральный, билатеральный и радиальный. Митотический аппарат. Роль центриолей, микрофиламентов и микротрубочек в кинетике кардио- и цитотомии. Продолжительность клеточного цикла в период синхронных делений дробления. Типы дробления, их зависимость от количества желтка и его распределения в цитоплазме (полное равномерное и неравномерное, частичное, дискоидальное, поверхностное) и от свойств цитоплазмы (радиальное, спиральное, двусимметричное).

Строение бластулы у животных с разным типом дробления. Особенности оплодотворения, дробления и образования бластулы у млекопитающих, имплантация. Получение аллофенных животных: слияние морул, инъекции в бластоцисту. Опыты с тератокарциномой.

Структура клеточного цикла в период синхронных делений дробления и десинхронизация. Синтез ДНК, РНК и белков в период ранних стадий эмбриогенеза. Роль материнского генома в развитии и включение генов зародыша. Мутации с материнским эффектом.

Мозаичные и регуляционные яйца, относительность этой классификации. Опыты по разделению и слиянию бластомеров. Возникновение разнокачественности бластомеров у разных групп животных. Эквипотенциальность ядер. Опыты по пересадкам и дезактивации ядер на разных стадиях развития. Возникновение разно- и однойцевых близнецов.

Их роль в изучении генетики человека. Проблемы клонирования животных. Пол и полиэмбриония.

Подраздел 4. Гастрюляция.

Общая характеристика процессов, определение гастрюляции. Преддетерминация зародышевых листков и их судьба в нормальном развитии. Карты презумптивных зачатков на стадии ранней гастрюлы. Целобластический, пролиферационный и энтероцельный способы образования мезодермы. Морфогенетические движения (инвагинация, эпиболия, иммиграция, деламинация).

Эмбриональная регуляция. Закон Дриша. Позиционная информация. Гастрюляция у ланцетника, амфибий, рыб, птиц и млекопитающих. Роль клеточного матрикса в процессах гастрюляции (морфогенетические движения), фибронектин. Механизмы морфологических движений клеток (явление слипания и отталкивания клеток, неравномерность клеточных делений, направленные движения клеток, роль цитоскелета). Опыты разделения и рекомбинации частей зародыша: удаление, пересадка и эксплантация презумптивных зачатков на разных стадиях гастрюляции.

Подраздел 5. Некоторые сведения об органогенезе.

Формирование головного мозга, глаз, скелета и конечностей позвоночных. Морфогенетические взаимодействия между частями зачатка при развитии глаза, конечностей, желез пищеварительного тракта. Детерминация и регуляция при развитии органов.

Вторичные эмбриональные индукции, их механизмы.

Контактные и дистантные взаимодействия клеток. Механизмы клеточной агрегации.

Подраздел 6. Детерминация, морфогенез и цитодифференцировка.

Явление полярности и градиенты. Ооплазматическая сегрегация и взаимодействие ядер с разнокачественной цитоплазмой как начальный момент дифференцировки в зародышевом развитии. Пересадка ядер, гибридизация соматических клеток, пересадка и эксплантация зачатков, получение межвидовых гибридов как методы изучения процессов цитодифференцировки. Роль межклеточного матрикса; факторы адгезии; связь процессов клеточной пролиферации, дифференцировки и межклеточной адгезии в морфогенезе.

Значение таблиц нормального развития зародышей, предличинок и личинок и хронология развития. Использование их в рыбоводстве, птицеводстве и в лабораторных условиях при изучении развития разных животных.

Взаимодействие зародыша со средой и материнским организмом. Факторы внешней среды и способы приспособления организмов пойкилотермных животных к развитию при колебаниях условий внешней среды. Границы зон адаптации.

Подраздел 7. Эмбриогенез у представителей различных классов хордовых животных.

Эмбриональное развитие ланцетника. Эмбриональное развитие рыб и амфибий. Эмбриональное развитие рептилий и птиц. Характеристика эмбрионального развития млекопитающих.

Эмбриональное развитие человека. Провизорные органы у представителей разных классов животных и человека. Типы плацент.

Подраздел 8. Молекулярные и молекулярно-генетические основы эмбрионального развития.

Основные задачи генетики развития. Молекулярные основы экспрессии генов: строение гена, транскрипция, процессинг РНК, трансляция. Информационная РНК, информосомы.

Дифференциальная экспрессия генов как основа клеточной дифференцировки. Различные уровни регуляции дифференциальной экспрессии генов: транскрипционный, посттранскрипционный, трансляционный, посттрансляционный.

Свободнорадикальные реакции в эмбриональных клетках как фактор параметрической регуляции дифференциации. Дифференциальная чувствительность эмбриональных клеток к внешним воздействиям и ее биохимический фон. Экспериментальные подходы к изучению явления компетенции.

ДНК в ходе индивидуального развития. Синтез ДНК в ходе оогенеза (редупликация, амплификация, репарация, магнификация). Особенности репликации ДНК в ходе дробления и раннего развития. Соматическая полиплоидия. Проблема изменения и перестройки ДНК в онтогенезе. Амплификация генов в развитии. Молекулярные механизмы иммунитета.

Структура ядра, хромосомы, ядрышки, структура хроматина интерфазного ядра, гетеро- и эухроматин, молекулярная структура хроматина и ДНП. Нуклеосомное строение хроматина (ДНП) и высшие уровни упаковки ДНК. Химическое строение хроматина: гистоны, негистоновые белки, их роль.

Основные цитоплазматические органеллы. Ядерно-плазменное отношение и его изменения в ходе развития. Запасание информационных молекул в оогенезе и их роль в регуляции раннего развития у насекомых, амфибий, рыб.

Подраздел 9. Клеточной цикл, фазы.

Синтез макромолекул в разных фазах цикла. Особенности клеточного цикла в раннем эмбриогенезе.

Дифференциальная активность генов - основа дифференцировки. Активация синтеза различных видов РНК в ходе раннего развития. Методы изучения состава белков в развитии (электрофорез, иммунологические методы). Принципы изотопных исследований синтеза макромолекул (проницаемость и пул предшественников).

Методы генной инженерии в биологии развития (клонирование и библиотеки генов, использование зондов, получение трансгенных животных). Синтез белков в ходе гаметогенеза в раннем эмбриогенезе. Специфические белковые синтезы при цитодифференцировке; индукция синтеза и накопление гемоглобина при эритропоэзе; синтез кристаллинов, кератина, коллагена, мышечных белков, фибрина, вителлогенина и овальбумина (их гормональный контроль).

Особенности развития млекопитающих. Современные методы изучения. Теоретические выводы и практические успехи от их применения. Генетический контроль развития млекопитающих.

Апоптоз. Непостоянство генома. Механизм действия гормонов. Цитоплазматические рецепторы. Рецепторы клеточных поверхностей.

Подраздел 10. Иммунология эмбриогенеза.

Иммунологическое взаимоотношение в системе мать-плацента-плод. Иммунологические отношения при оплодотворении. Иммунология имплантации. Эмбрион как аллотрансплантант. Иммунологические отношения при нормально протекающей беременности. Околоплодные оболочки и жидкости в регуляции иммунологических отношений мать-плацента-плод. Иммунология репродукции. Иммунологическая реактивность при беременности. Иммунологический конфликт между организмом матери и плода. Гемолитическая болезнь новорожденных. Врожденная недостаточность иммунного ответа.

Раздел 5. Элементы эволюционной эмбриологии

Представления о происхождении многоклеточности.

Биогенетический закон и его современная трактовка (Л.В. Крушинский). Гетерохронии (Э. Геккель, Е. Менерт), их роль в эволюции. Гетерохромная метамерия (П.П. Павлов) в понимании происхождения сегментации. Понятие филэмбриогенезов (А.К. Северцев) и основные их типы.

Значение принципов неустойчивости и критичности развития для некоторых вопросов феногенетики и теории эволюции.

Гомеозисные и гомеобоксодержащие гены - их общность для эукариотных клеток и роль в современном понимании общности онтогенеза.

Раздел 6. Экологическая биология развития

Особенности зависимости организма от среды на разных этапах жизненного цикла. Механизмы эмбриональной смертности на разных фазах развития. Тератогенез и его причины. Критические периоды развития целого организма и отдельных органов. Влияние химических и электромагнитных загрязнений природной среды на размножение и развитие животных и человека; методы его оценки. Острые и хронические воздействия техногенных факторов на организм. Отдаленные эффекты, проявляющиеся в процессах развития (мутагенные, тератогенные, гонадотоксические, эмбриотоксические). Применение эмбриональных биотестов для определения качества природной и техногенной среды. Принципы и перспективы эмбриологического мониторинга.

Раздел 7. Постэмбриональные процессы

Рост. Типы роста. Генетическая детерминация роста. Регуляция роста и развития.

Гомеостаз. Механизмы поддержания целостности и гомеостаза. Особенности постэмбрионального периода у млекопитающих и человека.

Метаморфоз у насекомых и амфибий. Деструктивные и конструкционные процессы при метаморфозе. Гормональный контроль метаморфоза.

Имагинальные диски: их закладка, дифференцировка, клонирование и трансдетерминация.

Регенерация. Классификация процессов регенерации. Типы и механизмы регенерации (скелетная мускулатура, сердечная мышца, печень млекопитающих, конечность и линза тритона). Экспериментальный анализ хода репаративной регенерации на примерах регенерации хрусталика и конечности хвостатых амфибий. Регенерация и эмбриогенез. Представления о позиционной информации на моделях проксимо-дистального градиента, модель зоны роста, модель передне - заднего диффузионного градиента, модель полярных координат, усредняющие модели. Проблема резервных клеток и дифференцировки при регенерации. Значение этих процессов для понимания закономерностей нормального развития. Практические аспекты этой проблемы. Стимуляция регенерации. Трансплантация органов и тканей.

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену по биологии развития и эмбриологии

Вопросы для проверки уровня обученности

1. Место эмбриологии в системе биологических наук.
2. Современные достижения в области биологии индивидуального развития.
3. Биология развития - новый этап в учении о закономерностях онтогенеза.
4. Значение достижений в областях изучения закономерностей индивидуального развития животных для медицины и различных отраслей народного хозяйства.
5. Преформизм и эпигенез. Неопреформизм и неоэпигенез.
6. Размножение и эволюция.
7. Типы бесполого размножения. Размножение простейших форм жизни.
8. Половое размножение. Сравнительная анатомия и физиология репродуктивных органов человека, животных и растений.
9. Эволюционное и общебиологическое значение полового размножения.
10. Особенности репродукции человека.
11. Полноценные и неполноценные половые циклы.
12. Эндокринная регуляция процесса размножения.
13. Беременность. Фетоплацентарные взаимоотношения в системе мать-плод. Методы оценки состояния ФПС.

14. Периодизация индивидуального развития млекопитающих.
15. Критические периоды развития и периодизация онтогенеза в свете взглядов различных ученых.
16. Понятие о проэмбриональном периоде.
17. Старение. Продолжительность жизни.
18. Цитологические основы процессов размножения.
19. Оогенез: сущность, генетический контроль.
20. Оогенез у млекопитающих.
21. Межклеточные взаимодействия в процессе развития первичных половых клеток.
22. Сперматогенез у млекопитающих.
23. Строение яичника млекопитающих. Яйцевые фолликулы.
24. Общая характеристика процесса оплодотворения и его биологическое значение.
25. Заслуга русских ученых и развитие учения об оплодотворении.
26. Общая характеристика процесса дробления. Правила клеточного деления Гертвига-Сакса.
27. Репродуктивные технологии.
28. Понятие о половых различиях и об эволюционной роли самца и самки.
29. Системы спаривания.
30. Методы генной инженерии в биологии развития.
31. Проблемы клонирования. Пути решения, сложности и вопросы.
32. Молекулярные основы клеточного цикла. Особенности клеточного цикла в раннем эмбриогенезе.
33. Генетические основы дифференцировки.
34. Трансгенные животные.
35. Синтез белков в гаметогенезе и раннем эмбриогенезе.
36. Особенности развития млекопитающих.
37. Развитие амфибий.
38. Развитие птиц.
39. Эмбриональная индукция и ее генетический контроль.
40. Основные этапы проэмбрионального периода (гаметогенез).
41. Биологический и календарный возраст.
42. Желтое тело, его образование и значение.
43. Регенерация и трансплантация.
44. Гормональная регуляция полового цикла.
45. Партогенез, гиногенез и андрогенез.
46. Морфологическая характеристика интеграции.
47. Типы дробления и их зависимость от строения яйцеклетки.
48. Молекулярные основы развития.
49. Постэмбриональный период. Периодизация у человека.
50. Понятие об индивидуальном развитии, периоды онтогенеза.
51. Причины врожденных пороков развития.
52. Связь генетики с проблемами индивидуального развития.
53. Постэмбриональный период. Основные стадии и процессы.

54. Иммунологические отношения при оплодотворении.
55. Иммунологические отношения при нормально протекающей беременности.

Вопросы для проверки умений и навыков

1. Методы биологии индивидуального развития.
2. Экспериментальная эмбриология. Основоположники, открытия.
3. Формы размножения животных.
4. Онтогенез у млекопитающих.
5. Сперматогенез у млекопитающих.
6. Регуляция клеточного цикла.
7. Половые циклы, регуляция, особенности у разных животных.
8. Особенности размножения животных разных видов и птиц.
9. Беременность и фертильность.
10. Типы развития. Прямое и непрямое.
11. Механизмы онтогенеза.
12. Особенности периодов развития.
13. Онтогенез, его типы и периодизация.
14. Теории старения организма.
15. Понятие о смерти.
16. Основные этапы эмбрионального периода (оплодотворение, эмбриогенез, органогенез).
17. Происхождение половых клеток.
18. Яйцеклетка: классификация, морфология, физиология.
19. Особенности мейоза в оогенезе и сперматогенезе.
20. Строение и созревание половых клеток самца.
21. Морфологическая характеристика деления.
22. Сортировка и миграции клеток в эмбриогенезе.
23. Экстракорпоральное оплодотворение.
24. Бластуляция и типы бластул.
25. Особенности анатомии и физиологии половых органов человека и животных.
26. Плацента как эндокринный орган.
27. Особенности эмбрионального развития птиц.
28. Особенности эмбрионального развития млекопитающих.
29. Апоптоз.
30. Особенности регенерации у животных различных видов.
31. Особенности размножения и эмбриологии растений.
32. Провизорные органы. Биологическое значение.
33. Апоптоз и его роль в реализации онтогенеза.
34. Тератология, понятие о тератогенных факторах.
35. Особенности эмбрионального развития птиц.
36. Особенности эмбрионального развития млекопитающих.
37. Механизмы клеточной дифференцировки.
38. Морфологическая характеристика детерминации.

39. Эмбриональная индукция и ее морфологическая характеристика.
40. Морфологическая характеристика регенерации.
41. Морфологическая характеристика старения и гибели клеток.
42. Гормоны как эффекторы развития.
43. Рост. Типы ростовых процессов.
44. Морфология гамет животных различных видов.
45. Гормоны как эффекторы развития.
46. Рост и развитие организма и их регуляция в постэмбриональном онтогенезе.
47. Типы роста организма млекопитающих.
48. Теории старения организма.
49. Жидкости в регуляции иммунологических отношений мать-плацента-плод.
50. Иммунология репродукции.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Основная литература

1. Соколов, В. И. Цитология, гистология и эмбриология Электронный ресурс / В. И. Соколов, Е. И. Чумасов, В. С. Иванов. - Цитология, гистология и эмбриология, 2022-02-10. - Санкт-Петербург : Квадро, 2016. - 400 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-906371-15-5, экземпляров неограниченно

2. Биология размножения и развития : учебное пособие / В.П. Викторов, В.Н. Годин, Н.М. Ключникова, Н.Г. Куранова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Московский педагогический государственный университет, 1, Бактерии. Грибы и лишайники. Растения. - Москва : МПГУ, 2016. - 160 с. : ил. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4263-0414-7

3. Улитко, М. В. Биология индивидуального развития [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / М. В. Улитко, С. Ю. Медведева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 72 с. — 978-5-7996-1844-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68225.html>

4. Литвинова Н.А., Толочко Т.А. Геронтология: учебное пособие. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. – 140 с. ISBN: 978-5-8353-1568-0 <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232766&sr=1>

2. Дополнительная литература:

1. Петренко, В.М. Развитие человека: вопросы развития в анатомии человека / В.М. Петренко. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 165 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4023-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=344683>.

2. Зиматкин, С.М. Гистология, цитология и эмбриология / 2-е изд., испр. - Изд-во: Минск: [Высшая школа](http://www.vyshejschola.by/), 2013 – 230 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235667&sr=1>

