

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра зоологии позвоночных и экологии**

Авторы-составители: **Жук Валерий Владимирович**

Рабочая программа дисциплины  
**БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ**  
Код УМК 46530

Утверждено  
Протокол №6  
от «02» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Биология размножения и развития

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология  
направленность Экспериментальная биология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Биология размножения и развития** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.03.01** Биология (направленность : Экспериментальная биология)

**ОПК.4** Способен применять знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач

**Индикаторы**

**ОПК.4.1** Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач

**ПК.1** Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности

**Индикаторы**

**ПК.1.4** решает профессиональные задачи на основе знаний о структурно-функциональной организации живых объектов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Биология размножения и развития. Первый семестр**

Данная учебная дисциплина является одной из фундаментальных биологических наук, изучение которой необходимо для формирования целостного биологического мышления. Знание её является одним из условий понимания биологического разнообразия и одних из главных проявлений жизни – самовоспроизводства и самоорганизации. Она должна позволить составить представление о процессе формирования всех уровней иерархической организации многоклеточного организма.

Изучение этой дисциплины логически следует непосредственно за изучением учебных дисциплин «Ботаника», «Зоология», «Цитология», «Гистология», «Человек», «Физиология человека и животных», так для её освоения необходимо знание этих дисциплин, а также общих знаний по «Физике» и «Химии». И является необходимым звеном для понимания общебиологических законов, рассматриваемых в последующих биологических дисциплинах.

#### **Введение**

Предмет и объект биологии индивидуального развития. Специфика исследования процессов развития. Связь с другими разделами естествознания.

#### **История учения об индивидуальном развитии**

Формирование первичных, донаучных представлений об общих свойствах организмов: обмене веществ, воспроизводстве, наследственности, развитии, росте, половом процессе.

Первые теоретические представления о развитии организма. Атомизм и пангенез. Творчество Гиппократ; преформизм. Труды Аристотеля; установление антитезы: преформизм-эпигенез.

Особенности представлений о развитии в средневековом естествознании и христианская доктрина. Схоластика. Развитие эмбриологических знаний в науке мусульманского Востока.

Эмбриологические исследования в эпоху европейского Возрождения. Макроиконо-графия XVI в. (У. Альдрованди, Ю. Аранци, В. Гарвей, В. Койтер, Д. Фабриций, Г. Фаллопий и др).

Изобретение светового микроскопа, его роль в естествознании; микроскописты (Р. Гук, А. Левенгук, М. Мальпиги, Я. Сваммердам). Преформизм XVII в., его основания (экстраполяция микроскопических данных, механицизм); анималькулизм и овизм. Гипотеза вложения К. Лейбница.

Работы К.-Ф. Вольфа; “Теория происхождения”. Доказательства эпигенеза. Дискуссия К.-Ф. Вольфа и А. Галлера.

Морфологические исследования и сравнительная эмбриология XVIII-XIX вв. Работы Х.И. Пандера. Работы К. Э. Фон Бэра. Теория типов. Законы Бэра. Теория зародышевых листков. Представление об эквивалентности.

Клеточная теория и эмбриология XIX в. Представления о цитобластеме; их рецидивы в науке XX в.

Эмбриология и дарвинизм. Биогенетический закон Ф. Мюллера-Э. Геккеля, его значение для эволюционных и эмбриологических исследований. Его противоречивость. Русская школа эволюционной эмбриологии; исследования А. О. Ковалевского, И. И. Мечникова.

Кризис эволюционизма в эмбриологии во второй половине XIX века. Зарождение каузального (В. Гис), аналитического направления. Наблюдение и эксперимент, особенности последнего. Становление экспериментального метода в эмбриологии. В. Ру, его школа и механика развития. Работы О. Гертвига, Г. Дриша, Г. Шпемана. Преформизм и эпигенез Нового времени.

Русская, советская эмбриология (А. Н. Северцов, И. И. Шмальгаузен, П. П. Иванов, Д. П. Филатов, Б. Л. Астауров и др).

Эмбриология и генетика, их соотношение. Формирование современной биологии индивидуального развития. Её место в системе биологических наук; прикладные задачи и проблемы.

Методы современной биологии онтогенеза.

Преформизм и эпигенез в современной науке.

## **Основные понятия**

Организм; его основные свойства. Организм как система; элементы и функции. Многоклеточный организм как многоуровневая иерархическая система; понятие об управлении..

Понятие об открытых системах, специфика их поддержания. Неравновесность.

Саморегуляция организма, её причины.

Воспроизводство. Самовоспроизводимость организма, её причины. Размножение, его биологический смысл. Виды размножения, их адаптивное значение. Приспособления к размножению у различных организмов. Половой процесс, его назначение, виды. Половые клетки, их особенности, функции.

Изогамия и гетерогамия. Пол как следствие специализации гамет, причины происхождения полового диморфизма. Причины и варианты вторичного отсутствия половой дифференциации (гермафродитизм, партеногенез, андрогенез, срастание особей разных полов).

Развитие, особенности развития организма. Эквивифинальность; самоорганизация, её причины. Генотип и фенотип: единство, взаимообусловленность. Специфика процессов развития – неповторимость, однонаправленность. Воспроизводство организма как воспроизводство генома, а онтогенез – его реализация. Схема универсального автомата Д. Фон Неймана. Особенности воспроизводства вирусов.

Понятия “индивид” и “онтогенез”, их пространственные и временные границы. Видовая продолжительность жизни, её обусловленность.

Жизненный цикл одно- и многоклеточного организма. Диплоидные и гаплоидные фазы, их назначение, чередование в жизненном цикле различных многоклеточных. Адаптивное значение происхождения многоклеточности, назначение одноклеточной фазы в жизненном цикле многоклеточных.

Соматический эмбриогенез, его особенности.

## **Предзародышевое развитие**

Гаметогенез; морфология и физиология гамет.

Половые и соматические клетки. Обособление линии половых клеток в онтогенезе. Теория непрерывности зародышевой плазмы М. Нуссбаума и А. Вейсмана. Эктосомы. Происхождение запрограммированной биологической смерти и её адаптивное значение.

Гаметогенез, его периодизация. Размножение первичных половых клеток как способ обеспечения размножения многоклеточного организма. Мейоз.

Сперматогенез. Особенности и назначение его синцитиального периода. Спермиогенез. Строение сперматозоидов, их разнообразие.

Оогенез. Его особенности. Типы питания яйцеклеток: алиментарный, диффузный, солитарный (нутриментарный и фолликулярный). Структурные и функциональные взаимоотношения ооцитов с вспомогательными клетками. Желток, его строение; пре- и вителлогенез. Биохимия оогенеза: синтез и накопление рРНК и тРНК, транскрипция структурных генов, амплификация рДНК и образование сверхчисленных ядрышек, источники РНК и белка при разных типах оогенеза, образование желточных гранул, эндогенный и экзогенный желток. Блок мейоза, его виды.

Яйцеклетки, их строение и свойства. Яйцевые оболочки (первичные, вторичные, третичные).

Микропиле. Кортекс, его строение. Зависимость размеров яйца от типа развития (свободноличиночного, неличиночного, вторичноличиночного). Классификация яиц по количеству запасных питательных веществ и по распределению их в цитоплазме.

Гаметогенез у человека, его медицинские аспекты. Научные основы управления процессами размножения сельскохозяйственных и промысловых животных.

Оплодотворение.

Общая характеристика процесса оплодотворения. Его фазы. Осеменение. Сближение и встреча гамет;

неспецифические факторы, повышающие их вероятность (синхронизация гаметогенеза и координация действий полов в ходе размножения, избыточная продуктивность сперматозоидов по сравнению с числом яиц, крупные размеры яйца и т.д.); гамоны.

Акрсомная реакция спермиев. Проникновение сперматозоида в яйцеклетку. Активация яйца. Кортикальная реакция. Приспособления, предотвращающие полиспермию. Сингамия. Изменение метаболизма в оплодотворённом яйце. Ооплазматическая сегрегация, её последствия.

Искусственное осеменение.

Естественные и искусственные партено-, гино-, андрогенез; их влияние на половую структуру популяции.

### **Раннее эмбриональное развитие**

#### **Дробление**

Общая характеристика процесса. Особенности деления клеток в этот период (укороченность митотического цикла, отсутствие постмитотического роста клеток). Синхронный период дробления.

Десинхронизация деления ядер и перестройка клеточного цикла; асинхронный период дробления.

Смена функций материнского генома зародышевым. Правила О. Гертвига-Ю. Сакса.

Типы дробления, их обусловленность: количеством желтка в яйце, его распределением в цитоплазме (голобластическое - равномерное, неравномерное; меробластическое - дискоидальное, поверхностное) и от свойствами цитоплазмы (радиальное, спиральное, поверхностное).

Бластуляция, типы строения бластул. Бластоцель.

#### **Гастроуляция**

Общая характеристика процесса. Морфологические движения: инвагинация, иммиграция, деляминация, эпиболия. Образование мезодермы, его способы (телоблатический, энтероцельный, деляминационный, пролиферационный). Гастроцель, архентерон, полость вторичной кишки.

Теория зародышевых листков - крупнейшее морфологическое обобщение. Его критика. Эволюция способов гастроуляции; гипотезы гастреи Э.Геккеля и фагоцителлы И. И. Мечникова.

Карты презумптивных зачатков на стадии ранней гастролы; опыты В. Фохта.

Возможные механизмы морфогенетических движений клеток в ходе гастроуляции, формирования гастроцеля.

### **Раннее развитие хордовых**

#### **ACRANIA**

ЛАНЦЕТНИК. Дробление. Гастроуляция. Образование вторичной кишки. Первичная и вторичная полости тела. Нейруляция. Сегментация мезодермы. Образование ротового и анального отверстий. Появление жаберных щелей. Метаморфоз личинки. Работы А.О.Ковалевского по развитию ланцетника.

#### **Vertebrata**

#### **Anamnia**

PISCES. Строение яйца. Основные черты гастроуляции. Желточная кишечная энтодерма.

Внезародышевые органы рыб. Основные моменты послезародышевого развития. Искусственное осеменение и инкубация.

AMPHIBIA. Строение яйца. "Серый серп". Дробление. Бластула. Основные особенности гастроуляции. Нейруляция: образование хорды, нервной трубки; дифференциация мезодермы на сомит и боковую пластинку. Образование целома. Механизмы морфогенетических движений в ходе гастроуляции.

Метаморфоз амфибий.

#### **Amniota**

Особенности яйца и эмбрионального развития наземных позвоночных как адаптация к среде обитания.

Провизорные органы: амнион, сероза, аллантоис, желточный мешок; их функции.

REPTILIA. AVES. Строение яйца. Дробление. Особенности гастрюляции. Нейруляция. Образование внезародышевых частей, их развитие, функции. Сравнение развития птиц и рептилий.

MAMMALIA. Строение яйца и особенности развития однопроходных - свидетельство их происхождения от тероморфных рептилий. Особенности развития сумчатых.

Раннее развитие плацентарных млекопитающих. Строение яйца. Дробление. Морула. Бластоциста: эмбриобласт и трофобласт. Гастрюляция. Нейруляция. Аллантоис. Сравнение образования провизорных органов с низшими Amniota, их особенности в связи с внутриутробным развитием. Имплантация. Образование плаценты, типы её строения (эпителио-, десмо-, вazo-, гемохориальная). Функции плаценты. Пуповина. Роды.

Основные этапы эмбрионального развития человека.

### **Органогенез у хордовых животных**

Формирование тела зародыша, обособление головного и хвостового отделов при голобластическом и меробластическом типах развития.

Развитие центральной и симпатической нервной системы, органов чувств. Индукционные процессы в их развитии. Рост нервных волокон, их взаимодействие с закладками органов.

Развитие кожных покровов и их производных. Кожные железы, костные и роговые чешуи, перья, волосы. Взаимодействие между эктодермальными и мезодермальными компонентами закладок.

Развитие пищеварительной системы и органов дыхания. Закладки передней и задней кишки. Образование ротового и заднепроходного отверстий у первично- и вторичноротых. Дифференцировка глоточного отдела кишечника. Жаберные карманы, жаберные щели. Индукционные связи между экто- и энтодермальными частями закладок. Образование лёгких, закладка и дифференцировка желёз бронхиальной группы (щитовидной, паращитовидной, зобной). Дифференцировка средней кишки; закладка печени, индуцирующее действие на неё зачатка сердца; образование поджелудочной железы; формообразовательные взаимодействия между энтодермальным эпителием и мезенхимой при дифференцировке производных энтодермы.

Развитие скелета и мышц. Дифференцировка сомита на миотом, склеротом и дерма-том; развитие осевого скелета. Эктомезенхима и образование висцеральной мускулатуры

Развитие кровеносной системы. Закладка сердца, кровяных островков, кровеносных сосудов.

Развитие мочеполовой системы. Образование proneфроса, мезонефроса и метанефроса; взаимодействие тканей при развитии; детерминация развития и инволюции proneфроса и мезонефроса. Развитие надпочечников. Образование полового валика. Структура недифференцированной гонады. Половая дифференцировка гонад и половых протоков. Генетические и гормональные механизмы половой дифференцировки.

Развитие конечности. Презумптивный зачаток конечности и его детерминация (на стадии нейрулы). Мезодермальный и энтодермальный компоненты зачатка и индукционные взаимодействия между ними. Последовательность детерминации осей и отдельных частей конечности.

### **Постэмбриональное развитие. Метаморфоз**

Различия в степени развития к концу эмбрионального периода у разных животных. Морфогенетические процессы в постэмбриональный период развития животных. Старение, его возможные механизмы. Прямое и косвенное развитие. Типы личинок у беспозвоночных. Биологическое значение метаморфоза, его и основные закономерности. Зависимость метаморфоза от условий среды и механизмы их влияния на организм. Неотения.

### **Механика развития**

Онтогенез как последовательность дифференциаций. Понятие дифференциации. Детерминация.

Проблема детерминации - центральная проблема биологии индивидуального развития. Детерминация на



ранних этапах развития. Выявление начальных детерминаций онтогенеза (эксперименты по разделению, слиянию, умерщвлению бластомеров; эксперименты над яйцеклетками). Эмбриональная регуляция. Мозаичные и регуляторные яйца. Закон Г. Дриша; “энтелехия” Г. Дриша - пример механистического подхода к исследованию биологического развития.

Возникновение однояйцевых близнецов; полиэмбриония.

Эксперименты Г. Шпемана по разделению зиготы амфибий. Доказательство индуцирующего характера взаимодействия при дифференциации нервной трубки; первичная эмбриональная индукция. Индуктор и мишень. Компетенция. Расширение областей и удлинение срока компетенции в филогенезе. “Двойное обеспечение” дифференциации мишени. Эмбриональная индукция - универсальный механизм дифференциации. Эксперименты П. Ньюкупа. Индукции тангенциальные и вертикальные; директивные и пермиссивные (разрешающие).

Поиски механизмов морфогенетического тканевого взаимодействия. Эффект “мёрт-вого организатора”. Доказательство химического характера индукционного взаимодействия. Понятие морфогена, его действие. Эксперименты Л. Саксена и С. Тойвонена, Х. Тидемана, Т. Ямады и др.; метод “сэндвича”. Доказательство возможности реализации морфогенетического тканевого взаимодействия посредством двух морфогенов, его возможный механизм (двугradientная гипотеза).

### **Онтогенез как целостный процесс. Проблемы морфогенеза**

Проблема целостности онтогенеза. Доказательства существования факторов целостного контроля: эмбриональная регуляция, неизменность препаттерна при мутациях, сходство развития представителей разных систематических групп, наличие в индивидуальном развитии макропорядка при возможном отсутствии микропорядка.

Онтогенез - переход из неупорядоченного состояния к упорядоченному; понижение порядка пространственной симметрии как его проявление.

Теория физиологических градиентов; работы Ч.Чайлда по установлению градиентов дезинтеграции и отмирания; реализация развития вследствие установления физиологических градиентов и внешнего воздействия. Реализация принципа самоорганизации. Критика теории физиологических градиентов. Концепция позиционной информации Л.Вольперта.

Проблемы морфогенеза. Принцип “устойчивого неравновесия” Э. Бауэра. Основные положения теории биологического поля А. Г. Гурвича как приёма описания явления; прогнозирование морфогенеза посредством неё. Моделирование в эмбриологии.

Современные представления об эмбриональном поле. Типолого-морфологические модели.

Синергетика и исследование онтогенеза. Диссипативные структуры. Модели, основанные на принципах самоорганизации. Модель А. Тьюринга; “брюсселятор”. Модели А. Гирера-Х. Мейнхардта.

Модели морфогенеза с учётом механических напряжений.

Закон Г. Дриша - один из основных принципов исследования онтогенеза.

### **Рост животных**

Понятие о росте; его виды. Рост за счёт накопления неорганических веществ и за счёт собственно живой протоплазмы. Рост ауксетичный и пролиферационный (аккреционный и мультипликативный)

Математические методы исследования закономерностей роста. Уравнения роста: понятие, подходы к их выработке. Характеристики размерные и весовые, их соотношение. Конечные размеры тела животного и факторы, их определяющие.

Уравнения мультипликативного роста (С. Броди, Л. фон Берталанфи). Уравнения аккреционного роста.

Рост и формообразовательные процессы. Аллометрия. Изменение пропорций тела в ходе онтогенеза, его биологический смысл (сохранение физического подобия). Уравнения аллометрического роста; формула Дж. Гексли. Градиенты роста. Аллометрический рост как средство достижения видоспецифичности формы.

Конформный рост.

Влияние на рост факторов среды. Компенсационный рост. Эквифинальность роста.

### **Основные подходы к решению проблемы соотношения онто- и филогенеза**

История проблемы. Дискуссия о соотношении “структура-функция” (Ж. Кювье) и “структура-формообразование” (Ж. Сент-Илер). Эволюция идеи.

Филогенез как совокупность отобранных онтогенезов.

Архетипы, узлы сходства. Понятие филэмбриогенеза. Гетерохронии, их типы: акселерация, пedomорфоз (прогенез), неотения, гиперморфоз (анаболия). Роль гетерохроний в филогенезе.

Соотносимость процессов онто- и филогенеза, в основе которых лежат бифуркационные динамические структуры.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Саврова, О. Б. Основы эмбриологии : учебное пособие на русском и английском языках для студентов I и II курсов специальностей «Лечебное дело» и «Стоматология» / О. Б. Саврова, И. З. Ерёмина. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2013. — 147 с. — ISBN 978-5-209-04361-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22202>
2. Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология : учебник для академического бакалавриата / Е. М. Ленченко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 355 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08185-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437811>

### **Дополнительная:**

1. Практикум по эмбриологии: учебное пособие для студентов университетов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биологическим специальностям/В. А. Голиченков [и др.] ; ред.: В. А. Голиченков, М. Л. Семенова.-Москва:Академия,2004, ISBN 5-7695-1330-6.-208.-Библиогр.: с. 201
2. Голиченков В. А.,Иванов Е. А.,Никерясова Е. Н. Эмбриология:учебник для студентов университетов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биологическим специальностям/В. А. Голиченков, Е. А. Иванов, Е. Н. Никерясова.-Москва:Академия,2004, ISBN 5-7695-1168-0.-224.-Библиогр.: с. 214-215
3. Белоусов Л. В. Введение в общую эмбриологию:учебник для биологических специальностей университетов/Л. В. Белоусов.-Москва:Издательство Московского университета,1980.-211.-Библиогр. в конце глав

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.anatomy.ulsu.ru/ru/> Научное медицинское общество анатомов, гистологов и эмбриологов

<http://embryology.bio.msu.ru/> Кафедра эмбриологии МГУ

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Биология размножения и развития** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
  - 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
  - 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, учебно-наглядными пособиями, демонстрационными материалами, меловой (и) или маркерной доской

Для проведения лабораторных занятий необходима «Лаборатория эмбриологии и гистологии», оснащенная лабораторным оборудованием и учебно-наглядными пособиями. Состав оборудования, учебно-наглядных пособий, представлен в паспорте лабораторий.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной

мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Биология размножения и развития**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.4**

**Способен применять знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	Быть способным демонстрировать знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	<p><b>Неудовлетворител</b> Не имеет знаний в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Имеет общие представления в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Хорошо</b> Имеет основные знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Отлично</b> Демонстрирует прочные знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p>
<b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	Быть способным демонстрировать теоретические и практические знания в избранной предметной области	<p><b>Неудовлетворител</b> Отсутствуют знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Имеет общие общие представления в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Хорошо</b> Демонстрирует основные знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p> <p><b>Отлично</b> Демонстрирует прочные знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p>

## ПК.1

**Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.1.4</b> решает профессиональные задачи на основе знаний о структурно- функциональной организации живых объектов	Быть способным решать профессиональные задачи на основе знаний о структурно- функциональной организации живых объектов	<b>Неудовлетворител</b> Не способным решать профессиональные задачи на основе знаний о структурно- функциональной организации живых объектов  <b>Удовлетворительн</b> Имеет представление о решении профессиональные задачи на основе знаний о структурно-функциональной организации живых объектов  <b>Хорошо</b> Может решать профессиональные задачи на основе знаний о структурно- функциональной организации живых объектов  <b>Отлично</b> Способен эффективно решать профессиональные задачи на основе знаний о структурно-функциональной организации живых объектов



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение <b>Входное тестирование</b>	Знание общих закономерностей размножения и развития животных.
<b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	Основные понятия <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать и понимать основные понятия биологии репродукции
<b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	Раннее развитие хордовых <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать основные этапы предзародышевого развития. Знать основные этапы и особенности раннего онтогенеза животных
	Механика развития <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать основные этапы органогенеза хордовых животных. Знать особенности постэмбрионального развития животных.
<b>ПК.1.4</b> решает профессиональные задачи на основе знаний о структурно-функциональной организации живых объектов	Основные подходы к решению проблемы соотношения онто- и филогенеза <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия механики развития; иметь представления о подходах к решению проблем морфогенеза. Знать основные подходы к решению проблемы соотношения онто- и филогенеза. Знать основные математические модели роста.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Тестовые задания по особенностям развития животных разных таксономических групп	10
Тестовые задания по особенностям размножения у животных разных таксономических групп	10

## Основные понятия

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Основные этапы развития биологии репродукции. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Основные понятия биологии репродукции. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10

## Раннее развитие хордовых

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Знать основные этапы предзародышевого развития. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Знать основные этапы и особенности раннего онтогенеза животных. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10

## Механика развития

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Знать особенности постэмбрионального развития животных. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Знать основные этапы органогенеза хордовых животных. Задания с открытым ответом (10 заданий). Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10

## **Основные подходы к решению проблемы соотношения онто- и филогенеза**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знать основные понятия механики развития. 10 тестовых заданий. Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Знать основные математические модели роста. 10 тестовых заданий. Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Знать основные подходы к решению проблемы соотношения онто- и филогенеза. 10 тестовых заданий. Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10
Иметь представления о подходах к решению проблем морфогенеза. 10 тестовых заданий. Верный ответ на 1 вопрос - 1 балл	10