

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИБСиБ  
\_\_\_\_\_ А.В. Васин  
«30» мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Биология развития»**

Разработчик	Высшая школа биомедицинских систем и технологий
Направление (специальность) подготовки	06.05.01 Биотехнология и биоинформатика
Наименование ООП	06.05.01_01 Биотехнология и биоинформатика
Квалификация (степень) выпускника	<b>биотехнолог и биоинформатик</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
\_\_\_\_\_ Д.И. Богомаз  
«15» апреля 2025 г.

Соответствует СУОС  
Утверждена протоколом заседания  
высшей школы "ВШБСиТ"  
от «15» апреля 2025 г. № 6

РПД разработал:  
Доцент, к.б.н. Д.И. Богомаз

# 1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

## Цели освоения дисциплины

"Биология развития" область науки, изучающая закономерности онтогенетического развития организмов. В курсе дается представление о макро- и микроморфологических, физиолого-биохимических, молекулярных и генетических процессах, протекающих в развивающихся организмах, а также о факторах и механизмах, управляющих процессами развития на всех этапах онтогенеза животных и растительных организмов. Цель дисциплины - ознакомить студентов с закономерностями размножения и индивидуального развития организмов, как фундаментальной основой жизненных процессов. Задачей дисциплины является изучение основных закономерностей биологии размножения животных, основных этапов онтогенеза, фаз эмбрионального развития, механизмов роста, морфогенеза, причин появления аномалий развития.

## Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-4	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования
ИД-7 ОПК-4	Применяет методы клеточной биологии для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования;

## Планируемые результаты изучения дисциплины

### знания:

- Знание методов клеточной биологии для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования;

### умения:

- Умение применять методы клеточной биологии для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами,

проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования;

**навыки:**

- Владение методами клеточной биологии для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования;

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

В учебном плане дисциплина «Биология развития» относится к модулю «Молекулярная биология».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Химия
- Анатомия и физиология
- Биохимия
- Ботаника высших растений

### 3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

#### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	30
Практические занятия	14
Самостоятельная работа	37
Часы на контроль	16
Промежуточная аттестация (экзамен)	11
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	108, ач
	3, зет

#### 3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

### 4. Содержание и результаты обучения

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма		
		Лек, ач	Пр, ач	СР, ач
1.	Предмет, история, методы, значение и задачи биологии размножения развития.			
1.1.	Современные проблемы биологии развития.	4	2	5
2.	. Половые и соматические клетки.			

2.1.	. Происхождение половых клеток в онтогенезе. Яйцеклетки и сперматозоиды. Строение семенников и яичников	4	2	6
2.2.	Оплодотворение. Партогенез. Педогенез.	4	2	5
3.	. Дробление. Критические периоды эмбриогенеза у млекопитающих. Полиэмбриония.			
3.1.	. Гаструляция. Способы образования мезодермы. Провизорные органы.	4	2	6
3.2.	Нейруляция. Уровни регуляции дифференцировки в развитии.	4	2	5
4.	Постэмбриональное развитие. Развитие с метаморфозом и его роль в природе.			
4.1.	Признаки пола и их развитие.	5	2	5
5.	Рост и его контроль.			
5.1.	Регенерация. Роль регенерации в эволюционном процессе.	5	2	5
<b>Итого по видам учебной работы:</b>		30	14	37
Экзамены, ач				16
<b>Часы на контроль, ач</b>				16
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>		11		
<b>Общая трудоёмкость освоения: ач / зет</b>		108 / 3		

## 4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
<b>1. Предмет, история, методы, значение и задачи биологии размножения и развития.</b>	
<b>1.1. Современные проблемы биологии развития.</b>	Знания на уровне теорий, гипотез, представлений. Клетка – элементарная единица живого. Клетки и организм
<b>2. . Половые и соматические клетки.</b>	
<b>2.1. . Происхождение половых клеток в онтогенезе. Яйцеклетки и сперматозоиды. Строение семенников и яичников</b>	Общее строение клеточного ядра. Морфология ядерных структур. Структура и химия хроматина. Ядерный белковый матрикс.
<b>2.2. Оплодотворение. Партогенез. Педогенез.</b>	Ядерные транскрипты и их транспорт. Ядрышко – источник рибосом Нерибосомные продукты ядра. Ядерная оболочка
<b>3. . Дробление. Критические периоды эмбриогенеза у млекопитающих. Полиэмбриония.</b>	
<b>3.1. . Гастрюляция. Способы образования мезодермы. Провизорные органы.</b>	Цитоплазма, вакуолярная система. Плазматическая мембрана. Органеллы. Гиалоплазма. Гранулярный эндоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи. Лизосомы. Гладкий ретикулум и другие мембранные вакуоли
<b>3.2. Нейруляция. Уровни регуляции дифференцировки в развитии.</b>	Энергетические потоки в клетке. Митохондрии. Пластиды. Происхождение двумембранных органоидов. Клеточная дифференцировка.
<b>4. Постэмбриональное развитие. Развитие с метаморфозом и его роль в природе.</b>	
<b>4.1. Признаки пола и их развитие.</b>	Опорно-двигательная система клетки, цитоскелет. Микрофиламенты. Микротрубочки. Промежуточные филаменты. Двигательный аппарат бактерий. Клеточный центр.
<b>5. Рост и его контроль.</b>	
<b>5.1. Регенерация. Роль регенерации в эволюционном процессе.</b>	Синаптонемный комплекс. Рекомбинационный узелок Хиазмы. Знания на уровне теорий, гипотез, представлений. Общая организация митоза Морфология митотической фигуры Кинетохор. Динамика митоза. Митоз растительной клетки. Различные типы митоза эукариотов. Мейоз Фазы мейоза. Синаптонемный комплекс

## **5. Образовательные технологии**

В преподавании практикума «Биология развития» используются преимущественно традиционные образовательные технологии: – лекции; –лабораторные занятия. Вместе с тем, в преподавании курса следует применять современные технологии, такие как проблемное обучение, междисциплинарное обучение. По методике проблемного обучения можно предложить студентам теоретически осветить одну из проблем, разрабатываемых в области биологии развития. Сообщение, сделанное студентом, можно рассматривать и как решение теоретической проблемы и как творческую самостоятельную работу. Занятия в активной и интерактивной форме. В активной и интерактивной форме проводятся следующие занятия: Интерактивные лабораторные занятия по биологии развития; Тестирования.

## 6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

## 7. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Половые и соматические клетки. Происхождение половых клеток в онтогенезе. Яйцеклетки и сперматозоиды. Строение семенников и яичников.	2
2.	Оплодотворение. Партогенез. Педогенез.	2
3.	Гаструляция. Способы образования мезодермы. Провизорные органы.	2
4.	Нейруляция. Уровни регуляции дифференцировки в развитии	2
5.	Признаки пола и их развитие.	2
6.	Рост и его контроль.	2
7.	Регенерация. Роль регенерации в эволюционном процессе.	2
Итого часов		14

## 8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы



## Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
<b>Текущая СР</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
самостоятельное изучение разделов дисциплины	7
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
<b>Итого текущей СР:</b>	<b>27</b>
<b>Творческая проблемно-ориентированная СР</b>	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	4
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	6
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
<b>Итого творческой СР:</b>	<b>10</b>
<b>Общая трудоемкость СР:</b>	<b>37</b>

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Адрес сайта курса

<https://ibmst.spbstu.ru/>

## 9.2. Рекомендуемая литература

### Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Верин В.К., Иванов В.В. Гистология: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.	2010	ИБК СПбПУ
2	Ленченко Е.М. Цитология, гистология и эмбриология: Москва: Юрайт, 2024. URL: <a href="https://urait.ru/bcode/538741">https://urait.ru/bcode/538741</a>	2024	Подписное издание

### Дополнительная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Диндяев С.В., Виноградов С.Ю. Эмбриология: Москва: Юрайт, 2024. URL: <a href="https://urait.ru/bcode/542572">https://urait.ru/bcode/542572</a>	2024	Подписное издание

### Ресурсы Интернета

1. <https://brickofknowledge.com/articles/biology-developmental>: [http://www.videotest.ru/vus/cd3\\_ru.htm](http://www.videotest.ru/vus/cd3_ru.htm)

## 9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Лекционная аудитория, предоставляющая возможность демонстрации компьютерных презентаций  
Лекционная аудитория, предоставляющая возможность демонстрации компьютерных презентаций. Программы Windows и MS Office

*Презентации по курсу лекций. Наглядные пособия, препараты для микроскопии.*

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Кабинет микроскопии. Основное учебное оборудование:

1. Биологический микроскоп
2. Лупы
3. Микропрепараты
4. Планшеты
5. Видеофильмы

6. Диапроектор.

7. Слайды.

8. Инструменты

## 11. Критерии оценивания и оценочные средства

### 11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Биология развития» формой аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится в свободной форме.

#### Экзамен

Оценка	Описание
неудовлетворительно	Отсутствие знаний по основным понятиям дисциплины и незнание основных терминов
удовлетворительно	Наличие знаний по основным понятиям дисциплины и знание основных терминов
хорошо	Наличие знаний по основным понятиям дисциплины и знание основных терминов. Способность связно изложить основные материалы по вопросам билета. Способность ответить на два из трех дополнительных вопросов.
отлично	Наличие знаний по основным понятиям дисциплины и знание основных терминов. Способность грамотно и развернуто изложить основные материалы по вопросам билета. Способность ответить на три из трех дополнительных вопросов.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), осуществляющим контроль самостоятельной работы студента в следующих формах:

- промежуточное тестирование по отдельным разделам дисциплины

Аттестация по результатам изучения дисциплины проходит в форме экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы).

Предмет БИР и её место в системе биологических наук. История развития науки (У. Гарвей, Ф. Реди, К.Ф. Вольф, Х.И. Пандер, К.М. Бэр, А.О. Ковалевский, И.И. Мечников, В. Гис, В. Фогт, Г.Шпеман, В. Ру и др.). Современные проблемы биологии индивидуального развития. Методы БИР. Половые и соматические клетки. Происхождение первичных половых клеток в онтогенезе. Представление о зародышевом пути. Яйцеклетки, строение и свойства. Классификация яйцеклеток по количеству и локализации желтка. Сперматозоиды. Строение яичников. Стадии оогенеза. Биохимия оогенеза. Овуляция. Строение семенников. Стадии сперматогенеза. Биохимия сперматогенеза

## 11.2. Оценочные средства

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Предмет, история, методы, значение и задачи биологии размножения и развития. Современные проблемы биологии развития. Тема 2. Половые и соматические клетки. Происхождение половых клеток в онтогенезе. Яйцеклетки и сперматозоиды. Строение семенников и яичников. домашнее задание , примерные вопросы: проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература) по вопросам: Яйцеклетки их характеристика. Оболочки яйцеклеток (первичная, вторичная, третичная), их биологическое значение. Специфические структуры цитоплазмы яйцеклеток. контрольная точка , примерные вопросы: 1. Вителлогенез нутриментарного типа известен у: а) нематод, б) моллюсков, в) насекомых, г) грызунов 2. Содержание и функции акросомы: а) гормоны и жиры/ защитная; б) гиалуронидаза и протеазы/ растворение оболочек яйцеклетки; в) ферменты/ трофическая; г) трипсиноген/ дыхательная. 3. Перибластула ? результат дробления а) алецитального яйца, б) олиголецитального яйца, в) центролецитального яйца, г) резко телолецитального яйца, д) гомолецитального яйца. 4. Образование сперматоцитов 1-ого порядка происходит: а) в утробе матери, б) сразу после рождения, в) в период полового созревания, г) к 30-40 годам 5. На яйцеклетку действовали препаратом, который разрушил фолликулярные клетки, входящие в состав лучистого венца. Что произойдет с яйцеклеткой? Тема 3. Оплодотворение. Партогенез. Педогенез. домашнее задание , примерные вопросы: Вопросы для самоконтроля по теме ? Дробление? 1. Опишите типы дробления для яиц алецитального типа. 2. Опишите типы дробления для яиц телолецитального типа (Amphibia). 3. Опишите типы дробления для яиц изолецитального типа 4. Опишите типы дробления для яиц центролецитального типа. 5. Опишите типы дробления для яиц гомолецитального типа. 6. Опишите типы дробления для яиц телолецитального типа (Aves). 7. Какие группы животных демонстрируют псевдоспиральное дробление? 8. Какие группы животных демонстрируют спиральное дробление? 9. Какие группы животных демонстрируют билатеральное дробление? 10. Какие группы животных демонстрируют радиальное дробление? 11. Какие группы животных демонстрируют поверхностное дробление? 12. Какие группы животных демонстрируют дискоидальное дробление? 13. Результатом какого дробления является морула? 14. Результатом какого дробления является целобластула? 15. Результатом какого дробления является дискобластула? 16. Результатом какого дробления является амфибластула? 17. Результатом какого дробления является перибластула? 18. Результатом какого дробления является бластоциста? Тема 4. Дробление. Критические периоды эмбриогенеза у млекопитающих. Полиэмбриония. Тема 5. Гастрюляция. Способы образования мезодермы. Провизорные органы. домашнее задание , примерные вопросы: доработка альбомных рисунков начатых на практических занятиях; подготовка домашних заданий по заданной теме "Гаметогенез", "Типы вителлогенеза".

устный опрос , примерные вопросы: Чем заканчивается период дробления? Способы гаструляции в зависимости от типа бластул, вступающих в этот процесс. В эксперименте у зародыша птицы на стадии гаструлы блокирован процесс перемещения клеток через первичную полосу. Развитие какого зародышевого листка будет нарушено? В эксперименте на стадии бластулы введено вещество, блокирующее перемещение клеток. Развитие какой стадии эмбриогенеза будет нарушено? Тема 6. Нейруляция. Уровни регуляции дифференцировки в развитии. домашнее задание , примерные вопросы: составление конспекта ответа на вопросы: Материальные факторы, определяющие дифференциальную активность генов.

Ооплазматическая сегрегация, эмбриональные индукции, модели формирования. Стволовые клетки. Продолжительность жизни клеток и всего организма Тестирование , примерные вопросы: 1. Перечислите провизорные органы птиц: а) желточный мешок, аллантоис, серозная оболочка; б) плацента, амнион, серозная оболочка; в) аллантоис, амнион, серозная оболочка, желточный мешок; г) плацента, аллантоис, желточный мешок. 2. Укажите правильную характеристику оплодотворения у человека: а) полиспермное; б) происходит в матке; в) приводит к завершению первого мейотического деления; г) происходит в любой период овариального цикла; д) происходит в ампуле маточной трубы. 3. К производным мезотомы следует отнести: а) миокард; б) гладкомышечную ткань сосудистой стенки; в) поперечно-полосатую скелетную мышечную ткань; г) эпителий кишечной трубки. 4. Тип дробления у амфибий: а) полное равномерное; б) полное неравномерное; в) неполное частичное; г) неполное дискоидальное 5. Дробление ? это стадия развития, наступающая после: а) гаструляции; б) образования морулы; в) оплодотворения; г) образования туловищной складки. 6. Укажите производные энтодермы: а) эмаль зуба, эпителий бронхов; б) эпителий печени, эпителий тонкой кишки; в) эпителий мочевого пузыря, эпителий тонкой кишки; г) эпителий кожи, роговицы. 7. Функции, выполняемые желточным мешком: а) газообмен, выделительная, трофическая; б) кроветворная, образование первичных половых клеток, трофическая; в) дыхательная, трофическая; г) выделительная, газообмен. устный опрос , примерные вопросы: В эксперименте у зародыша цыпленка поврежден внезародышевый орган, выполняющий функцию выведения метаболитов и газообмена. Какой внезародышевый орган поврежден? Тема 7.

Постэмбриональное развитие. Развитие с метаморфозом и его роль в природе. Тема 8. Признаки пола и их развитие. Проверка конспектов. , примерные вопросы: проверка конспектов , содержащих информацию по темам "Материальные факторы, определяющие дифференциальную активность генов", "Ооплазматическая сегрегация, эмбриональные индукции, модели формирования", "Стволовые клетки", " Продолжительность жизни клеток и всего организма". При проверке конспектов оценивается творческий подход студента при анализе материала, навыки вычленивать основную идею/тезис, умение обосновать, раскрыть основное положение теории/ устный опрос , примерные вопросы: Первичные и вторичные половые признаки. Половой диморфизм. Сезонный половой диморфизм. Женские и мужские половые гормоны. Явление бисексуальности. Явление гермафродитизма. Естественный и аномальный гермафродитизм. Истинный и ложный гермафродитизм. Интерсексуальность и

гинандроморфизм. Тема 9. Рост и его контроль. Представление презентаций. , примерные вопросы: Гормональные механизмы роста. Железы внутренней секреции и рост. Физиологические отклонения в ходе роста. Апоптоз. Биохимические основы апоптоза. Тема 10. Регенерация. Роль регенерации в эволюционном процессе. проверка альбомов по прошедшим темам , примерные вопросы: Программа дисциплины "Биология индивидуального развития"; 020

Оценка оформления тем лабораторных работ, сопровождения рисунков точными легендами, качество рисунков и их детализация. При собеседовании с обучающимся определяется степень владения материалом, способность распознать объект и этап эмбриогенеза. Тема 11. Бесполое размножение и его роль в природе. оценка компетентности в ходе дискуссия и при решении проблемных задач по темам курса , примерные вопросы: В ходе лекций, при интерактивном общении Тема 12. Продолжительность жизни. Теории старения. Гипотезы о материальных факторах, определяющих продолжительность жизни. письменная работа , примерные вопросы: Пример: Вариант 1. 1. Задание на соотнесение (сопровождается иллюстративным материалом). Определите, какой тип яйцеклеток характерен для каждой группы животных а) изолецитальные; б) телолецитальные; в) гололецитальные; г) алецитальные; д) центролецитальные. 2. Укажите , что обозначено на рисунке цифрами 1 и 2 (сопровождается иллюстративным материалом). 3. Вителлогенез нутриментарного типа известен у: а) нематод, б) моллюсков, в) насекомых, г) грызунов 4. Для оогенеза характерны следующие этапы (укажите лишнее): а) рост ; б) формирования ; в) размножения ; г) созревания; д) вителлогенез. 5. Рисунок семенника млекопитающего. Обозначьте на нем сперматоциты I порядка и сперматиды.(сопровождается иллюстративным материалом) 6. Биологический смысл оплодотворения: 1. .... 2. .... 7. У круглых червей дробление совершается по типу \_\_\_\_\_ 8. Дискобластула ? результат дробления а) алецитального яйца, б) олиголецитального яйца, в) центролецитального яйца, г) резко телолецитального яйца, д) гололецитального яйца. 9. Назовите способы образования гастролы: 1. .... 2. .... 3. .... 10. Укажите на рисунке туловищную складку, амниотическую складку, амниотическую и серозные оболочки. (сопровождается иллюстративным материалом) 11. Для какой группы Mammalia характерная плацента, изображенная на рис.Г? (сопровождается иллюстративным материалом) 12. Восстановите последовательность событий: а) рождение, б) редукционное деление, в) цитоплазматический рост, г) увеличение числа гонимов, д) эквационное деление, е), вителлогенез, ж) овуляция 13. Для ланцетника характерно образование мезодермы: а) телобластическое, б) из 4d-бластомера, в) энтероцельное, г) из 2d бластомера.

## **12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Весьма полезными будут интерактивные занятия, когда происходит живой диалог между преподавателем и студентами. Понятно, что переходить к интерактивным занятиям следует через какое-то время, достаточное, чтобы студенты постигли суть дисциплины. Получили представление о методической базе, используемой в биологии развития при решении различных, часто далеко отстоящих друг от друга проблем. На лабораторных занятиях студентов следует ознакомить с методологией исследований в области биологии развития.

Вместе с тем, в преподавании курса следует применять современные технологии, такие как *проблемное обучение, междисциплинарное обучение*.

По методике проблемного обучения можно предложить студентам теоретически осветить одну из проблем, разрабатываемых в области биологии развития.

Сообщение, сделанное студентом, можно рассматривать и как решение теоретической проблемы и как творческую самостоятельную работу.

## **13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.