

**Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России) Федеральное  
государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова  
Российской академии наук  
(ИБХ РАН)**

СОГЛАСОВАНО:  
Ученый совет ИБХ РАН  
Протокол № от « » 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИБХ РАН

Ученый секретарь  
д.ф.-м.н. В.А.Олейников

академик А.Г.Габибов

от « » 2021 г.

от « » 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
по дисциплине  
ОСНОВЫ КЛЕТОЧНОЙ БИОЛОГИИ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕТОК**

**Направление подготовки:**

1.5. Биологические науки

**Направленность (профиль) программы:**

1.5.4. Биохимия

1.5.6. Биотехнология

1.5.3. Молекулярная биология

**Направление подготовки:**

1.4. Химические науки

**Направленность (профиль) программы:**

1.4.9. Биоорганическая химия

**Уровень высшего образования:** подготовка научно и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-исследователь.

**Форма обучения:** очная

Москва – 2021

**Составитель курса: д.б.н. Рыскина Е.А.**

*Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО), разработанного для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 1.5. Биологические науки, 1.4. Химические науки.*

Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 1.5. Биологические науки, 1.4. Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и учебному плану аспирантов, разработанного на основе этих требований, дисциплина «Основы клеточной биологии и методы исследования клеток» является дисциплиной по выбору вариантной части образовательной программы по направленности (профилю) 1.5.4. Биохимия, 1.5.6. Биотехнология, 1.5.3. Молекулярная биология, 1.4.9. Биоорганическая химия. Объем курса составляет 36 академических часов (1 зачетная единица), из них 16 академических часов интерактивных лекций, 4 часа семинара, 12 часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к дифференцированному зачету и 4 часа на контроль знаний в форме зачета.

## **I. Цели и задачи изучения дисциплины.**

Клетка - структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов. Методы исследования клетки направлены на изучение структуры, функций и метаболизма клеток. Метод культура клеток и тканей используется для решения как фундаментальных теоретических проблем, так и различных практических задач и является неотъемлемой составной частью генной инженерии, клеточной инженерии, клонирования и других направлений экспериментальной биотехнологии.

**1.1. Цель курса:** обучение аспирантов основным понятиям и методам клеточной биологии.

**1.2. Задачи курса:** получение базовых знаний о строении, метаболизме и жизнедеятельности клеток, а также изучение современных технологий работы с клетками.

**1.3. Связь с другими дисциплинами:**

Основные положения дисциплины «Основы клеточной биологии и методы исследования клеток» будут использоваться при прохождении дисциплин «Основы биотехнологии», «Биологическая эволюция и биотехнология», «Структура и функции пептидов и белков», «Молекулярная биология: перспективные направления современных исследований», «Основы генной инженерии». Курс имеет непосредственную связь практически со всеми дисциплинами образовательной программы по направлению подготовки 1.5. Биологические науки, 1.4. Химические науки.

## **II. Требования к уровню освоения дисциплины**

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

**Универсальные компетенции (УК):**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

### **Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю), Биотехнология, Молекулярная биология, Биохимия, Биоорганическая химия (ПК-1);
- обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);
- способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3);
- обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4);
- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и вузе (ПК-5).

В результате освоения дисциплины «Основы клеточной биологии и методы исследования клеток» аспирант должен:

#### **Знать:**

- строение клеток прокариот и эукариот;
- принципы трансмембранного и внутриклеточного транспорта;
- базовые механизмы передачи клеточного сигнала;
- базовые механизмы межклеточного взаимодействия;
- жизненный цикл клетки;
- методы определения жизнеспособности клеток;
- разновидности электронной микроскопии;
- методы оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях;
- способы использования информационных технологий.

#### **Уметь:**

- самостоятельно планировать базовые эксперименты с клетками;
- использовать приобретенные знания при освоении дисциплины в профессиональной деятельности;
- работать с научными публикациями и другой информацией, в том числе выделять и главные идеи в научных публикациях;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи.

#### **Владеть:**

- навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения задач исследования клеток в культуре;
- навыками поиска информации в библиотечно-электронных системах и базах данных, а также ее анализ и систематизация;
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

### III. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Форма обучения – ОЧНАЯ

**Общий объем дисциплины:** 1 зачетная единица или 36 академических часов.

Всего часов	Аудиторные занятия (час), в том числе:			Самостоятельная Работа (час)	Контроль (час)
	лекции	практические занятия (семинары)	лабораторные работы		
36	16	4	-	12	4
	20				

### Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы:

№	Наименование тем и разделов (час), (с развернутым содержанием курса в том числе: по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час) в том числе	
		Лекции	Семинары
1	Клеточная теория. Про- и эукариотические клетки. Органеллы клеток и их функции.	2	-
2	Клеточный цикл. Мейоз и митоз. Регуляция клеточного цикла. Апоптоз и некроз.	2	-
3	Ткани: особенности строения и выполняемые функции.	2	-
4	Базовые механизмы межклеточного взаимодействия.	2	-
5	Методы изучения клеток.	2	
6	Световые и электронные методы микроскопии.	2	1
7	Культивирование клеток.	2	1
8	Методы окрашивания клеток и тканей.	2	2
	<b>Всего:</b>	16	4
	<b>Итого:</b>	20	

### IV. Содержание курса

#### Раздел 1.

#### Клеточная теория. Про- и эукариотические клетки.

Клеточная теория. Клетка – элементарная единица живого. Прокариотические клетки (бактерии и археи), их внутренняя организация. Грамм-положительные и отрицательные бактерии. Эукариотические клетки и их внутренняя организация. Возникновение эукариот и их органелл. Использование в медико-биологических исследованиях световых и электронных методов микроскопии.

#### Раздел 2.

#### Компартменты клеток и их функции

Мембранные и немембранные органеллы клетки. Строение и состав клеточной мембраны. Строение ЭР. Общность мембран ЭР и ядерной оболочки. Гладкий и шероховатый ЭР. Аппарат Гольджи и его функции. Клеточное ядро. Строение ядра. Организация хроматина. Устройство

ядерных пор. Механизмы транспорта молекул внутри ядра. Цитоскелет. Организация актиновых филаментов (микрофиламентов), промежуточных филаментов, микротрубочек. Принципы сборки. Динамика цитоскелета эукариот. Регуляция организации цитоскелета эукариот. Цитоскелет прокариот. Эндосомы, лизосомы, экзосомы, их особенности. Механизмы внутриклеточной сигнализации.

### **Раздел 3. Клеточный цикл. Мейоз и митоз.**

Деление клетки и понятие о клеточном цикле. Митоз как единственно полноценный способ деления клеток эукариот. История открытия митоза. Представление о митотическом (клеточном) цикле и его периодах. Мейоз. Половые клетки и оплодотворение. Клеточные механизмы развития. Половое размножение.

### **Раздел 4. Регуляция клеточного цикла**

Чекпоинты. Чекпоинтные киназы. Понятие об экзогенных и эндогенных факторах регуляции. Понятие апоптоз и некроз. Пути запуска и реализации запрограммированной клеточной гибели. Специфические перестройки клетки при апоптозе и способы их обнаружения. Ключевые регуляторы.

### **Раздел 5. Ткани: особенности строения и выполняемые функции**

Ткани: особенности строения и выполняемые функции. Внеклеточный матрикс, структурные и адгезивные белки ВКМ. Динамика клетки. Базовые механизмы межклеточного взаимодействия. Типы межклеточных контактов. Взаимодействие рецепторов с их лигандами, типы рецепторов. Сигналинг внутри клетки. Внутриклеточные сигнальные молекулы, вторичные мессенджеры и их мишени. Примеры каскадов внутриклеточной передачи сигнала.

### **Раздел 6. Культивирование клеток**

Методы выделения и культивирования клеток. История культивирования клеток. Клеточные культуры. Первичные культуры и клеточные линии. Способы выделения клеток и тканей. Культивирование клеток микроорганизмов, растительных и животных клеток. Клеточные культуры многоклеточных организмов: генотипирование и проблемы контаминации.

### **Раздел 7. Методы изучения клеток**

Проточная цитометрия и сортировка клеток. Микроскопия: световая, флуоресцентная, флуоресцентная сверхвысокого разрешения, электронная. Понятие конфокальной микроскопии и трехмерной реконструкции. Приготовление образцов. Понятие о флуоресцентных белках. Разрушение клеток, разделение клеточных компонентов центрифугированием.

### **Раздел 8. Методы окрашивания клеток и тканей**

Способы контрастирования клеток и препаратов. Флуоресцентные метки, примеры использования. Окрашивание низкомолекулярными флуорофорами и иммуноокрашивание. Витальное окрашивание клеток. Инструменты и оборудование для культивирования клеток и тканей. Стволовые клетки и клеточное перепрограммирование.

**На семинарах** - Разбор наиболее сложных аспектов курса по результатам лекционного материала.

### **V. Самостоятельная работа**

Предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса дисциплины «Основы клеточной биологии» в виде проработки лекционного материала и соответствующих разделов курса по учебникам.

### **VI. Итоговая проверка знаний**

Учебный план по дисциплине «Основы клеточной биологии и методы исследования клеток» предусматривает контроль знаний в форме дифференцированного зачета с выставлением оценок в пятибалльной системе.

#### **Вопросы для дифференцированного зачета:**

1. Клеточная теория. Прокариотические и эукариотические клетки. Клетка – единая система сопряженных функциональных единиц, состоящая из множества структурных элементов – органоидов.
2. Классификация, строение и функции органоидов. Органоиды общего и специализированного назначения.
3. Биологические мембраны. Структура мембраны - липидный бислой. Мембранные липиды и белки. Принципы внутриклеточного транспорта.
4. Ткани: особенности строения и выполняемые функции. Внеклеточный матрикс, структурные и адгезивные белки ВКМ.
5. Базовые механизмы межклеточного взаимодействия. Типы межклеточных контактов. Взаимодействие рецепторов с их лигандами, типы рецепторов.
5. Сигналинг внутри клетки. Внутриклеточные сигнальные молекулы, вторичные мессенджеры и их мишени. Примеры каскадов внутриклеточной передачи сигнала.
6. Деление клетки и понятие о клеточном цикле. Биологический смысл деления клеток. Митотический цикл - этапы, регуляция.
7. Клеточная гибель. Пути запуска и реализации запрограммированной клеточной гибели. Некроз. Специфические перестройки клетки при апоптозе и способы их обнаружения.
7. Методы изучения клеток – центрифугирование и микроскопия. Микроскопия - световая, флуоресцентная, конфокальная, электронная. Достоинства и недостатки микроскопии.
8. Электронная микроскопия. Способы контрастирования клеток и препаратов. Флуоресцентные метки, примеры использования.
9. Культивирование клеток. Первичные культуры и клеточные линии: способы получения и использования. Достоинства и недостатки.
10. Стволовые клетки. Дифференцировка и перепрограммирование как способ получения однородных клеточных популяций с необходимыми свойствами.
11. Инструменты и оборудование для культивирования клеток и тканей.

### **VII. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

**Рекомендуемая литература для освоения теоретического курса:**

**Основная литература:**

1. Альбертс Б. Основы молекулярной биологии клетки. Лаборатория Знаний. 2018.
2. Фрешни, Р.Я. Культура животных клеток. Culture of Animal Cells: практ. руководство / пер.: Ю.Н. Хомяков, Т.И. Хомякова; Р.Я. Фрешни. 4-е изд., испр. и доп. (эл.) - Москва: Лаборатория знаний, 2018.
3. Б. Албертс, Д. Брей Дж. Льюис и др. Молекулярная биология клетки. Т. 1 - 3. М.: Мир, 2013.
4. Льюин Б., Кассимерис Л., Лингаппа В.П., Плоппер Д. Клетки // М., БИНОМ, 2011.
5. Основы клеточной биологии: учебное пособие Палеев Н. Г., Бессчетнов И. И. Издательство Южного федерального университета, 2011.
6. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия. Тузова, Р.В. Минск: Беларуская навука, 2010.
7. Pollard T., Earnshaw W.C., Lippincott-Schwartz J. Cell Biology. (2-nd edition). 2006.

**Дополнительная литература:**

8. Cooper G.M., Hausman R.E. The cell, molecular approaches. 2007.

**Интернет-ресурсы:**

1. The Cell: an image library. <http://www.cellimagelibrary.org>
2. iBiology. <https://www.ibiology.org>