

## Программа учебной дисциплины «Клеточная биология: основы биопроцессов»

Утверждена

Академический руководитель  
А.Г. Тоневицкий



«23» августа 2019 г.

Разработчик	Тоневицкий Александр Григорьевич
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	40
Самостоятельная работа (час.)	112
Курс, Образовательная программа	1-й курс бакалавриата, образовательная программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» по направлению 06.03.01 Биология
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

### 1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Клеточная биология: основы биопроцессов», учебных ассистентов и студентов направления подготовки 06.03.01 Биология, обучающихся по образовательной программе «Клеточная и молекулярная биотехнология».

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению 06.03.01 Биология;

Образовательной программой «Клеточная и молекулярная биотехнология» и объединенным учебным планом по образовательной программе «Клеточная и молекулярная биотехнология».

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Базовая профессиональная часть» Учебного плана 06.03.01 Биология и относится к базовой профильной части.

Осваивается на 1 курсе в 3-4 модуле. Изучение данной дисциплины базируется на результатах освоения дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Зоология беспозвоночных».

Основные положения дисциплины «Клеточная биология: основы биопроцессов» будут использоваться при прохождении дисциплин «Молекулярная биология», «Микробиология», «Биохимия», «Биофизика», «Генетика», «Клеточные технологии и инженерия», «Генная инженерия», «Основы молекулярной онкологии (онкоиммунология)» и практики на 1-4 курсах образовательной программы «Клеточная и молекулярная биотехнология».

**Целью изучения данной дисциплины** является приобретение базовых знаний в области клеточной биологии прокариотических и эукариотических организмов, и химических основ, происходящих на уровне клетки биологических процессов.

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

- знать строение эукариотической и прокариотической клетки, функции основных классов биомолекул.
- уметь практически использовать знания о клеточной биологии и химических основах биологических процессах в современных биотехнологии и биомедицине.
- владеть базовыми понятиями биоэнергетики, биосинтеза белков и нуклеиновых кислот.

## 2. Содержание учебной дисциплины

Разделы / темы дисциплины	Объем в часах		Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
Тема 1. Базовые понятия клеточной биологии.	лк	2	Знание разницы строения прокариот и эукариот, организация их генетического материала. Понятие о клеточных органеллах.	
	см	0		
	ср	12		
Тема 2. Введение в методы клеточной биологии.	лк	4	Базовые навыки работы с клеточными культурами и микроскопии.	
	см	0		
	ср	12		
Тема 3. Особенности строения бактериальных и эукариотических клеток. Мембранные органеллы.	лк	6	Знание клеточного строения бактерий и эукариот. Базовые знания о биосинтезе белка и бактериальной биоэнергетике.  Базовые знания о клеточных органеллах. Умения применять полученные знания при анализе микроскопических данных.	
	см	0		
	ср	12		
Тема 4. Клеточные мембраны. Строение клеточных мембран.	лк	4	Понимание строения клеточных мембран. Базовые знания о трансмембранном транспорте. Понимание роли белков плазмолеммы различных типов.	Устный опрос дискуссия
	см	0		
	ср	12		
Тема 5. Клеточный цикл и строение ядра.	лк	8	Базовые знания об организации хромосом и структуре хроматина.  Базовые знания о репликации ДНК эукариот и клеточном цикле. Способность применять эти знания для анализа действия антиметаболитов	
	см	0		
	ср	12		
Тема 6. Митохондрии и биоэнергетика.	лк	4	Базовые знания о строении и функциях митохондрий.	
	см	0		
	ср	12		

Тема 7. Биомолекулы	лк	6	Базовые знание роли низкомолекулярных соединений, в том числе металлов, сахаров, жирных кислот, биогенных аминов в клеточных процессах. Способность применять эти знание для анализа действия антиметаболитов	
	см	0		
	ср	14		
Тема 8. Биотрансформация ксенобиотиков	лк	2	Базовые знание путей трансформации ксенобиотиков.	
	см	0		
	ср	4		
Тема 9. Синтетическая регуляция биопроцессов.	лк	4	Понимание клеточных компонентов и биомолекул как потенциальных мишеней для адресного воздействия на клетку. Умение работать с базами данных биохимических, клеточных и молекулярно-биологических тестов (PubChem, ChEMBL)	контрольная работа
	см	0		
	ср	14		
<b>Часов по видам учебных занятий:</b>	лк	<b>40</b>		
	см	<b>0</b>		
	ср	<b>112</b>		
<b>Итого часов:</b>		<b>152</b>		

### Содержание тем дисциплины:

#### **Тема 1. Базовые понятия клеточной биологии.**

Клетка как элементарная единица живого. Клетка как система сопряжённых функциональных подсистем. Гомологичность клеток.

Прокариотические клетки (бактерии и синезелёные водоросли), их внутренняя организация. Организация генетического материала прокариот. Репликон и модель организации бактериальной “хромосомы”. Особенности транскрипции и трансляции, их анализ как мишеней для антибиотикотерапии. Эукариотические клетки и их внутренняя организация. Ядро эукариотической клетки, его обобщённое строение.

#### **Тема 2. Введение в методы клеточной биологии.**

Световая микроскопия (Фазовоконтрастная, интерференционная, поляризационная микроскопия). Флуоресцентная микроскопия. Методы фиксации и окраски клеток.

Проточная цитометрия. Методы разделения клеточных компонентов. Методы культивирования клеток. Бактерии. Дрожжи. Клетки млекопитающих.

#### **Тема 3. Особенности строения бактериальных и эукариотических клеток. Мембранные органеллы.**

Строение бактерий. Структура бактериальной стенки. Периплазма. Цитоплазма бактериальной клетки. Цитоплазматические включения. Деление бактерий. Биосинтез белка у бактерий. Окислительное фосфорилирование у бактерий. Элементы бактериального метаболизма как терапевтические мишени.

Особенности строения животных клеток и растительных клеток. Специализация клеток в многоклеточном организме. Стволовые клетки. Дифференцировка и дедифференцировка клеток. Эпителиально-мезенхимальный переход.

Мембранные клеточные органеллы, их биологические функции и участие в биохимических процессах. Вакуолярная система клетки. Гранулярный эндоплазматический ретикулум и

гладкий ретикулум. Элементы биосинтеза белка эукариот. Комплекс Гольджи. Строение и функции. Лизосомы. Строение, состав, функции. Пероксисомы. Строение, химический состав, функции. Митохондрии (определение). Немембранные "органеллы". Рибосомы. Цитоскелет. Основные компоненты цитоскелета: микротрубочки, микрофиламенты, тонофиламенты.

#### **Тема 4. Клеточные мембраны.**

Строение клеточных мембран. Клеточная стенка. Ядерная оболочка. Ядерная ламина и ядерные поры. Трансмембранный транспорт. Мембранный транспорт натрия и калия, его ингибиторы. Буферные системы организма, в том числе плазмы крови и внутриклеточные. Везикулярный перенос. Жирные кислоты и их производные в биологии клеточных мембран и клеточной регуляции.

Рецепторная роль плазмалеммы. Клеточная адгезия. Кадгерины, селектины и интегрины. Главный комплекс гистосовместимости. Межклеточные контакты. Рецепторные белки мембраны. Серпентины.

#### **Тема 5. Клеточный цикл и строение ядра**

Клеточный цикл. Морфология митотических хромосом. Хромосомные наборы и понятие кариотипа. Соматические и половые хромосомы. Дифференциальная окраска и классификация хромосом. Расположение хромосом в интерфазном ядре, хромосомные территории.

Структура и химические особенности хроматина. Репликация эукариотической ДНК. Основные белки хроматина - гистоны. Нуклеосомы, их строение и структурная роль. Уровни компактизации хроматина. Ядерный белковый матрикс.

Базовые понятия репликации ДНК. ДНК как мишень для геномодификации в биотехнологии и терапии при патологии.

Ядрышко, его функция и особенности строения. Ядрышковые организаторы хромосом. Общая схема работы ядрышек.

#### **Тема 6. Митохондрии и биоэнергетика.**

Митохондрии: строение и функции. Авторепродукция митохондрий. Геном митохондрий.

Элементы биоэнергетики эукариот. Окислительное фосфорилирование, элементы цикла Кребса. Потребление сахаров, его регуляция у человека.

#### **Тема 7. Биомолекулы**

Вода, ионы металлов и их комплексы, кислород, оксиды азота и углерода. Железо, его биологическая роль как комплексообразователя и участника окислительно-восстановительных реакций. Кальций, его биологические роли. Кальций как вторичный мессенджер, и как элемент костной структуры. Кальмодулин и участок связывания кальция в нем. Иные металлы.

Сахара, их биологическая роль. O,N,S-гликозиды. Образование и гидролиз O-гликозидов. Примеры природных N-гликозидов. Гликопротеины и протеогликаны. Участие производных сахаров в рецепторном узнавании. GalNAc, ManNAc, GluNAc. Полисахариды. Гепарин. Гиалуроновая кислота.

Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Их биосинтез и окисление. Фосфолипиды, сфинголипиды, плазмалогены. Биохимический синтез фосфолипидов и липидов. Ферментативный гидролиз простых триглицеридов. Ферментативный гидролиз фосфолипидов. Фактор активации тромбоцитов. Простагландины. Биосинтез простагландинов.

Биогенные амины. Холин, ацетилхолин, фосфатидилхолин. Гамма-аминомасляная кислота, ее биосинтез. Нейромедиаторы. Гидролиз ацетилхолина ацетилхолинэстеразой и ее ингибиторы. Аминокислоты как биогенные амины - нейромедиаторы. Гистамин, действие и биосинтез. Антигистаминные препараты. Индоламины: триптофан, серотонин, мелатонин. Их синтез и механизмы действия. Ингибиторы метаболизма нейромедиаторов. Антагонисты и миметики нейромедиаторов. Катехоламины. Адреналин, его функции и химический синтез. Его миметики и антагонисты.

#### **Тема 8. Биотрансформация ксенобиотиков**

Метаболизм ксенобиотиков: инактивация, активация, экскреция. Возможность трансформации в токсичные метаболиты. Первая фаза метаболизма. Моноксигеназы

(цитохромы P450). строение и механизм действия. Независимые от монооксигеназ начальные этапы превращения ксенобиотиков. Действие алкогольдегидрогеназ и альдегиддегидрогеназ. Вторая фаза метаболизма: конъюгирование.

### **Тема 9. Синтетическая регуляция биопроцессов.**

Клеточные мишени: мембраны, нуклеиновые кислоты, белковые комплексы. Адресная доставка терапевтических молекул. Поверхностные мембранные рецепторы как мишени. Фармакофоры. Хемоинформатика. Базы данных. Фармакофорные группы. Компьютерное представление молекул.

## **3. Оценивание**

Оценки по всем формам контроля проводятся по 10-балльной шкале

Оценка по дисциплине складывается из оценки на экзамене и оценки текущего контроля в ходе обучения, по формуле:

$$O_{\text{итоговая}} = 0,5 O_{\text{текущий контроль}} + 0,5 O_{\text{экзаменационная}}$$

Округление оценки текущего контроля и экзаменационной оценки происходит по арифметическому методу.

При текущем контроле студенты выполняют индивидуальные задания в соответствии с темами учебной дисциплины.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный тест содержит несколько вопросов из разных тем курса. Оценивается владение знаниями дисциплины.

### **Критерии оценивания:**

#### *Критерии оценивания текущей работы студента*

**8-10 баллов:** глубокое и прочное усвоение программного материала, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы.

**6-7 баллов:** грамотное изложение, без существенных неточностей, правильное применение знаний.

**4-5 баллов:** при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении.

**Ниже 4:** незнание программного материала, при ответе возникают ошибки.

#### *Критерии оценивания экзамена*

**8-10 баллов:** вопросы раскрыты полностью, что отражает глубокие знания материала. Материал изложен четко, грамотно, последовательно, с применением профессиональной терминологии. Предложенные задачи решены.

**6-7 баллов:** вопросы раскрыты полностью, что отражает знание материала. Имеются незначительные замечания по логической последовательности изложения и решению задачи.

**4-5 баллов:** вопросы раскрыты недостаточно, но минимальные знания материала имеются. Есть существенные замечания к решению задачи.

**Ниже 4:** вопросы не раскрыты, отсутствуют минимальные знания программного материала.

## **4. Примеры оценочных средств**

Ниже приводятся примеры заданий для текущего контроля (домашние задания, устный опрос, рефераты) и перечень примерных вопросов из экзаменационного теста.

### **i. Примеры вопросов для текущего контроля:**

**Тема 1. Базовые понятия клеточной биологии.**

**Тема 2. Введение в методы клеточной биологии.**

**Тема 3. Особенности строения бактериальных и эукариотических клеток. Мембранные органеллы.**

**Тема 4. Клеточные мембраны.**

**Тема 5. Клеточный цикл и строение ядра**

Устный опрос и дискуссия по темам 4-5

1. В чем выражается асимметрия мембран? И почему она существует?
2. Все ли глицеролипиды можно назвать фосфоглицеролипидами?
3. Гликолипиды. Что это за соединения?
4. Дайте определение липидов.
5. Диацилглицерол. Что это?
6. Как можно ограничить подвижность белков в составе мембран?
7. Как можно уменьшить текучесть мембраны?
8. Какие атомы входят в состав липидов?
9. Какие бывают сфинголипиды?
10. Какие вещества проходят через мембрану по специальным каналам? Примеры.
11. Какие жирные кислоты входят в состав сложных липидов?
12. Какие жирорастворимые соединения в составе мембраны содержат фосфатную группы?
13. Какие жирорастворимые соединения входят состав мембран, кроме липидов?
14. Какие компоненты мембраны обеспечивают ее замкнутость?
15. Какие компоненты мембраны отвечают за свойство избирательной проницаемости?
16. Какие липиды Вы знаете?
17. Какие липиды ответственны за явление перекисного окисления? Почему?
18. Какие производные изопрена входят в состав мембран?
19. Какие связи держат интегральные белки в мембране?
20. Какие связи удерживают на мембране поверхностные белки?
21. Каких ионов в цитозоле больше, чем в матриксе митохондрий?
22. Каких ионов в цитозоле меньше, чем во внеклеточной среде?
23. Какое примерно количество мономеров-сахаров содержит гликолипид?
24. Какое число атомов углерода бывает в жирных кислотах?
25. Какой химический элемент представлен в живом организме наибольшим числом атомов?
26. Какой химический элемент представлен в липидах наибольшим числом атомов?
27. Могут ли сфинголипиды быть фосфолипидами?
28. Напишите шесть элементов, стоящих на первом месте по числу атомов в живом организме.
29. Перечислите свойства мембран.

**Тема 6. Митохондрии и биоэнергетика.**

**Тема 7. Биомолекулы**

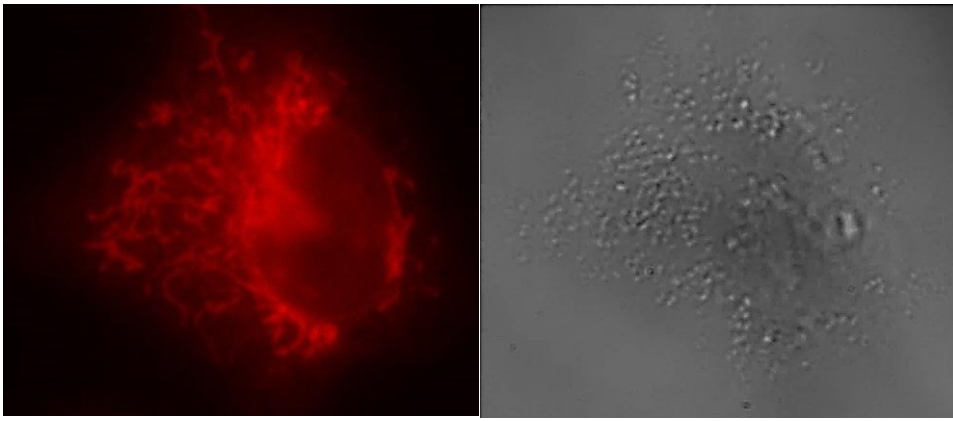
**Тема 8. Биотрансформация ксенобиотиков**

**Тема 9. Синтетическая регуляция биопроцессов**

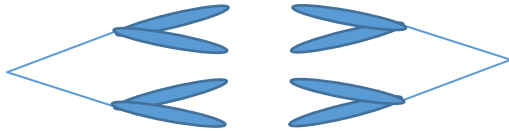
Контрольная работа

**Пример контрольной работы:**

- 1) Опишите основные уровни организации хроматина. Расскажите подробнее про нуклеосомы, их строение и структурная роль.
- 2) Перечислите необходимых участников везикулярного транспорта?
- 3) Опишите функциональную роль и структурные особенности таких белков плазмалеммы как адгерины, селектины и интегрины.
- 4) Вы видите в флуоресцентный микроскоп локализацию изучаемого Вами препарата. Предположите, какой клеточный компартмент он окрашивает



5) Вы видите клетку на стадии анафазы:



1) Сколько хромосом в диплоидном наборе у данного организма, и какой они морфологии, если это анафаза митоза в корешке?

2) – анафаза I мейоза?

3) – анафаза II мейоза?

6) Для защиты от антибиотика клетка может:

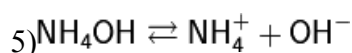
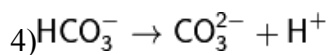
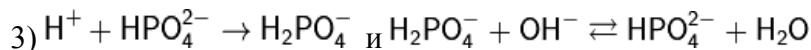
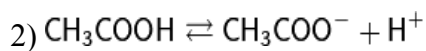
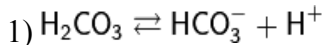
2) Только модифицировать мишень

3) Только модифицировать антибиотик

4) Только экспортировать антибиотик из клетки

5) Все перечисленное

7) Какая буферная система используется в крови:



8) Серотонин синтезируется в организме из

1) гистидина

2) тирозина

3) триптофана

4) индола

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса из приведенного ниже примерного перечня экзаменационных вопросов и вопросы из контрольной работы.

**i. Примерный перечень вопросов экзаменационного билета:**

Положительно или отрицательно заряжена поверхность мембраны и за счет чего?

Почему из сахаров можно создать более разнообразные структуры, чем из такого же количества мономеров-аминокислот?

Почему мембраны образуют замкнутые структуры?

Сколько олигосахаров соединяется с одним липидом, образуя гликолипид, в составе мембраны?

Чем глицеролипиды отличаются от сфинголипидов?

Чем отличаются друг от друга жирные кислоты?

Что больше, масса сахаров в составе всех гликопептидов клетки или масса сахаров в составе всех гликолипидов клетки?  
 Что такое амфипатические соединения?  
 Что такое фосфатидная кислота?  
 Что такое церамиды?  
 Что это за соединение – кардиолипин?  
 Какие взаимопревращения энергии существуют в животной клетке?  
 Какие виды энергии используются в клетке?  
 Какие виды энергии умеет создавать клетка?  
 Какие Вы знаете доноры-акцепторы протонов и электронов в клетке?  
 Какие катаболические процессы происходят в митохондриях?  
 Какие процессы анаболизма локализованы в митохондриях?  
 Каков механизм образования тепла в буром жире?  
 Какова роль межмембранного пространства митохондрий в процессах окислительного фосфорилирования?  
 Какова роль митохондрий в клеточном метаболизме аминокислот?  
 Каковы функции митохондрий?

## 5. Ресурсы

### 5.1. Рекомендуемая основная литература

п/п	Наименование
1	Основы клеточной биологии: учебное пособие Палеев Н. Г., Бессчетнов И. И.. Издательство Южного федерального университета, 2011
2	Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и <b>клеточная</b> инженерия Тузова, Р.В.. Минск: Беларуская навука, 2010

### 5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

п/п	Наименование
1	Основы молекулярной биологии клетки Альбертс Б. Лаборатория Знаний 2018

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	The Cell: an image library	Свободный доступ <a href="http://www.cellimagelibrary.org">http://www.cellimagelibrary.org</a>
2	iBiology	Свободный доступ <a href="https://www.ibiology.org">https://www.ibiology.org</a>
3	ProteinAtlas	Свободный доступ <a href="https://www.proteinatlas.org">https://www.proteinatlas.org</a>
4	PubChem	Свободный доступ <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov</a>
5	ChEMBL	Свободный доступ <a href="https://www.ebi.ac.uk/chembl/">https://www.ebi.ac.uk/chembl/</a>

### 5.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины



Освоение дисциплины «Клеточная биология: основы биопроцессов» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения

- 1) Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийной техникой.
- 2) Компьютерный класс (для работ с обработкой микроскопических изображений и работ с базами данных)
- 3) Практикум, обеспеченный:
  - А) Блоком для работы с клетками бактерий, включающий в себя два ламинарных бокса, шейкер-инкубатор 37С, настольную центрифугу, набор микропипеток, холодильник с морозилкой, горелку.
  - Б) Блоком для работы с клетками млекопитающих, включающий в себя два ламинарных бокса, СО2-инкубатор 37С, центрифугу под формат пробирок-фальконов 15/50, набор микропипеток, холодильник с морозилкой.
  - Г) расходными материалами и пластиком для культуральных работ.

## **6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.