

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
*Факультет биоинженерии и биоинформатики*

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан  
факультета биоинженерии  
и биоинформатики,  
академик

\_\_\_\_\_/В.П. Скулачев /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Клеточная биология**

**Уровень высшего образования:**

**специалитет**

**Направление подготовки (специальность):**

**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**

**Форма обучения:**

**очная**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

*Ученым советом факультета*

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20\_\_

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

### **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса является ознакомление со структурно-функциональной организацией элементарной живой системы – клетки.

**Задача курса** - анализ принципов структурной организации, функционирования и биогенеза субклеточных структур.

**1.** Место дисциплины в структуре ОПОП ВО - базовая часть, общепрофессиональный цикл, курс III – семестр 5.

**2.** Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть): *освоение дисциплины «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Ботаника низших растений», «Ботаника высших растений», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия».*

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

#### **Знать:**

Знать основные подходы к изучению структуры, функционирования и биогенеза клеточных структур.

#### **Уметь**

Уметь анализировать морфологическую информацию об организации клеток, полученную с использованием разных типов микроскопов.

#### **Владеть:**

Владеть навыками планирования экспериментов в области изучения структуры, функционирования и биогенеза клеточных субструктур с использованием морфологических и базовых молекулярно-биологических подходов.

#### **Иметь опыт**

Иметь опыт критического рассмотрения материала о морфологической организации клеток (не уверен, что это нужно в лекционном курсе, можно не вставлять?)

**4.** Формат обучения – лекционные занятия.

**5.** Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

#### **6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Клетка – является элементарной биологической системой. При изучении внутриклеточных процессов в настоящее время используется широкий набор микроскопических и молекулярно-биологических методов, позволяющих охарактеризовать молекулярную организацию клетки. В курсе рассматриваются три группы вопросов – о структуре клетки и его субструктур, о принципах функционирования клетки и о механизмах формирования и поддержания структурной целостности клеточных структур и ее компонентов.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
<i>Тема 1. Методы исследования клеток (световая и электронная микроскопия)</i>	4	2		2	2
<i>Тема 2. Строение клеток прокариот и эукариот, теории происхождения эукариотической клетки.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 3. Строение белка. Укладка и деградация белковой молекулы. Ферменты - принцип хлаповика.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 4. Состав и строение клеточных мембран. Транспорт через мембрану. Плазматическая мембрана. Каналы и переносчики.</i>	6	4		4	2
<i>Тема 5. Структура и функции клеточного ядра. Ядерная оболочка. Структура хроматина. Кариотип. Морфология транскрипции.</i>	8	4		4	4
<i>Тема 6. Синтез белков у эукариот. Эндоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 7. Окаймленные пузырьки и транспорт мембран. Эндоцитоз и экзоцитоз. Лизосомы.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 8. Цитоскелет. Микротрубочки. микрофиламенты.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 9. Рецепторы. Межклеточные взаимодействия. Межклеточные контакты.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 10. Митохондрии. Хлоропласты.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 11. Программируемая клеточная гибель у животных и растений.</i>	4	2		2	2
<i>Тема 12. Клеточный цикл и его регуляции.</i>	4	2		2	2

<i>Тема 13. Деление клеток: базовые механизмы митоза (конденсация хромосом, формирование веретена деления, механизмы кариокинеза и цитотомии).</i>	8	4		4	4
<i>Тема 14. Центриоль и centrosoma. Реснички и жгутики. Клеточная подвижность.</i>	6	4		4	2
Промежуточная аттестация - зачет					4 <i>(количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)</i>
Итого	72	36			36

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

1. Основные методы исследования клетки.
2. Сравнение клеток прокариот и эукариот.
3. Сравнение клеток животных и высших растений.
3. Репликация ДНК в клетке.
4. Соотношение ДНК-РНК-белок у прокариот и эукариот.
5. Работа фермента. Принцип храповика.
6. Формирование молекулы и-РНК у эукариот.
7. Типы молекул РНК и их функции.
8. Структура гена эукариот.
9. Структура хроматина – уровни компактизации ДНК.
10. Строение хромосомы в митозе и интерфазе.
11. Белки ядра – основные классы и их функции.
12. Ядрышко – строение и функции.
13. Ядерная оболочка – строение, функции и поведение в клеточном цикле.
14. Ядерная пора и ядерно-цитоплазматический транспорт.
15. Биосинтез белка у эукариот.
16. Эндоплазматическая сеть – строение и основные функции.
17. Адресация белков в клетках эукариот.
18. Строение мембраны. Фосфолипиды мембран и их свойства.
19. Строение мембраны. Белки клеточных мембран.
20. Рецепторы плазматической мембраны: строение и механизм работы.
21. Перенос веществ через мембрану – различные механизмы.
22. Экзоцитоз и эндоцитоз. Цикл эндосом.
23. Биогенез клеточных мембран.
24. Комплекс Гольджи – строение и основные функции.
25. Лизосомы – биогенез, ферментный состав, роль в клетке.
26. Транспортные везикулы – строение, основные свойства.
27. Взаимодействие мембран во внутриклеточном транспорте.

28. Секреция: виды секреции.
29. Пероксисомы – строение и функции.
30. Митохондрии – строение и основные функции.
31. Цепь переноса электронов и генерация АТФ в митохондриях.
32. Хлоропласты – строение и основные функции.
33. Фотосинтетическая антенна и цепь переноса электронов.
34. Сравнение митохондрий, хлоропластов и прокариотической клетки.
35. Микрофиламенты – свойства, расположение в клетке.
36. Микротрубочки – свойства, расположение в клетке.
37. Сравнение микротрубочек и микрофиламентов.
38. Моторные белки микротрубочек.
- 39 Миозины – механизм работы, функции в клетке
39. Внутриклеточный транспорт у эукариот.
40. Центриоль и центросома.
41. Промежуточные филаменты.
42. Движение клеток по субстрату - амeboидная подвижность и хемотаксис.
43. Реснички и жгутики эукариот – строение и механизм работы.
44. Митоз: фазы митоза.
45. Механизмы движения хромосом в митозе.
46. Цитокинез у животных и растений.
47. Клеточный цикл – основные фазы.
48. Регуляция клеточного цикла.
49. Явление апоптоза и его механизмы.
50. Индукция апоптоза – внешний и внутренний пути.
51. Межклеточные взаимодействия – основные типы.
52. Вторичные переносчики и сигнальные каскады.
53. Рецепторы – строение и принцип работы.
54. Межклеточные контакты.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Разнообразие циклинов и циклин-зависимых киназ у животных и у дрожжей. Способы активации циклин-зависимых киназ. Смена циклинов в клеточном цикле. Субстраты циклин-зависимых киназ.
2. Ингибиторы CDK. Регуляция синтеза, специфичность. Другие способы (экспериментальные и природные) ингибирования активности CDK, последствия для клеток.
3. Ход событий в G1 периоде клеточного цикла, приводящий в итоге к переходу в S-период.
4. Убиквитин-протеасомная система клетки. Разнообразие убиквитинлигаз. Разнообразие убиквитиновых меток. Строение протеасомы. Действие на клетки ингибиторов протеасомы.
5. Разнообразие ростовых факторов и их рецепторов. Источники ростовых факторов.
6. JAK-STAT путь передачи сигнала.
7. TGF- $\beta$  -Smad путь передачи сигнала
8. Передача сигнала от рецепторных тирозинкиназ по MAP-киназному пути.
9. Передача сигнала от рецептора IGF/инсулина по пути Akt-mTOR.
10. Механизмы прометафазного и анафазного движения хромосом в митозе.
11. Строение кинетохора. Митотический чекпойнт – механизм работы.

12. Ядерная оболочка в клетках млекопитающих: строение и функции. Поведение в митозе.
13. Комплекс ядерной поры, пространственная организация, субструктуры, механизм импорта белков в ядро с участием канонического сигнала ядерной локализации.
14. Ретикулоны, атластины, Lnp1p, Climp63 и kinectin - их функционирование, роль в гладком и шероховатом эндоплазматическом ретикулуме.
15. Адресование белков на экспорт и в мембранные компартменты. Сигнальный пептид. Мембранный транслокон. Якорный пептид. Определение ориентации мембранных белков относительно люмена ЭР и цитоплазмы.
16. Нуклеация транспортных везикул, коатомерные комплексы, нуклеирующие ГТФазы. Направление транспорта с участием комплексов COPI и COPII.
17. Эндоцитоз с участием клатрина, особенности везикулярного транспорта с участием клатрина, эндосомы, доставка кислых гидролаз в эндосомы. Мультивезикулярные тельца и ESCRT.
18. Гистоновые белки и организация нуклеосомы. Гистоновый код.
19. 30 нм фибрилла.
20. Высшие уровни компактизации хроматина у животных и растений.
21. Гетерохроматин и эухроматин в интерфазном ядре.
22. Гетерохроматин и эухроматин в составе митотических хромосом.
23. Хромосомные территории. Методы выявления и закономерности поведения.
24. Апоптоз и некроз.
25. Ядрышко. Структура транскрипции рибосомных генов, процессинг пре-рРНК.
26. Домены хроматина, ассоциированные с ядерной оболочкой и ядрышком.
27. Динамика белков клеточного ядра. Метод FRAP.
28. Механизмы нуклеации ядерных телец. Нуклеирующая роль РНК.
29. Механизмы нуклеации ядерных телец. Обособление компонентов как фазовый переход, роль неупорядоченных доменов.
30. Клеточные органеллы (органойды). Мембранные и немембранные органеллы клетки. Органеллы общего значения и специальные органеллы клеток. Клеточные включения.
31. Цитоскелет клетки. Фибриллярные и адгезивные компоненты цитоскелета. Функции цитоскелета.
32. Цитоскелет клетки. Функции цитоскелета. Фибриллярные компоненты цитоскелета: микротрубочки, актиновые микрофиламенты, промежуточные филаменты.
33. Цитоскелет клетки. Функции цитоскелета. Адгезивные компоненты цитоскелета: клеточные и межклеточные контакты. Взаимодействие структур цитоскелета.
34. Цитоскелет клетки. Функции цитоскелета. Апоикальный цитоскелет в клетках поляризованного эпителия.
35. Промежуточные филаменты. Состав промежуточных филаментов. Классификация белков промежуточных филаментов. Организация промежуточных филаментов и их регуляция в ходе поляризации клетки.
36. Десмосомы. Гемидесмосомы. Строение, белковый состав и функции.
37. Промежуточные филаменты. Состав промежуточных филаментов. Классификация белков промежуточных филаментов. Заболевания человека, связанные с дефектами белков промежуточных филаментов (кератинопатии и ламинопатии).
38. Микротрубочки. Структура микротрубочек и их полярность. Сборка микротрубочек. Динамическая нестабильность микротрубочек.

39. Микротрубочки. Структура микротрубочек и их полярность. Цикл сборки-разборки микротрубочек. Тредмиллинг.
40. Микротрубочки. Структура микротрубочек и их полярность. Нуклеация микротрубочек. Белки, ассоциированные с микротрубочками.
41. Микротрубочки. Белки, ассоциированные с концами микротрубочек. Клеточные функции плюс-концевых белков микротрубочек.
42. Микротрубочки. Белки, ассоциированные с поверхностью микротрубочек.
43. Микротрубочки. Структура микротрубочек и их полярность. Регуляция роста и разборки микротрубочек.
44. Микротрубочки. Функции микротрубочек – взаимодействие с межклеточными контактами, внутриклеточный транспорт, формирование специальных структур клетки.
45. Микротрубочки. Формирование системы микротрубочек в интерфазе. Реорганизация системы микротрубочек в митозе. Организация системы микротрубочек в клетках разных типов.
46. Центриоль, ее строение и функции. Сборка центриолей. Созревание материнской центриоли.
47. Центросома, ее строение и функции. Структура центросомы в интерфазе и в митозе. Центросома в клеточном цикле.
48. Центросома, ее строение и функции. Белки центросомы, классификация основных белков центросомы. Белки перичентриолярного материала. Локализация центросомальных белков.
49. Реснички и жгутики, структура и функции. Болезни человека, связанные с нарушениями структуры и функции ресничек.

#### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основны подходов к изучению структуры, функционирования и биогенеза клеточных структур	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения: анализировать морфологическую информацию об организации клеток, полученную с использованием разных типов микроскопов	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Владения: навыками планирования экспериментов в области изучения структуры, функционирования и биогенеза клеточных субструктур с использованием морфологических и базовых молекулярно-биологических подходов	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач



8. Ресурсное обеспечение:

**Основная литература**

1. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. - Москва: ИКЦ "Академия", 2004
2. Альбертс Б., Брэй Д., Хопкин К. Молекулярная биология клетки: основы. - Москва: БИНОМ.Лаборатория знаний., 2014

**Дополнительная литература**

1. Льюин Б (ред). Клетки. - Москва: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2011

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”**

Электронная библиотека МГУ <http://www.nbmgu.ru/publicdb/>

Поисковая система Google <https://www.google.ru/>

Google Академия <https://scholar.google.com/>

Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

Библиотека научных статей PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>