

Компонент ОПОП 19.03.01 Биотехнология
профиль «Промышленная биотехнология»
наименование ОПОП

Б1.О.15
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Биология клетки

Разработчик (и):

Балачина Е.С.

ФИО

доцент

должность

канд. биол. наук

ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры

Микробиологии и биохимии

наименование кафедры

протокол № 8

от 15 марта 2026 г

Заведующий кафедрой микробиологии и
биохимии


подпись

Макаревич Е.В.

ФИО

Мурманск
2026

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

- 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИД-1ОПК-1 Понимает законы, закономерности и взаимосвязи математических, физических, химических и биологических наук	Знать: Общие принципы и особенности функционирования клеток как элементарных единиц живого, опираясь на законы и закономерности биологических наук во взаимосвязи с другими науками (физика, химия). Принципы научного анализа для интерпретации данных, полученных при изучении клеточных объектов и процессов, с целью применения в решении научных и производственных задач.
	ИД-2ОПК-1 Использует анализ биологических объектов и процессов для решения профессиональных задач	Традиционные и современные методы сбора, обработки и анализа данных о структуре и функциях клеток и субклеточных структур.
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИД-1ОПК-7 Владеет современными методами исследования и анализа в сфере своей профессиональной деятельности	Область применения современных общих и специальных методов, как собственно биологических, так и трансдисциплинарных, в исследованиях клеток и клеточных структур.
	ИД-2ОПК-7 Применяет современные математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы в профессиональной деятельности	Уметь: Применять законы и закономерности естественных наук для анализа информации о клетках и клеточных структурах и составления целостной картины структурно-функциональной их организации. Использовать интерпретированные данные о структурно-функциональной организации клеток в решении научных и производственных задач. Пользоваться традиционными и современными методами

		исследования и применения клеток и клеточных структур в фундаментальных исследованиях и биотехнологическом производстве. Использовать комплекс современных естественно-научных методов в работе с клетками, культурами клеток и клеточными структурами. Владеть: Навыком составления плана и проведения анализа данных о структуре и функциях клеток и клеточных структур, основываясь на знаниях законов биологических наук. Методиками интерпретации биологических данных о процессах в клетке для решения конкретных профессиональных задач. Набором общих и специальных методов исследования и анализа данных о клетках в фундаментальных исследованиях и биотехнологическом производстве. Комплексом традиционных и современных методов исследования и применения клеток для получения биологически активных продуктов и свойств.
--	--	--

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Предмет и задачи биологии клетки, ее место и роль в современной биологии. Краткий очерк становления как науки и главные ее направления развития. *Методы исследования клеток:* световая и электронная микроскопия, прижизненные наблюдения клеток, культура клеток вне организма. Цитохимические методы исследования. Иммунохимия. Выделения и исследования субклеточных структур. Авторадиографический метод. *Строение и принципы жизнедеятельности клетки.* Роль М. Шлейдена, Т. Шванна и Р. Вирхова в создании клеточной теории. Клеточная теория в современной интерпретации. Понятие о клетке. Единство и разнообразие клеточных типов. Клетки прокариот и эукариот. Неклеточные и постклеточные структуры. Формы клеток и их размеры. Отличие растительной клетки от животной.

Тема 2. *Поверхностный аппарат клетки.* Плазматическая мембрана. Структура и функции плазмалеммы. Мембранный транспорт (простая и облегченная диффузия, активный транспорт, эндоцитоз и экзоцитоз). Субмембранный комплекс (цитоскелет). Система микрофиламентов. Характеристика белков микрофибриллярной системы: актина и миозина. Функции микрофиламентов. Тубулиновая система, или система микротрубочек. Промежуточные филаменты. Надмембранные структуры про- и эукариот. Гликокаликс – строение, функции. Межклеточные контакты. Десмосомы и другие специальные структуры межклеточных контактов; плотный контакт, щелевой контакт, простой контакт. Дериваты плазматической мембраны: микроворсинки и стереоцилии

Тема 3. Цитоплазма. Общий химический состав цитоплазмы. Теории строения основной цитоплазмы. Органоиды цитоплазмы. Цитоплазма как сложноструктурированная система. Матрикс цитоплазмы. Мембраны цитоплазмы. Липопротеидные мембраны, их функциональная организация. Вакуолярная система внутриклеточного синтеза и транспорта биополимеров. *Эндоплазматическая сеть* (ретикулум). Понятие и общая характеристика. Гранулярная эндоплазматическая сеть – эргастоплазма, ее строение и основная роль как структуры, участвующей в синтезе экспортируемых из клетки белков. Синтез белков в гиалоплазме. Синтез, накопление и транспорт синтезированного белка в системе эндоплазматической сети. Связь гранулярной эндоплазматической сети с ядерной оболочкой. *Аппарат Гольджи* (пластинчатый комплекс): общая характеристика, локализация в клетке, микроскопическое строение, ультраструктура и химия. Диктиосома, функции аппарата Гольджи: сегрегация, накопление, созревание, сортировка и экскреция секретов и других веществ в клетке. *Лизосомы*, история их открытия. Структура лизосом, их химическая характеристика, типы лизосом. Функциональное значение лизосом, их происхождение. Связь лизосом с процессами внутриклеточного пищеварения, с фагоцитозом и работой аппарата Гольджи. Аутофагосомы. Рециклизация эндосом. Гладкая эндоплазматическая сеть, структурная характеристика и химия. Связь гладкой эндоплазматической сети с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул. Роль гладкой эндоплазматической сети в дезактивации различных химических агентов. Связь с функцией проведения возбуждения в мышечной ткани. *Вакуолярная система клеток растений*. Центральная вакуоль. Тонoplast. Развитие и происхождение вакуолярной системы, ее функциональное значение. *Митохондрии* – система энергообеспечения клеток. Структура митохондрий: мембраны, кристы, матрикс. Роль митохондрий в синтезе и накоплении АТФ. Пути синтеза АТФ в клетке: гликолиз и окислительное фосфорилирование. Строение крист, локализация в липопротеидных мембранах звеньев окислительного фосфорилирования. Изменение структуры митохондрий в зависимости от их функционального состояния. Матрикс митохондрий: РНК, ДНК, белки митохондрий. Проблема происхождения митохондрий. Аналоги митохондрий у бактерий. *Пероксисомы*: виды пероксисом, структура и функции. *Пластиды*. Тонкое строение хлоропластов, их развитие. Функции пластид. Лейкопласты, хромопласты. Проблема происхождения пластид. *Центриоль*: встречаемость среди клеток животных и растений. Ультраструктура, репликация, участие в делении клетки. Аналоги centrioles у простейших. Связь centriolarных структур с органоидами движения клетки. Строение реснички и жгутика эукариотических клеток. Механизм их движения. Строение жгутиков бактерий. *Включения в цитоплазму клеток животных и растений*: их локализация и функциональное значение. *Функциональные системы клеток*: система синтеза белка, система энергетического обеспечения, система поглощения, система экскреции, система движения.

Тема 4. Ядро – система сохранения, воспроизведения и реализации генетической информации. Центральная догма молекулярной биологии. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку. ДНК ядра, ее строение, свойства, репликация. Транскрипция. Роль ядра в процессе трансляции: ядерное происхождение аппарата белкового синтеза в клетке. Основные функции ядра: транскрипция, репликация и перераспределение генетического материала. Репликация молекул ДНК у прокариот и эукариот. Репликон. Генетический аппарат бактерий. *Интерфазное ядро*, основные элементы его структуры: хроматин (хромосомы), ядрышко, ядерный сок (кариоплазма), ядерная оболочка, ядерный белковый матрикс. *Хроматин*, его химическая характеристика. Эухроматин и гетерохроматин, их функциональное значение. Сателлитная ДНК. Ультраструктура хроматина, строение элементарных хроматиновых фибрилл. Нуклеосомы: строение, роль при функционировании хроматина. Нуклеомерная фибрилла. Петлевые домены хроматина. Гистоны и негистоновые белки: их роль в компактизации ДНК. Ядро в процессе редупликации и перераспределения генетического материала. Два состояния главных ядерных структур – хромосом. Поведение хромосом во время митоза. Общее строение, типы и форма митотических хромосом. Дифференцировка хромосом по длине: центромера, вторичная перетяжка, теломера. Дифференциальная окраска хромосом. Уровни структурной организации хромосом. Синтез РНК: транскрипционные единицы, предшественники иРНК, созревание иРНК, сплайсинг. Рибонуклеопротеиды – компоненты интерфазных ядер. *Ядрышко* – органоид синтеза клеточных рибосом. Число ядрышек в ядре, их хромосомное происхождение. Химия ядрышка, РНК ядрышка. Строение и химия рибосом. Предшественники рибосомных РНК. Пути синтеза рибосом. ДНК ядрышка. Строение генов рРНК, полицистронность. Амплификация генов рРНК. Строение и ультраструктура ядрышка. Судьба ядрышка в митозе и его связь с митотическими хромосомами. *Ядерная оболочка*, ее строение и функциональное значение. Строение ядерных пор. Связь ядерной

оболочки с цитоплазматическими структурами и хромосомами. Ядерно-цитоплазматический транспорт. Ядерный белковый матрикс, ламина; их структура и функциональное значение.

Тема 5. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая и постсинтетические фазы. Митоз. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки. Регуляция митоза. Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Хромосомы типа ламповых щеток. Различия между митозом и мейозом. Амитоз, эндорепродукции клеток.

Тема 6. Дифференциация клеток – возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций. Влияние повреждающих факторов на клетку. Теория паранекроза. Специфические и неспецифические реакции клетки на повреждение. Изменение структуры органоидов при повреждении клетки. Внутриклеточная репарация. Гибель клетки: цитологические признаки смерти клетки. Понятие о ткани. Введение в гистологию.

Тема 7. Биотехнологические аспекты биологии клетки. Технологии получения биологически активных веществ из культивируемых клеток. Оптогенетика и флуоресцентная микроскопия. Технологии эмбриональных стволовых клеток. Гибридная технология. Методы молекулярного клонирования. Получение генетически модифицированных клеток в культурах. Этические вопросы, связанные с технологиями клонирования и применения стволовых клеток. Биомедицина.

Тема 8. Метаболизм клетки. Взаимосвязь энергетических процессов и функций клетки. Преобразование питательных веществ в энергию, пригодную для использования. Специфические пути клеточного метаболизма. Запасание энергии клетками. Роль ферментов в клеточном метаболизме. Баланс катаболизма и анаболизма в клетке.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных, практических и контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература

1. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Т. 1 [Электронный ресурс] / Б. Албертс [и др.] ; пер. с англ. Т. Я. Абаймовой [и др.] ; под ред. Г. П. Георгиева, Ю. С. Ченцова. – Москва : Мир, 1994. – Т. 1. – 521 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=40085>.
2. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Т. 2 / Б. Албертс [и др.] ; пер. с англ. Т. Я. Абаймовой [и др.] ; под ред. Г. П. Георгиева, Ю. С. Ченцова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мир, 1994. – 539 с. : ил.

3. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Т. 3 / Б. Албертс [и др.]; пер. с англ. В. П. Коржа [и др.]; под ред. Г. П. Георгиева, Ю. С. Ченцова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мир, 1994. – 504 с.: ил.
4. Афанасьев Ю.И., Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский и др. ; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 800 с. – ISBN 978-5-9704-3663-9 – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436639.html>.
5. Бойчук, Н. В. Гистология. Атлас для практических занятий / Н. В. Бойчук, Р. Р. Исламов, С. Л. Кузнецов, Ю. А. Челышев. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 160 с. – ISBN 978-5-9704-1919-9 – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book>.
6. Общая цитология: учеб.пособие / А. В. Анциферова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. – 79 с. : ил. – Библиогр.: с. 78-79.

Дополнительная литература

1. Верещагина, В. А. Цитология : учебник для вузов / В. А. Верещагина. – Москва : Академия, 2012. – 172, [1] с. : ил. – (Высшее профессиональное образование. Педагогическое образование) (Бакалавриат). – Библиогр.: с. 170.
2. Морфологическая диагностика : подготовка материала для гистологического исследования и электронной микроскопии [Электронный ресурс] : руководство / Д. Э. Коржевский, Е. Г. Гилерович, О. В. Кирик и др. – СПб : СпецЛит, 2013. – https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=253815&sr=1.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://ito.edu.ru/> - Электронный каталог библиотеки МГТУ с возможностью ознакомиться с печатным вариантом издания в читальных залах библиотеки.
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>.
3. ЭБС IPRbook <http://iprbookshop.ru>
4. ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная база данных ЭБД «EBSCO» – <http://search.ebscohost.com/>
2. Информационно-справочная система ИСС «Консультант плюс» – <http://www.consultant.ru/>
3. «SLOVARI.RU. ПОИСК ПО СЛОВАРЯМ» (открытый доступ) – <http://www.slovari.ru/>
4. «СЛОВАРИ И ЭНЦИКЛОПЕДИИ НА АКАДЕМИКЕ» (открытый доступ) – <http://dic.academic.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN.
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN.
3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN.
4. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год.

5. Антивирусная программа (Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite).

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	1	
Аудиторные часы		
Лекции	36	36
Лабораторные работы	34	34
Практические работы	18	18
Часы на самостоятельную и контактную работу		
Прочая самостоятельная и контактная работа	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36
Всего часов по дисциплине	144	144
Всего часов по дисциплине	144	
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля		
Экзамен	+	+

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1	ЛР № 1. Устройство микроскопа. Этапы приготовления препаратов для цитологических исследований. Приготовление нативных препаратов.
2	ЛР № 2. Общая морфология клетки. Поверхностный комплекс клетки.
3	ЛР № 3. Неклеточные и постклеточные структуры.
4	ЛР № 4. Клеточные органеллы в готовых гистологических препаратах.
5	ЛР № 5. Клеточные включения: изучение готовых и временных препаратов.
6	ЛР № 6. Ядерный аппарат клетки.
7	ЛР № 7. Приготовление нативных неокрашенных препаратов пластид высших и низших растений.
8	ЛР № 8. Определение полового хроматина в буккальном эпителии.
9	ЛР № 9. Деление клетки: митоз, мейоз. Приготовление нативного препарата растительной ткани. Изучение готовых гистологических препаратов.
10	ЛР № 10. Определение изменения осмотического давления в клетках элодеи.
11	ЛР № 11. Изучение особенностей морфологии бактериальной клетки: клеточная стенка, капсула, жгутик, спора. Специальные методы окраски.
12	ЛР № 12. Определение специфических ферментов лизосом в животных клетках (гепатоциты).
13	ЛР № 13. Обнаружение ядерной ДНК в животных клетках (эпителиоциты).

14	ЛР № 14. Кератоциты кожи рыб: наблюдение подвижности клеток в реальном времени.
15	ЛР № 15. Изучение разнообразия клеточных форм. Сравнение морфологии животной и растительной клетки на примере амебы и элодеи. Морфология клеток миксомицетов

Перечень практических работ по формам обучения

№ п/п	Темы практических работ
1	2
	Очная форма
1	Практическая работа № 1. Феномен одно- и много клеточности. Открытие новых органелл.
2	Практическая работа № 2. Надмембранный комплекс в клетках основных царств живого.
3	Практическая работа № 3. Неклеточные структуры: межклеточное вещество, процесс свертывания крови, базальная мембрана.
4	Практическая работа № 4. Нарушения функционирования поверхностного аппарата.
5	Практическая работа № 5. Рецепторный аппарат клетки.
6	Практическая работа № 6. Движение клетки: роль цитоскелета и молекулярных моторов.
7	Практическая работа № 7. Современные ДНК-технологии. Создание биосинтетических компьютеров.
8	Практическая работа № 8. Роль органелл внутриклеточного переваривания в клетке. Болезни лизосомального накопления.
9	Практическая работа № 9. Заболевания, связанные с нарушением процессов деления клетки. Значение для разработки противоопухолевых препаратов. Белки-супрессоры опухолей.
10	Практическое занятие № 10. Теории старения клетки. Программируемая клеточная гибель – апоптоз- и процесс анастаза.
11	Практическое занятие № 11. Современные методы исследования клетки: микроскопия с флуоресцентными метками. Применение в диагностике заболеваний.
12	Практическое занятие № 12. Современные методы исследования клетки: Иммунофлуоресцентный анализ и его модификации.
13	Практическое занятие № 13. Современные методы исследования клетки: Молекулярно-биологические методы.
14	Практическое занятие № 14. Молекулярные основы передачи сигнала между клетками.
15	Практическое занятие № 15. Основы взаимодействия макромолекул в живой клетке.
16	Практическая работа № 16. Клеточные биотехнологии: получение и поддержание клеточных культур.
17	Практическое занятие № 17. Клеточные биотехнологии: 3D-печать органоидов и тканей. Перспективы для клинического применения.
18	Практическое занятие № 18. Клеточные биотехнологии: стволовые клетки.
19	Практическая работа № 19. Решение ситуационных задач. Часть 1.
20	Практическая работа № 20. Решение ситуационных задач. Часть 2.