

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет  
Кафедра биомедицинской физики**



ТВЕРЖДАЮ  
Декан ФФ, д.ф.-м.н  
В.Е.Блинов  
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ЦИТОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ**

Направление подготовки **03.03.02 Физика**  
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения  
**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	22	10		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы -контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу,  
д.ф.-м.н., проф.

С.В.Цыбуля

Новосибирск, 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу .....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. ....	4
5. Перечень учебной литературы. ....	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ....	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	10
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	10

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Курс «Цитология и электронная микроскопия» предназначен для обучения студентов-физиков основам современных знаний о строении и жизнедеятельности клетки и её органоидов, методах их визуализации, а также методическим подходам к выбору адекватных методов исследования биологических объектов с помощью микроскопической техники.

Основной целью освоения курса является ознакомление студентов с: (1) методами исследования клетки и их возможностями; (2) с цитологическим строением клетки и соотношением цитологических структур с макромолекулярными ансамблями и их функционированием; (3) структурной основой цитофизиологических процессов и их визуализации с помощью электронного микроскопа; (4) чтением и расшифровкой электронограмм и идентификацией клеточных структур.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. <b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области. <b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<b>Знать</b> строение клетки и макромолекулярные основы ее функций; терминологию, используемую для описания клеточных структур; основы современных методов изучения структуры и функций клетки, их возможности и ограничения при использовании в биофизических исследованиях. <b>Уметь</b> идентифицировать клеточные структуры по их электронно-микроскопическому изображению и оценивать их функциональное состояние, дать цитологическое описание клетки. <b>Владеть</b> навыками расшифровки электронограмм, выбора и применения основных цитологических методик в биофизических исследованиях.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Цитология и электронная микроскопия» читается в весеннем семестре для студентов 4 курса, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой биомедицинской физики. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по оптике, биохимии, измерениям в биологии и медицине, атомной физике и механике. Курс должен предшествовать прохождению производственной практики (НИР) и выполнению квалификационной работы бакалавра, т.к. дает необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения биофизических исследований, необходимых для проведения экспериментальной работы, связанной с изучением структуры и функций биологических объектов.

**3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	22	10		18	18	2			2
Всего 72 часов / 2 зачетных единицы										
-контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельную работу студента, контрольные работы, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контрольные работы, устный опрос.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы/72 академических часа.

- занятия лекционного типа – 22 часа;
- практические занятия – 10 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации, консультации, экзамен – 22 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, консультации, экзамен) составляет 36 часов.

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

Дисциплина «Цитология и электронная микроскопия» читается на 4 курсе физического факультета НГУ в 8 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Методы микроскопии и их применение в биологических исследованиях	1-4	12	6	2	4	
2	Клетка	5	4	2		2	
3	Биомембраны	6-7	6	2	2	2	
4	Везикулярный (пузырьковый) транспорт в клетке	8	4	2		2	
5	Синтез и процессинг белков	9-10	6	2	2	2	
6	Органоиды эукариотических клеток	11-14	12	6	2	4	
7	Ядро	15-16	6	2	2	2	
8	Консультация		2				2
9	Самостоятельная подготовка студентов к экзамену		18				18
10	Экзамен		2				2
	<b>Всего</b>		<b>72</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

### Программа и основное содержание лекций (22 часа)

#### Раздел 1. Методы микроскопии и их применение в биологических исследованиях (6 часов)

**Световая микроскопия.** История микроскопии. Физические принципы светооптического исследования. Витальная, поляризационная, фазово-контрастная и интерференционная микроскопия. Инвертированные микроскопы и их применение. Микроскопия в ультрафиолетовом свете. Конфокальная микроскопия. Основные принципы приготовления препаратов животных клеток и тканей для светооптического исследования.

**Иммуногистохимия.** Принципы выявления белков в клетках и тканях. Варианты иммуногистохимического выявления антигенов.

**Электронный микроскоп.** Физические принципы, положенные в основу работы электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая (растровая) микроскопия. Пределы разрешения. Калибровка. Стабильность напряжения. Виброустойчивость электронного микроскопа. Тепловая стабильность. Система охлаждения. Вакуум. Гониометр. Требования к оборудованию для электронно-микроскопического исследования.

**Применение электронного микроскопа для решения физико-химических задач.** Изучение кристаллов, пленок, полупроводников. Материаловедение. Изучение «старения» материалов, изменений структуры при различных воздействиях. Изучение ферромагнетиков, роста кристаллов, сплавов, биметаллов.

**Электронная микроскопия в биологии.** Особенности биологических объектов, определяющие характер подготовки материала для электронно-микроскопического исследования.

Сохранение структуры с помощью стабилизации химических связей (фиксация). Соблюдение требования оптимальной толщины. Опорные пленки. Ультратонкие срезы. Способы повышения контраста изображения (контрастирование солями тяжелых металлов, напыление). Изучение макромолекул методом напыления (оттенения) металлами (платина, палладий, золото). Недостатки метода.

**Метод негативного контрастирования.** Области применения (быстрая диагностика (идентификация) вирусов, изучение вирусных суспензий, определение концентрации вирионов в суспензии (физический титр), изучение суспензий наночастиц. Индикация бактериальных клеток. Достоинства и недостатки метода. Основные этапы исследования методом негативного контрастирования.

**Метод ультратонких срезов** и его возможности. Области применения. Приготовление ультратонких и полутонких срезов. Ультрамикротомы. Подготовка материала для изучения методом ультратонких срезов. Фиксация. Постфиксация. Обезвоживание. Заливочные среды. Контрастирование ультратонких срезов.

**Электронно-микроскопическая томография.** Принципы, отличия от «обычной» томографии.

**Крио-методы в электронной микроскопии.** Метод криофрактографии (криоскальвание). Криоультрамикротомия, достоинства и недостатки.

## Раздел 2. Клетка (2 часа)

Химический состав клетки, асимметрия ионного состава клетки. Вода, неорганические и мелкие органические молекулы. Типы мелких молекул: строительный материал, источник энергии; регуляторные молекулы (гормоны).

**Макромолекулы.** Эволюция макромолекул – эволюция жизни. Белки. Содержание и функции в клетке. Строение белков, первичная, вторичная, третичная структура, пространственная организация. Гидрофильные и гидрофобные аминокислоты, их роль в формировании пространственной структуры белков. Пептиды и полипептиды.  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -слой. Механизмы формирования третичной и четвертичной структуры белков. Микроскопические методы изучения структуры белков.

## Раздел 3. Биомембраны (2 часа).

Структурная организация и основные функции. Фосфолипиды. Фосфоглицериды. Сфингомиелин. Стероиды. Холестерол. Углеводы в составе мембран. Фосфолипидный бислой. Пленки. Замкнутые сферические структуры. Липосомы. Диффузия мелких молекул через фосфолипидный бислой.

**Мембраны клеток.** Электронно-микроскопическое строение клеточных мембран. Асимметрия мембран и пространства, которое они ограничивают. Температурная подвижность молекул в мембранах. Текучесть мембран. Роль холестерина. Теория липидных рафтов. Структура мембран при замораживании-скальвании. Типы белков в мембранах клетки. Интегральные белки. Периферические белки. Порины. Перемещение белков в мембране.

**Функции плазматической мембраны.** Защитная. Транспортная. Поддержание ионного состава клетки, осмоса и кислотности. Связь с цитоскелетом. Формирование соединений между клетками в тканях. Взаимодействие с внеклеточными молекулами, передача сигналов.

**Типы транспорта через мембрану клетки.** Пассивная диффузия мелких молекул. Канальцы (поры). Белки-переносчики. АТФ-зависимый активный транспорт.

**Ионная асимметрия.** Натрий и калий, их роль в поддержании ионного состава среды. Механизмы селекции ионов.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  -АТФаза. Цикл работы  $\text{Na} / \text{K}$ -АТФазы. Регуляция активности  $\text{Na} / \text{K}$ -АТФазы в клетке. Роль  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$  в клетке. Кальциевый насос - система кальциевых АТФаз. Работа кальциевого насоса.

#### **Раздел 4. Везикулярный (пузырьковый) транспорт в клетке (2 часа)**

Ультраструктурная характеристика разных типов транспортных пузырьков. Типы «опушенных» пузырьков, «покровные» белки. Клатрин-опушенные пузырьки, молекулярные механизмы их образования. Перенос макромолекул с помощью пузырьков. Формирование везикул и их перенос. Слияние пузырьков с целевой мембраной. Транспортные потоки в клетке, их направленность. Сортировка белков, механизмы.

#### **Раздел 5. Синтез и процессинг белков (2 часа)**

ДНК и РНК, возможность визуализации в электронном микроскопе. Типы РНК, их функции. Рибосомы. Р-РНК. Строение рибосом у про- и эукариот. Механизм синтеза белка. Формирование пептидной связи. Сборка пептидной цепи на рибосоме. Формирование вторичной и третичной структуры белков. Ультраструктурные характеристики синтеза белков. «Мембранный» и «немембранный» варианты синтеза белков в клетках.

**Эндоплазматический ретикулум (ЭПР).** Строение ЭПР. Шероховатый и гладкий ЭПР, пространственная организация. Варианты цитологического строения ЭПР при изменениях функционального состояния клетки. Роль ЭПР в клетке.

**Аппарат Гольджи.** Строение и функции, особенности пространственной организации. Процессинг белков в аппарате Гольджи. Цис- и транс-сеть аппарата Гольджи. Гликозилирование белков. Метаболизм липидов и полисахаридов в аппарате Гольджи. Экспорт белков из аппарата Гольджи. Сортировка белков. Секреция. Регулируемая и нерегулируемая секреция. Секреция в эпителиальных клетках. Избирательность транспорта макромолекул.

#### **Раздел 6. Органоиды эукариотических клеток (6 часов)**

Эндосомально-лизосомальная система. Эндосомы, их типы, строение и функции. Эндоцитоз. Современная классификация типов эндоцитоза. Лизосомы. Строение и функции. Первичные и вторичные лизосомы. Лизосомы – «конечная» стадия эндоцитоза. Аутофагия. Аутофагосомы. Лизосомы и патология клетки. Вирусы и рецептивный эндоцитоз.

**Плазмалемма и ее производные.** Межклеточные контакты. Гликокаликс, его функции. Внеклеточный матрикс. Клеточная стенка (оболочка). Клеточная стенка бактерий, ее строение. Грамм-положительные и Грамм-отрицательные микроорганизмы. Строение клеточной стенки растительных клеток. «Транзитная» связь и прочные соединения клеток. Типы связи клеток. Адгезия, селективность адгезии, роль трансмембранных протеинов. Простой контакт. Интердигитации. Зона слипания (*adherens junction*). Замыкающие комплексы. Десмосомы. Щелевидный контакт (*Gap junction*). Роль кадгеринов в формировании межклеточных контактов.

**Цитоскелет.** Строение цитоскелета и функции его компонентов, их визуализация. Микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты. Их состав и строение. Актин, его перестройки в клетке и изменения молекулярной структуры. Регуляция полимеризации актина. Соединения, воздействующие на полимеризацию актина. Варианты организации пучков актиновых филаментов. Промежуточные филаменты, особенности структуры и функций.

**Микротрубочки.** Состав, строение и функции. Система микротрубочек, центры, организующие микротрубочки. Вещества, воздействующие на сборку микротрубочек. Центросомы (центриоли), строение и функции.

**Выросты клеточной поверхности.** Микроворсинки. Псевдоподии, филлоподии и ламеллоподии. Выросты клеточной поверхности, формирующиеся в ответ на внешние стимулы. Особенности идентификации выростов в электронном микроскопе.

**Реснички и жгутики.** Подвижные и неподвижные реснички, строение и функции. Молекулярные механизмы движения ресничек и жгутиков.

**Энергетическое обеспечение клетки. Митохондрии,** хлоропласты, пероксисомы. Их отличия от других органоидов клетки. Строение митохондрий. Теории происхождения митохондрий. Автономная система синтеза белка. Геном митохондрий. Импорт белков в митохондрии. Окислительное фосфорилирование. Цепь переноса электронов, ее структура. Образование АТФ. Теория хемиосмотического сопряжения.

**Хлоропласты.** Строение и пространственная организация системы фотосинтеза. Другие пластиды, их строение и функции.

**Пероксисомы.** Структура и функции.

## **Раздел 7. Ядро (2 часа)**

Оболочка ядра. Внутренняя и внешняя мембраны ядра. Связь с ЭПР. Поровые комплексы ядра. Структура поровых комплексов. Транспорт молекул через ядерную оболочку. Пространственная организация ядра. Эухроматин и гетерохроматин. Ядерный матрикс.

**Ядрышко.** Строение и функции. Синтез рибосом.

**Хромосомы и хроматин.** Упаковка генома. Нуклеосома и хроматосома, их строение. Нити ДНК, их визуализации с помощью электронного микроскопа. Конденсация хроматина. Митотические хромосомы. Центромеры. Теломеры. Дифференциальная окраска хромосом.

**Клеточный цикл.** Стадии клеточного цикла. Митоз. Микроскопические изменения ядра в ходе митоза. Фазы митоза. Формирование нового ядра.

**Клеточная гибель.** Формы клеточной гибели. Апоптоз. Морфологические характеристики апоптоза и его роль в эмбриогенезе и онтогенезе. Аутофагия. Некроз.

**Организация клеток в системы.** Многоклеточные организмы. Специализация клеток. Ткани.

### **Программа практических занятий (10 часов)**

*Занятие 1.* Электронный микроскоп. Физические принципы. Электронная микроскопия в биологии (2 часа).

*Занятие 2.* Электронно-микроскопическое строение клеточных мембран (2 часа).

*Занятие 3.* Синтез белков. Эндоплазматический ретикулум (ЭПР) (2 часа).

*Занятие 4.* Органоиды эукариотических клеток (2 часа).

*Занятие 5.* Ядро клетки. Структура и компоненты. (2 часа).



## Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к выполнению контрольных заданий	6
Выполнение контрольных заданий	6
Изучение материала, не освещаемого на лекциях	6
Подготовка к экзамену	18

### 5. Перечень учебной литературы.

#### 5.1. Основная литература

1. А.Ю. Буданцев. «Основы гистохимии». Электронный макет учебного пособия, 4 раздела. Пушино, 2008. Электронное издательство «Аналитическая микроскопия», 2008.
2. Быков В.Л. Цитология и общая гистология: Функциональная морфология клеток и тканей человека: Учебник для мед. ин-тов. — Санкт-Петербург: СОТИС, 2002. — 520 с.
3. Заварзин А.А. Биология клетки: общая цитология: учебник для студентов биологических специальностей высших учебных заведений. А.А. Заварзин, А.Д. Харазова, М.Н. Молитвин ; С.-Петербург. ун-т. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 1992. — 320 с.
4. Ченцов, Юрий Сергеевич. Общая цитология: (Введение в биологию клетки): [Учебник для вузов по направлению и спец. "Биология"]. Ю.С. Ченцов — 3-е изд., перераб. и доп. — М. Изд-во МГУ, 1995. - 384с. .

#### 5.2. Дополнительная литература

1. Esther Ahrent. Базовые понятия микроскопии. Перевод с английского. Imaging & Microscopy, т. 9, №4 2007. С. 2-5.
2. Esther Ahrent. Базовые понятия микроскопии. Оптическая терминология. Перевод с английского. Imaging & Microscopy, т. 10, №1, 2008. С. 2-5.
3. Esther Ahrent. Базовые понятия микроскопии. От теории к практике. Перевод английского. Imaging & Microscopy, т. 10, №5, 2008. С. 2-4.
4. Марченко А.К., Попова Н.А., Рябчикова Е.И. Изучение морфофункциональных особенностей асцитной формы гепатомы А-1». Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина». 2011. - т.9. - вып.4. – с.83-92.
5. Полетаева Ю. Е., Разум К. В., Пышная И. А., Марченко А. К., Пышный Д. В., Зенкова М. А., Рябчикова Е. И. Взаимодействие наночастиц золота с эукариотическими клетками в культуре и в условиях организма. Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2018. - №1.- Стр. 36-46.
6. Юнусова А.Ю., Зонов Е.В., Кочнева Г.В., Рябчикова Е.И. Морфология ксенотрансплантатов карциномы А431 человека у мышей линии nude. Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2018. – Т. 12. – Вып. 3. – Стр. 42 – 48.
7. Рябчикова Е. И., Пышная И. А., Спицына Ю. Е. Позолотить клетку. Наука из первых рук. 2011. - №4. - с.10-13.
8. Световая микроскопия в биологии. Методы: Пер. с англ./Под ред. А. Лейси.—М.: Мир, 1992. — 464 с.

### 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующим учебными материалами:

1. Заварзин А.А. Биология клетки: общая цитология: учебник для студентов биологических специальностей высших учебных заведений. А.А. Заварзин, А.Д. Харазова, М.Н. Молитвин ; С.-Петербург. ун-т. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 1992. — 320 с.
2. Ченцов, Юрий Сергеевич. Общая цитология: (Введение в биологию клетки):

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- закрытая образовательная группа в социальной сети «VK».

### **7.1. Современные профессиональные базы данных**

Не используются.

### **7.2. Информационные справочные системы**

Не используются.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для реализации дисциплины «Цитология и электронная микроскопия» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.**

## 10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

### *Текущий контроль*

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем устного опроса, а также с помощью контрольных работ, которые обучающиеся выполняют во время самостоятельной работы. Студентам предлагается описать и идентифицировать структуры на микрофотографиях, которые выдаёт преподаватель.

### *Промежуточная аттестация*

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области цитологии и электронной микроскопии в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит во время экзамена. Экзамен проводится в конце семестра в устной форме. Студент получает два вопроса, которые подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Ответ оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

## Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	<b>Знать</b> строение клетки и макромолекулярные основы ее функций; терминологию, используемую для описания клеточных структур; основы современных методов изучения структуры и функций клетки, их возможности и ограничения при использовании в биофизических исследованиях.	Проведение контрольных работ, экзамен.
<b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	<b>Уметь</b> идентифицировать клеточные структуры по их электронно-микроскопическому изображению и оценивать их функциональное состояние, дать цитологическое описание клетки.	Проведение контрольных работ, экзамен.
<b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<b>Владеть</b> навыками расшифровки электронограмм, выбора и применения основных цитологических методик в биофизических исследованиях.	Проведение контрольных работ, экзамен.

## 10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Цитология и электронная микроскопия».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

## 10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### Образцы контрольных вопросов и задач

#### Вопросы:

1. Плазматическая мембрана, межклеточные контакты путем десмосом и интердигитаций, замыкающие комплексы.
2. Ядро клетки, характер эухроматина и гетерохроматина. Ядрышко.
3. Мембраны ЭПР, типы ЭПР.
4. Аппарат Гольджи, его компоненты.
5. «Опушенные» пузырьки, их типы.
6. Кавеолы.
7. Ранние и поздние эндосомы.
8. Лизосомы. Резидуальные тельца.
9. Микротрубочки. Центриоли. Промежуточные и актиновые филаменты.

10. Микроворсинки. Реснички и их компоненты.
11. Митохондрии, их структуры.
12. Апоптоз и некроз. Митоз.

### **Индивидуальные темы для подготовки сообщений:**

1. Современные типы световых микроскопов, их особенности.
2. Варианты повышения разрешающей способности микроскопии в ультрафиолетовом свете и конфокальной лазерной микроскопии.
3. Принципы дифференциально-поляризационного контраста и его применение в современных световых микроскопах.
4. Атомно-силовая микроскопия и её применение для исследования биологических объектов.
5. Методы гистохимического окрашивания препаратов органов и тканей.
6. Особенности подготовки препаратов для электронно-микроскопической томографии.

**Задание.** Идентифицировать клеточные структуры на микрофотографиях (предоставляются преподавателем).

### **Примерные вопросы к экзамену**

#### **Тема №1 «Методы микроскопии и их применение в биологических исследованиях».**

- 1.1 Разновидности световой микроскопии и их применение в биофизических исследованиях.
- 1.2 Способы идентификации отдельных белковых молекул с помощью микроскопических методов.
- 1.3 Различия методов негативного контрастирования и ультратонких срезов. Их применение.
- 1.4 Методы, обеспечивающие сохранность нативной структуры клеток.

#### **Тема №2 «Клетка»**

- 2.1. Основной принцип пространственной организации клетки.
- 2.2. Механизмы формирования макромолекулярных комплексов.
- 2.3. Методы изучения третичной и четвертичной структуры белков

#### **Тема №3 «Биомембраны»**

- 3.1. Пространственная организация фосфолипидного бислоя.
- 3.2. Ультраструктурная характеристика клеточных мембран и её соответствие химическому составу мембран.
- 3.3. Типы белков в мембранах клетки.
- 3.4. Функции плазматической мембраны.
- 3.5. Типы транспорта через плазматическую мембрану.

#### **Тема №4 «Везикулярный (пузырьковый) транспорт в клетке»**

- 1.1. Суть везикулярного транспорта и его назначение.
- 1.2. Типы «опушенных» пузырьков, «покровные» белки.
- 1.3. Механизм слияния пузырька с целевой мембраной.
- 1.4. Механизмы сортировки белков в ходе везикулярного транспорта.

#### **Тема №5 «Синтез и процессинг белков»**

- 1.1. Строение рибосом, их визуализация.
- 1.2. Строение и типы ЭПР.
- 1.3. Строение и функции аппарата Гольджи.
- 1.4. Функция поляризованной структуры аппарата Гольджи.
- 1.5. Взаимосвязь ЭПР и аппарата Гольджи.

### **Тема № 6 «Органоиды эукариотических клеток»**

- 6.1. Типы, строение и функции эндосом.
- 6.2. Схема перемещения лиганд-рецепторного комплекса по системе эндосом.
- 6.3. Аутофагосомы и лизосомы, взаимодействие.
- 6.4. Типы соединений между клетками.
- 6.5. Различия между актиновыми и промежуточными филаментами.
- 6.6. Роль микротрубочек в клетке.
- 6.7. Клеточные структуры, участвующие в процессе фагоцитоза.
- 6.8. Пространственная организация митохондрий.

### **Тема № 7 «Ядро»**

- 7.1. Составные части ядра.
- 7.2. Составные части ядрышка, их функции.
- 7.3. Строение поровых комплексов ядра.
- 7.4. Стадии клеточного цикла.
- 7.5. Формы клеточной гибели.
- 7.6 Стадии апоптоза, факторы индукции апоптоза.

1. Какими микроскопическими методами можно исследовать кровь?
2. Какими методами можно выявить зараженные вирусом клетки в органе?
3. Какими методами можно изучить проникновение наночастиц золота в клетку?
4. Дать описание трех электронограмм «типовых» клеток.
5. Идентифицировать клеточные структуры на трех микрофотографиях (прилагаются к экзаменационному билету).

### **Пример экзаменационного билета**

1. Ультраструктурная характеристика клеточных мембран и её соответствие химическому составу мембран.
2. Какими методами можно изучить проникновение наночастиц золота в клетку?

**Форма экзаменационного билета представлена на рисунке**

<p><i>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</i></p> <p><i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования</i></p> <p><i>«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»</i> <i>(Новосибирский государственный университет, НГУ)</i></p> <p><i>Физический факультет</i></p>
--

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_\_\_

1. ....

2. ....

Составитель \_\_\_\_\_ /Ф.И.О. преподавателя/  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы  
по дисциплине «Цитология и электронная микроскопия»  
по направлению подготовки 03.03.02 Физика  
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного