

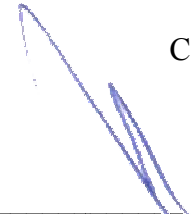
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет Естественных Наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.


Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ КЛЕТКИ

направление подготовки: 04.04.01 Химия

направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

Д.б.н., проф. Рябчикова Елена Ивановна

Зав. Кафедрой МБиБ

Академик РАН, д.х.н. Власов В.В.

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В.

Новосибирск, 2020

Содержание

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

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

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
<p style="text-align: center;">М-ПК-5</p> <p>Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные результаты, анализировать полученные результаты на базе опубликованной научной литературы</p>	<p>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 в молекулярно-биологических исследованиях.</p>	<p>идентифицировать клеточные структуры по их электронно-микроскопическому изображению и оценивать их функциональное состояние, дать цитологическое описание клетки.</p>	<p>навыками расшифровки электронограмм, выбора и применения основных цитологических методик для молекулярно-биологических исследований.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины

Функциональная морфология клетки:

Физика (электромагнитное излучение, дифракция);

Неорганическая химия (строение и свойства атомов, строение молекул, теория химической связи);

Физическая химия (природа химической связи в молекулах);

Органическая химия (классификация и номенклатура соединений, строение молекул);

Введение в биологию;

Молекулярная биология (структура и функции белков и нуклеиновых кислот, гены и геномы, самоорганизация живых систем).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины

Функциональная морфология клетки:

Молекулярная биология.

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

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма аттестации: дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр 2
1	Лекции, ч	32
2	Консультации, ч	2

3	Контактная работа при аттестации	2
4	Самостоятельная работа, ч	36
5	Всего, ч	72

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

2 семестр

Лекции (32 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
История микроскопии. Микроскопические методы изучения клеток и тканей. Разновидности световой и электронная микроскопия, методы подготовки препаратов. Криометоды, электронно-микроскопическая томография. Иммуномикроскопия.	8
Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.	2
Биомембраны. Структура и основные функции. Теория липидных рафтов.	4
Везикулярный транспорт в клетке. Типы везикул, механизмы формирования.	2
Строение рибосом и синтез белка. ЭПР. Аппарат Гольджи.	4
Клеточные органеллы. Эндосомы, типы эндоцитоза. Цитоскелет. Лизосомы. Плазмалемма и её производные. Реснички. Митохондрии.	6
Ядро. Строение, изменения в ходе клеточного цикла. Гибель клетки, её формы. Организация клеток в системы.	6

Самостоятельная работа студентов (36 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Знакомство с анализом электронограмм, основные представления о структуре электронограммы, термины	4
Анализ электронограмм клеток на малом увеличении; описание поверхности	4
Расшифровка электронограмм, содержащих различные органеллы клетки.	20
Анализ электронограмм ядра, ядрышко. Изменения ядра в ходе апоптоза.	4
Подготовка к зачету	4

5. Программа курса лекций

Лекция 1.

1. Методы микроскопии и их применение в биологических исследованиях. 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.

Лекция 2.

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 образцу 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.

Лекция 3.

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.

Лекция 4.

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.

Лекция 5.

Клетка. Клеточные и неклеточные формы жизни. 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. α - спираль и β - слой. Механизмы формирования третичной и четвертичной структуры белков. Микроскопические методы изучения структуры белков.

Лекция 6.

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

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.

Лекция 7.

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. Na^+/K^+ -АТФаза. Цикл работы Na / K -АТФазы. Регуляция активности Na / K -АТФазы в клетке. Роль Ca и Mg в клетке. Кальциевый насос - система кальциевых АТФаз. Работа кальциевого насоса.

Лекция 8.

Везикулярный (пузырьковый) транспорт в клетке. 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.

Лекция 9.

Синтез и процессинг белков. 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.

Лекция 10.

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.

Лекция 11.

Органоиды эукариотических клеток. 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. Грам-положительные и Грам-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 слияния (adherensjunction). Замыкающие комплексы. Десмосомы. Щелевидный контакт (Gapjunction). Роль кадгеринов в формировании межклеточных контактов.

Лекция 12.

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.

Лекция 13.

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. Строение и функции.

Лекция 14.

Ядро. 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.

Лекция 15.

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.

Лекция 16.

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

6. Перечень учебной литературы

6.1 Основная литература

1. А.Ю. Буданцев. **«Основы гистохимии»**. Электронный макет учебного пособия, 4 раздела. Пущино, 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; С.-Петербург. ун-т. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 1992. — 320 с.
4. Esther Ahrent. **Базовые понятия микроскопии**. Перевод с английского. *Imaging&Microscopy*, т. 9, №4 2007. С. 2-5.
5. Esther Ahrent. **Базовые понятия микроскопии. Оптическая терминология**. Перевод с английского. *Imaging & Microscopy*, т. 10, №1, 2008. С. 2-5.
6. Esther Ahrent. **Базовые понятия микроскопии. От теории к практике**. Перевод английского. *Imaging & Microscopy*, т. 10, №5, 2008. С. 2-4. \
7. Ченцов, Ю.С. **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.

6.2 Дополнительная литература

8. Фаллер Д. Молекулярная биология клетки: руководство для врачей / Дж.М. Фаллер, Д. Шилдс; пер. с англ. под общ. ред. И. Б. Збарского - М.: Бином-Пресс, 2006 - 256 с
9. Рябчикова Е. И., Пышная И. А., Спицына Ю. Е. Позолотить клетку. Наука из первых рук. 2011. - №4. - с.10-13.
10. Световая микроскопия в биологии. Методы: Пер. с англ./Под ред. А. Лейси.—М.: Мир, 1992. — 464 с.

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

При освоении дисциплины используются следующие ресурсы:
- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через электронную почту.

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

8.1 Перечень программного обеспечения

Windows и MicrosoftOffice

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для реализации дисциплины Функциональная морфология клетки используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, итоговой аттестации;

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

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

Перечень результатов обучения по дисциплине «Функциональная морфология клетки» и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Самостоятельная работа: цифровые изображения клеток (электронограммы) рассылаются каждому студенту, который, дав описание и нанеся обозначения, отправляет их для проверки преподавателю. Оценка выполнения задания по системе (+) (-).

В течение семестра студент получает 5-6 заданий.

Для того, чтобы быть допущенным к экзамену, студент должен выполнить следующее:

- в ходе прохождения дисциплины посетить не менее 70 % занятий;
- выполнить все задания по самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация

Дифференцированный зачет

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
МПК-5 Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты, анализировать полученные результаты на базе опубликованной научной литературы.	Умеет идентифицировать клеточные структуры по их электронно-микроскопическому изображению и оценивать их функциональное состояние; дать цитологическое описание клетки.	Выполнена/нет самостоятельная работа
	Знает строение клетки и макромолекулярные основы ее функций; владеет терминологией описания клеточных структур; знает основы современных методов к изучению структуры и функций клетки, их возможности и ограничения при использовании в молекулярно-биологических исследованиях. Знает принципы выбора основных цитологических методик для молекулярно-биологических исследований. Применяет на практике знания о строении и функциях клетки и её структур.	Дифференцированный зачет

Таблица 10.2

Критерии оценки результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - знает строение клетки и макромолекулярные основы ее функций; - правильно применяет терминологию описания клеточных структур; - знает основы современных методов изучения структуры и функций клетки, их возможности и ограничения при использовании в молекулярно-биологических исследования; - безошибочно идентифицирует клеточные структуры на электронограммах; – исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся может допустить не принципиальные неточности.</p>	<i>Отлично</i>
<p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - знает строение клетки и макромолекулярные основы ее функций; - с незначительными ошибками применяет терминологию описания клеточных структур; - знает основы современных методов изучения структуры и функций клетки, но не может оценить их возможности и ограничения при использовании в молекулярно-биологических исследования; - идентифицирует клеточные структуры на электронограммах; – отвечает на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся может допустить не принципиальные неточности.</p>	<i>Хорошо</i>

<p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	
<p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - неполное знание строения клетки и макромолекулярных основ ее функций; - с ошибками применяет терминологию описания клеточных структур; - знает поверхностно основы современных методов изучения структуры и функций клетки, не может оценить их возможности и ограничения при использовании в молекулярно-биологических исследования; - с ошибками идентифицирует клеточные структуры на электронограммах; - наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <p>Недостаточное знание строения клетки и макромолекулярных основ ее функций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание терминологии описания клеточных структур; - знает поверхностно основы современных методов изучения структуры и функций клетки, не может оценить их возможности и ограничения при использовании в молекулярно-биологических исследования; - не может идентифицировать клеточные структуры на электронограммах; - отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, - отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов на экзамене:

- Аппарат Гольджи: структура и функции, структурно-функциональные связи с другими органоидами клетки.
- Перечислите «важные» типы молекул, синтез которых требует участия аппарата Гольджи.
- Эндоцитоз: определение, его суть и роль в жизнедеятельности клетки. Разновидности эндоцитоза (*современные представления*).
- Система эндосом, её компоненты и их взаимосвязь, функции каждой разновидности эндосом.
- Формирование поздних эндосом, их виды и детальные характеристики.
- Перечислите клеточные структуры, с которыми могут взаимодействовать поздние эндосомы.
- Система деградации клеточных макромолекул и структур: протеасомы и лизосомы. Митохондрии. Структура, происхождение, особенности строения и функции компартментов митохондрий.
- Методы визуализации мелких объектов в просвечивающем электронном микроскопе.
- Метод негативного контрастирования, его применение, возможности и ограничения.
- Требования к биологическим образцам для электронно-микроскопического исследования, особенности изучения ультраструктуры клеток и тканей.
- Метод ультратонких срезов. Обработка образцов для изучения методом ультратонких срезов. Возможности и применение метода ультратонких срезов.
- Мембрана на основе фосфолипидного бислоя как основа существования клетки. Жидкостно-мозаичная модель строения мембраны.
- Липидные рафты: определение, строение, функции.
- Цитоскелет: определение, основное свойство. Микротрубочки. Строение, функции.
- Механизмы переноса макромолекул в клетке с участием мембран. Пузырьковый транспорт: определение, основные стадии, механизмы слияния мембранных пузырьков с «целевой» мембраной.
- Общие закономерности всех видов «пузырькового транспорта». Типы «опушенных» пузырьков в клетке и их функции.
- Фагоцитоз: определение и функции. Морфологические характеристики стадий фагоцитоза.
- Перечислите органоиды и макромолекулы, входящие в систему синтеза белка, укажите их функции. Строение и функции ядрышка.
- Строение рибосом, локализация в клетке. Синтез белка на рибосомах.
- Подготовка образцов для исследования методами световой микроскопии. Приготовление парафиновых срезов, окраска.
- Возможности светооптического исследования парафиновых срезов, применение на практике.
- Иммуногистохимическое выявление белков на парафиновых срезах.

