

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины
Цитология

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)
Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2022

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Цитология» относится к обязательной части цикла Блока 1. Дисциплины (модули) ОПОП по направлению подготовки 06.03.01 «Биология». Дисциплина обязательна для освоения в 3 семестре.

В данном курсе рассматриваются основные методы и приемы цитологических исследований, структурная организация, жизненный цикл клеток разных типов.

Курс ориентирован на формирование у студентов современного представления о строении и свойствах прокариотических и эукариотических клеток, о строении и функциях клеточных органоидов; освоении на этой основе определенных биологических знаний и систем понятия, развитие биологического мышления.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов базовых представлений о строении, функционировании, особенностях клеточного строения живых организмов,
- овладение основными методами и принципами цитологических исследований,
- получение практических навыков работы с современной микроскопической техникой.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-2. Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2.1 Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у живых объектов, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии,	Знать теоретические основы строения, функционирования, особенностей организации про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточного строения организмов. Уметь использовать теоретические знания при работе с цитологическими объектами в лабораторных условиях. Владеть теоретическими представлениями о клеточной организации живой материи, выполняемыми функциями отдельных клеточных органоидов, навыками работы с современной микроскопической техникой, техникой приготовления и окраски цитологических объектов	Контрольные вопросы Выполнение тестовых заданий в ЭУК «Основы клеточной биологии»

	<p>биохимии, биофизики;</p> <p>ОПК-2.2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды. 	<p>Знать основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток; функции клеточных структур; принципы работы современной микроскопической техники и правила работы с цитологическим оборудованием.</p> <p>Уметь работать с микроскопом, в том числе рационально проводить настройку освещения, увеличивать разрешающую способность микроскопа, просматривать и зарисовывать цитологические препараты.</p> <p>Владеть представлениями для описания закономерностей клеточной организации живой материи, навыками работы с современным микроскопическим оборудованием, техникой приготовления препаратов, способами фиксации и окрашивания цитологических объектов.</p>	<p>Контрольные вопросы</p> <p>Выполнение тестовых заданий в ЭУК «Основы клеточной биологии».</p> <p>Изучение и просмотр цитологических препаратов под микроскопом, выполнение рисунков с препаратов в рабочем альбоме</p>
	<p>ОПК-2.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов. 	<p>Знать: принципы работы и устройство современной микроскопической техники, методику микроскопирования и правила работы с микроскопическим оборудованием.</p> <p>Уметь эксплуатировать современную микроскопическую аппаратуру при работе с цитологическими объектами в лабораторных условиях.</p> <p>Владеть техникой приготовления препаратов, способами фиксации и окрашивания цитологических объектов, техникой настройки рационального освещения по принципу Келера</p>	<p>Выполнение тестовых заданий в ЭУК «Основы клеточной биологии»</p> <p>Просмотр и изучение цитологических препаратов под микроскопом, выполнение рисунков с препаратов в рабочем альбоме</p>
ОПК-8. Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и	ОПК-8.1 Знает: - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта	<p>Знать: устройство микроскопической техники, современные методы микроскопической техники, приготовления и окрашивания цитологических препаратов.</p> <p>Уметь настраивать рациональное освещение в световом микроскопе</p>	<p>Контрольные вопросы</p> <p>Выполнение тестовых заданий в ЭУК «Основы клеточной биологии»</p>

лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.	профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики;	при работе с цитологическими объектами в лабораторных условиях. Владеть техникой окрашивания цитологических препаратов. Навыками работы с конденсором светлого и темного поля	
	ОПК-8.2 Умеет: - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы;	Знать основные гипотезы происхождения клеток, структурно-функциональные особенности клеток; функции клеточных структур. Основные алгоритмы, используемые для анализа биоинформационных данных. Уметь анализировать современную научную цитологическую литературу, пользоваться международными базами данных о клеточном строение Владеть полученными теоретическими знаниями для описания клеточных органоидов и структур и их взаимодействий; клеточной организации живой материи, выполняемыми функциями отдельных клеточных органоидов	Контрольные вопросы Просмотр и изучение цитологических препаратов под микроскопом, выполнение рисунков с препаратов в рабочем альбоме. Выполнение тестовых заданий в ЭУК «Основ клеточной биологии»
	ОПК-8.3 Владеет: - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки	Знать возможные изменения в клеточных структурах под воздействием внешних факторов при использовании современных биотехнологий; Уметь анализировать цитологические препараты, формировать «клеточный шаблон», позволяющий проводить интеграцию разнородных баз данных. Владеть навыками работы с биоинформационными ресурсами и сервисами. Пакетом прикладных программ Statistica, Excel для обработки экспериментальных данных	Выполнение тестовых заданий, проведение расчетных

	экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.		
--	--	--	--

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственной практики и подготовки ВКР.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	30
- занятия семинарского типа	-
- лабораторные работы	14
самостоятельная работа	26
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Всего	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации		

дисциплине (модулю)	Очная		Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная
Введение (вводная лекция)	4		4											
Раздел I. Методы цитологических исследований (обзорная лекция)	12 ...		4....			3						4	
Раздел II. Поверхностный аппарат клетки	12	11	5				2						4	
Раздел III. Органоиды энергетического обмена (лекция-визуализация)	12	11	5				2						4	
Раздел IV. Вакуолярная система эукариотических клеток (лекция-визуализация)	8	9	2				2						5	
Раздел V. Ядерный аппарат эукариотических клеток (лекция-визуализация)	14	13	6				3						5	
Раздел VI. Общая характеристика репродукции клеток (лекция-визуализация)	10	10	4				2						4	
Промежуточная аттестация экзамен	36	36												
Итого	108	108	30				14						26	

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий.

Лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практическая подготовка предусматривает: определение лейкоцитарной формулы крови, определение размеров клеток, статистическая обработка полученных данных.

На проведение лабораторных работ в форме практической подготовки отводится 1.5 часа.

Практические работы, способствуют повышению качества знаний, формированию практических умений, развитию самостоятельного мышления студентов, что связано с

внедрением в учебный процесс цифровых технологий, открывающих новые возможности работы с изображениями, полученными с помощью микроскопа Meiji Techno с цифровой камерой Vision SAM. Использование цифровой камеры и простейшего программного обеспечения позволяет выводить изображение препарата на экран, для широкой аудитории, с целью уточнения и детализации структур объекта и для организации дискуссии.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов и навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях;
- компетенций:

ОПК-2. Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

ОПК-8. Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на экзамене.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение отдельных тем рабочей программы. Таких, как: вакуоли растительных и животных клеток. Функции вакуолей. Включения в цитозоль клеток растений и животных, их локализация и функциональное значение.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут глоссарий, расположенный в электронном управляемом курсе «Основы клеточной биологии» на сайте электронного обучения ННГУ, различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ, раскрытия сущности основных цитологических понятий и анализа фактического материала.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

С целью восполнения учебно-методической документации и для облегчения усвоения учебного материала по дисциплине, периодически выпускаются учебные пособия к практическим занятиям (Романова, 2005, 2009, 2012). Как дополнение к лекционным и практическим занятиям по дисциплине «Цитология» разработан электронный управляемый курс «Основы клеточной биологии», созданный в среде Moodle на сайте электронного обучения ННГУ (разработчик проф. Е.Б. Романова, 2016), дополненный практическими занятиями, включающими детальное описание цифровых микрофотографий основных структур эукариотических клеток, онлайн курс «Основы цитологии», разработанный на платформе Моос (разработчик проф. Е.Б. Романова, 2018).

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Самоподготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с параллельно изучаемыми на 2 курсе дисциплинами: разделами ботаники и зоологии.

На практические занятия студент должен приходить подготовленным, во время устного опроса последовательно излагать свои мысли, и аргументировано их отстаивать.

Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) ознакомиться с вопросами очередного практического занятия;

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

При презентации материала на практическом занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: определение и характеристика основных цитологических терминов, строение, локализация, функция органоида и его взаимосвязь с другими структурами клетки. Весьма презентабельным вариантом выступления следует считать подготовку в среде Power Point краткого сообщения по теме практического занятия, что существенно повышает степень визуализации, а, следовательно, доступности, понятности материала.

Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену.

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки биологов-исследователей.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по учебной дисциплине «Цитология» является экзамен.

Бесспорным фактором успешного завершения курса является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины. В этом случае подготовка к экзамену будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по цитологии.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные преподавателем по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки рефератов-презентаций по отдельным темам, наиболее заинтересовавшие студента;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Кроме того, наличие перечня вопросов в период обучения позволит выбрать из предложенных преподавателем учебников наиболее оптимальный для каждого студента, с точки зрения его индивидуального восприятия материала, уровня сложности и стилистики изложения.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Основы клеточной биологии <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1333>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>, и второй курс в системе открытых онлайн-курсов - МООС - <https://mooc.unn.ru/> (Основы цитологии (биология клетки) <https://mooc.unn.ru/course/view.php?id=62>).

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, превышающем программу

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	много негрубых ошибок.	программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	программе подготовки, без ошибок.	подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

		«хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Требования к оформлению Рабочего альбома и цитологического рисунка

На практическом занятии студенты рассматривают под микроскопом или проводят детальное рассмотрение органоидов клетки на субмикроскопическом уровне (с помощью электронно-микроскопических фотографий, собранных в отдельном учебном пособии – Альбоме электронных фотографий), с целью лучшего усвоения, понимания и закрепления в памяти строения и взаимного положения в клетке органоидов и отдельных клеточных структур. После этого студенты делают зарисовки структуры, видимые под микроскопом, и перерисовки с определенного участка электронной микрофотографии в своем Рабочем альбоме.

Зарисовка препаратов на практических занятиях по дисциплине «Цитология» не самоцель, а метод изучения объекта, поэтому следует придерживаться ряда правил:

1. Перед началом просмотра препарата под микроскопом в Рабочем альбоме должны быть записаны тема, цель и задачи для каждого занятия.

2. Рисунки должны быть большими, чтобы хорошо различались детали. На одной странице формата А4 размещается не более двух-трех рисунков, если объекты просты в выполнении, и только один рисунок, если объект сложный и крупный.

3. Основное требование к рисунку – правильное отображение формы, соотношения объема и размеров.

4. Вокруг рисунка недопустимы контуры поля зрения микроскопа.

5. К отдельным частям рисунка должны быть сделаны обозначения.

6. После выполнения занятия студент формулирует в рабочем альбоме вывод (итог занятия), отражающей достижения поставленной перед началом цели.

7. Рисунки, не отвечающие требованиям преподавателя, необходимо переделать.

Рабочий альбом сдается преподавателю для проверки и является документом, подтверждающим выполнение всех практических занятий, предусмотренных учебным планом. Обязательным условием допуска студента к итоговому контролю качества знаний (экзамену) является удовлетворительное ведение Рабочего альбома в течение семестра и его наличие во время проведения экзамена.

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Клетки прокариот и эукариот. Особенности и различия в их строении.	ОПК-2
Цитоплазматическая мембрана. Современные представления о строении мембран.	ОПК-2
Особенности мембран и надмембранных структур прокариотических	ОПК-2

клеток.	
Надмембранные структуры эукариотических клеток.	ОПК-2
Микрофибриллярная система или система микрофиламентов (актин-миозиновая система).	ОПК-2
Тубулиновая система или система микротрубочек (тубулин-динеиновая система).	ОПК-2
Проявление единства субсистем поверхностного аппарата клетки в реализации основных функций: барьерной, транспортной, рецепторной и контактной.	ОПК-8
Мембранный транспорт макромолекул и частиц; экзоцитоз и эндоцитоз.	ОПК-2
Контактная функция плазматической мембраны. Межклеточные контакты.	ОПК-2
Адгезионные(механические): поясковые десмосомы, точечные десмосомы и полудесмосомы.	ОПК-2
Замыкающие контакты: плотный, промежуточный (зона слияния).	ОПК-2
Проводящие контакты: щелевой контакт, химические синапсы и плазмодесмы.	ОПК-2
Особенности развития и строения прокариотических клеток. Основные гипотезы происхождения прокариотной клетки и ее компартментов.	ОПК-2
Цитоплазма (цитозоль). Общий химический состав цитоплазмы. Организация цитозоля.	ОПК-2
Включения в цитозоль клеток растений и животных, их локализация и функциональное значение.	ОПК-2
Морфология, локализация и структура митохондрий.	ОПК-2
Локализация в мембранах митохондрий основных звеньев окислительного фосфорилирования.	ОПК-2
Митохондрия как полуавтономный органоид.	ОПК-2
Эндоплазматический ретикулум (ЭПР). Строение и химический состав.	ОПК-2
Комплекс Гольджи. Общая характеристика, локализация в клетке, ультраструктура.	ОПК-2
Лизосомы. Структура лизосом и их химическая характеристика.	ОПК-2
Пероксисомы (микротельца). Структура пероксисом. Их химическая характеристика. Функциональное значение пероксисом.	ОПК-2
Структурная и функциональная взаимосвязь всех компартментов вакуолярной системы.	ОПК-2
Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку.	ОПК-2
Разновидности хроматина: деспирализованный эухроматин, конденсированный гетерохроматин и факультативный гетерохроматин	ОПК-2
Основные элементы структуры интерфазного ядра: совокупность интерфазных хромосом (хроматин или ДНП интерфазного ядра), поверхностный аппарат ядра, ядерный сок (кариоплазма) и ядрышко.	ОПК-2
Функция гистонов, как регуляторов транскрипции и укладки молекул ДНК. Структурная организация хроматина.	ОПК-2
Структурно-биохимическая организация рибосом, их роль в синтезе белка.	ОПК-2
Основные компоненты поверхностного ядерного аппарата: ядерная оболочка, периферическая плотная пластинка (ламина) и поровые комплексы.	ОПК-8
Кариоплазма. Химический состав.	ОПК-2
Ядрышко - органоид клеточных рибосом. Химия ядрышка, РНК ядрышка.	ОПК-8

Гипотезы происхождения эукариотической клетки и основных компартментов эукариотических клеток.	ОПК_8
Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая стадии, митоз. Значение этих фаз в жизни клеток.	ОПК-8
Деление прокариотических клеток. Особенности репродукции прокариот.	ОПК-8
Общая схема митоза эукариотических клеток. Временной ход митоза и цитокинеза.	ОПК_8
Цитоплазматическая мембрана. Современные представления о строении мембран.	ОПК-8
Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Различия между митозом и мейозом. Биологический смысл мейоза.	ОПК-8
Происхождение жизни. Начальные этапы развития жизни.	ОПК-8
Сравнение прокариотической и эукариотической клеток.	ОПК_8
Межклеточные контакты. Взаимоотношения клеток с окружающей средой.	ОПК-8
Обмен веществ и энергии в клетке. Значение углеводов, белков, АТФ. Митохондриальный аппарат (хондриом).	ОПК-8
Общая схема митоза эукариотических клеток. Временной ход митоза и цитокинеза. Структурно-биохимическая организация митотического аппарата эукариотических клеток.	ОПК-8
Деление клеток. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая стадии, митоз. Значение этих фаз в жизни клеток.	ОПК_8
Строение и химия рибосом. Структурно-биохимическая организация рибосом, их роль в синтезе белка. Амплификация генов рибосомных РНК.	ОПК-8

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Дополните ответ: Цитоплазма включает в себя: _____, _____ и _____.

Ответ: гиалоплазму, органоиды, включения

2. Дополните ответ: Постоянно присутствующие и обязательные для всех клеток микроструктуры, выполняющие жизненно важные функции называются _____.

Ответ: органеллы

3. Дополните ответ: Необязательные компоненты клетки, возникающие и исчезающие в зависимости от метаболического состояния клеток называются _____.

Ответ: включения

4. Выберите правильные ответы: В состав клеточной мембраны входят:

1. Белки (60%)
2. Белки (80%)
3. Жиры (20%)
4. Жиры (40%)
5. Углеводы (5-10%)

Ответ: 1,4,5

5. Дополните ответ: Белки, полностью пронизывающие клеточную мембрану называются _____.

Ответ: интегральными

6. Дополните ответ: Белки, частично встроенные в клеточную оболочку называются _____.

Ответ: полуинтегральными

7. Дополните ответ: Надмембранный слой клеточной оболочки называется _____.

Ответ: гликокаликс**8. Установите соответствие:**

- | | |
|--------------|-----------------------------------|
| 1. Органеллы | а) Постоянные компоненты клетки |
| 2. Включения | б) Непостоянные компоненты клетки |

Ответ: 1-а, 2-б**9. Установите соответствие:**

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Мембранные органоиды | а) Рибосомы |
| 2. Немембранные органоиды | б) Эндоплазматическая сеть |
| | в) Комплекс Гольджи |
| | г) Митохондрии |
| | д) Лизосомы |
| | е) Микротрубочки |

Ответ: 1- б,в,г,д; 2-а,е**10. Выберите правильные ответы: Функции плазмолеммы:**

1. Транспорт различных веществ
2. Поддержание формы клетки
3. Барьерная функция
4. Синтез белков
5. Формирование первичных лизосом

Ответ: 1,2,3**11. Установите соответствие:****Структурные компоненты клетки: Функции:**

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1. Ядро | а) Хранение генетической информации |
| 2. Рибосомы | б) Формирование цитоскелета |
| 3. Микрофиламенты | в) Синтез белков |
| 4. Центриоли | г) Участие в клеточном делении |

Ответ: 1-а, 2-в, 3-б, 4-г**12. Выберите правильные ответы: Микроворсинки это:**

1. Выросты цитоплазмы, ограниченные плазмолеммой
2. Компоненты жгутиков
3. Компоненты ресничек
4. Компоненты эпителиоцитов кишечника
5. Компоненты миоцитов

Ответ: 1,4**13. Выберите правильный ответ. Гликоген является разновидностью:**

1. Пигментных включений
2. Секреторных включений
3. Трофических включений
4. Экскреторных включений

14. Выберите правильный ответ: Функцией митохондрий является:

1. Синтез белков на экспорт
2. Внутриклеточное пищеварение
3. Синтез энергии
4. Формирование цитоскелета
5. Участие в клеточном делении

Ответ: 3

5.2.3. Вопросы для контрольной работы для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2:

Вариант 1

1. Эндоплазматический ретикулум (ЭПР). Гладкий эндоплазматический ретикулум. Строение и химический состав.
2. Синтез липидов, полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул в гладком ЭПР.
3. Роль гладкого ЭПР в детоксикации различных веществ.
4. Шероховатый (гранулярный) ЭПР. Эргастоплазма. Строение и биохимия шероховатого ЭПР.

Вариант 2

1. Функция синтеза, накопления и транспорта синтезированного белка. Гликозилирование белков в ЭПР.
2. Связь гранулярного ЭПР с ядерной оболочкой и комплексом Гольджи.
3. Комплекс Гольджи. Общая характеристика, локализация в клетке, ультраструктура. Строение диктиосом. Вертикальная и горизонтальная полярность диктиосом: формирующейся (цис-), медиальный и зрелый (транс-) полюсы диктиосом.
4. Функции комплекса Гольджи: сегрегация, накопление, созревание и выведение белков и липидов. Транспортные пузырьки комплекса Гольджи.

Вариант 3

1. Лизосомы. Структура лизосом и их химическая характеристика.
2. Типы лизосом: первичные, вторичные, телолизосомы (остаточные тельца) и аутофагосомы.
3. Гетерофагический и аутофагический циклы в клетке. Реконструктивная функция лизосом.
4. Структурная и функциональная взаимосвязь всех компартментов вакуолярной системы.

5.2.4. Задания для оценки сформированности умений компетенции ОПК-2:

1. Заполните таблицу:

Таблица 1

Органоиды эукариотической клетки

Мембранные	Немембранные
------------	--------------

2. Заполните таблицу:

Таблица 2

Сравнение эукариотических и прокариотических клеток

Признаки	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Ядерная мембрана		
Плазмалемма		
Митохондрии		
ЭПР		
Рибосомы		
Вакуоли		
Лизосомы		
Клеточная стенка		
Капсула		
Комплекс Гольджи		
Деление		

3. Заполните таблицу:

Таблица 3

Признаки общие для всех эукариотических клеток

Структура	Функция	Состав
1. Клеточная мембрана		
2. Клеточная стенка		
3. Гиалоплазма		
4. Ядро		

4. Заполните таблицу:

Таблица 4

Сравнительная характеристика энергообразующих органоидов клетки

Характеристика	Митохондрия	Хлоропласт
Строение		
Функции		

5. Заполните таблицу:

Таблица 5

Сравнительная характеристика процессов фотосинтеза и клеточного дыхания

Характеристика	Клеточное дыхание	Фотосинтез
Суть процесса		
Место протекания в клетке		
Потоки энергии		
Кислород		
Вода и углекислый газ		

5.2.5. Темы выступлений с презентациями для оценки сформированности навыков компетенции ОПК-2:**Раздел 2 ПОВЕРХНОСТНЫЙ АППАРАТ КЛЕТКИ (МЕМБРАНОМ)**

1. Цитоплазматическая мембрана. Современные представления о строении мембран. Характеристика липидного бислоя. Мембранные белки: интегральные, полуинтегральные и периферические. Мембранные углеводы. Клеточная стенка. Основные компоненты клеточной стенки. Функции клеточных стенок. Особенности мембран и надмембранных структур прокариотических клеток.

2. Надмембранные структуры эукариотических клеток. Собственно надмембранные структуры - гликокаликс. Производные надмембранного комплекса.

3. Субмембранная система гиалоплазмы. Периферическая гиалоплазма и структурно-оформленная опорно-сократимая система. Микрофибриллярная система или система микрофиламентов (актин-миозиновая система). Строение и функции микрофиламентов. Тубулиновая система или система микротрубочек (тубулин-динеиновая система). Строение и функции. Система промежуточных и система тонких филаментов. Их функция и строение.

4. Проявление единства субсистем поверхностного аппарата клетки в реализации основных функций: барьерной, транспортной, рецепторной и контактной. Мембранный транспорт макромолекул и частиц; экзоцитоз и эндоцитоз. Основные типы эндоцитоза: жидкостный, неспецифический адсорбционный и рецепторный.

5. Контактная функция плазматической мембраны. Межклеточные контакты.

6. Двигательный аппарат (кинетом). Способы передвижения прокариотических клеток (с помощью жгутиков, скольжением и волнообразными движениями). Двигательные системы эукариотических клеток: реснички, жгутики.

Раздел 3. ОРГАНОИДЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

1. Митохондриальный аппарат (хондриом). Морфология, локализация и структура митохондрий. Наружная, внутренняя мембраны, межмембранное пространство и внутримитохондриальный матрикс. Состав и свойства наружной и внутренней мембран митохондрий. Кристы, грибовидные тельца.

2. Локализация в мембранах основных звеньев окислительного фосфорилирования. Межмембранные пространства как резервуар водородных ионов (протонов). Механизм возникновения электрохимического протонного градиента.

3. Митохондрия как полуавтономный органоид. Матрикс митохондрий: РНК, рибосомы, ДНК и белки митохондрий. Основные функции митохондрий.

4. Фотосинтетический аппарат (пластидом). Связь между пластидами разных типов: лейкопласты, хлоропласты, амилопласты, хромопласты.

5. Хлоропласта - энергообразующие органоиды растительных клеток. Локализация в тилакоидных мембранах ферментных систем фотоокислительного фосфорилирования.

6. Механизм возникновения протондвижущей силы. Функции хлоропластов. Хлоропласт - как полуавтономный органоид.

5.2.6. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-8

1. Выберите правильный ответ: К двумембранным органоидам относится:

1. Эндоплазматическая сеть
2. Митохондрии
3. Комплекс Гольджи
4. Лизосомы
5. Пероксисомы

Ответ: 2

2. Выберите правильные ответы: К одномембранным органоидам относятся:

1. Эндоплазматическая сеть
2. Митохондрии
3. Комплекс Гольджи
4. Лизосомы
5. Пероксисомы

Ответ: 1,3,4,5

3. Выберите правильный ответ: Клетка, имеющая хорошо развитую гранулярную ЭПС, участвует в синтезе:

1. Липидов
2. Белков
3. Гликогена
4. Пигментов
5. Лизосом

Ответ: 2

4. Выберите правильный ответ: Лизосомы хорошо развиты в:

1. Фибробластах
2. Макрофагах

3. Плазматических клетках
4. Миоцитах
5. Нейроцитах

Ответ: 2**5 Выберите правильные ответы: Лизосомы выполняют функции:**

1. Участие во внутриклеточном пищеварении
2. Участие в фагоцитозе
3. Участие в аутолизе
4. Формирование цитоскелета
5. Участие в синтезе липидов

Ответ: 1,2,3**6. Выберите правильный ответ: Лизосомы формируются в :**

1. Гранулярной эндоплазматической сети
2. Агранулярной эндоплазматической сети
3. Комплексе Гольджи
4. Ядре
5. Митохондриях

Ответ: 3**7. Выберите правильный ответ. Остаточные тельца - это разновидность:**

1. Пероксисом
2. Лизосом
3. Включений
4. Митохондрий
5. Диплосом

Ответ: 2**8. Выберите правильный ответ. Ресничка состоит из:**

1. Микрофиламентов
2. Микротрубочек
3. Миофибрилл
5. Нейрофибрилл

Ответ: 2**9. Установите соответствие:**

Структуры:	Формула:
1. Центриоль	а) $(9 \times 3) + 2$
2. Аксонема	б) $(9 \times 3) + 0$
3. Базальное тельце	в) $(9 \times 2) + 2$

Ответ: 1-б, 2-в 3- а**10. Выберите правильный ответ: Микротрубочки образованы белком:**

1. Филлагрином
2. Актином
3. Тубулином
4. Миозином
5. Кератином

Ответ: 3**11. Выберите правильные ответы: Укажите функции комплекса Гольджи:**

1. Формирование секреторных гранул
2. Выведение секреторных гранул
3. Синтез мембранных белков
4. Формирование первичных лизосом
5. Образование липопротеидов

Ответ: 1,2,4,5

12. Выберите правильные ответы: К системе цитоскелета клетки относятся:

1. Микрофибриллы
2. Микротрубочки
3. Центриоли
4. Микрофиламенты
5. Миофибриллы

Ответ: 1,2,4**5.2.7. Вопросы для контрольной работы для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-8:****СВЕТОВОЙ МИКРОСКОП****Вариант 1.**

1. Назовите основные составные части светового микроскопа.
2. Как устроена осветительная часть микроскопа?
3. Что такое разрешающая способность объектива, как ее рассчитать, от чего она зависит?
4. Как определяется общее увеличение микроскопа?

Вариант 2.

1. Что представляет собой оптический узел микроскопа?
2. Чем отличаются сухие и иммерсионные объективы?
3. Каково назначение окуляров?
4. Как определяется общее увеличение микроскопа?

Вариант 3.

1. Какие основные характеристики имеет микроскоп?
2. В чем заключается принцип рациональной настройки освещения по Келеру?
3. В чем заключается принцип работы фазово-контрастного микроскопа? электронного микроскопа? люминесцентного микроскопа?
4. В чем заключается принцип работы темнопольного микроскопа?

5.2.8. Задания для оценки сформированности умений компетенции ОПК-8:

3. Заполните таблицу:

Таблица 1

Органоиды эукариотической клетки

Мембранные	Немембранные
------------	--------------

4. Заполните таблицу:

Таблица 2

Сравнение эукариотических и прокариотических клеток

Признаки	Эукариотические клетки	Прокариотические клетки
Ядерная мембрана		
Плазмалемма		
Митохондрии		
ЭПР		
Рибосомы		
Вакуоли		

Лизосомы		
Клеточная стенка		
Капсула		
Комплекс Гольджи		
Деление		

3. Заполните таблицу:

Таблица 3

Признаки общие для всех эукариотических клеток

Структура	Функция	Состав
1. Клеточная мембрана		
2. Клеточная стенка		
3. Гиалоплазма		
4. Ядро		

4. Заполните таблицу:

Таблица 4

Сравнительная характеристика энергообразующих органоидов клетки

Характеристика	Митохондрия	Хлоропласт
Строение		
Функции		

5. Заполните таблицу:

Таблица 5

Сравнительная характеристика процессов фотосинтеза и клеточного дыхания

Характеристика	Клеточное дыхание	Фотосинтез
Суть процесса		
Место протекания в клетке		
Потоки энергии		
Кислород		
Вода и углекислый газ		

5.2.9. Темы выступлений с презентациями для оценки сформированности навыков компетенции ОПК-8:

ЯДЕРНЫЙ АППАРАТ

1. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку. Основные функции ядра: транскрипция, редупликация и перераспределение генетического материала. Интерфазное ядро.

2. Хроматин, его химическая характеристика. Разновидности хроматина: деспирализованный эухроматин, конденсированный гетерохроматин и факультативный гетерохроматин. Функциональное значение типов хроматина.

3. Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки. Функция гистонов, как регуляторов транскрипции и укладки молекул ДНК. Структурная организация хроматина.

4. Несколько уровней упаковки ДНК: элементарная хромосомная фибрилла, нуклеосома, хроматиновое волокно, петельный домен, конденсированный хроматин, метафазная хромосома.

5. Поверхностный аппарат ядра. Основные компоненты поверхностного ядерного аппарата: ядерная оболочка, периферическая плотная пластинка (ламина) и поровые комплексы. Ламина - скелет поверхностного аппарата ядра. Связь ламины с гетерохроматином хромосом. Функции поверхностного аппарата ядра.

6.. Кариоплазма. Химический состав.

7. Ядрышко. Химия ядрышка, РНК ядрышка.

Три основных компонента ядрышка: ДНК ядрышкового организатора, гранулярный и фибриллярные компоненты. Организация ядрышка. Сегрегация ядрышка.

8. Строение и химия рибосом. Структурно-биохимическая организация рибосом, их роль в синтезе белка. Амплификация генов рибосомных РНК.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРОДУКЦИИ КЛЕТОК

1. Деление клеток. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая стадии, митоз. Значение этих фаз в жизни клеток.

2. Деление прокариотических клеток. Особенности репродукции прокариот.

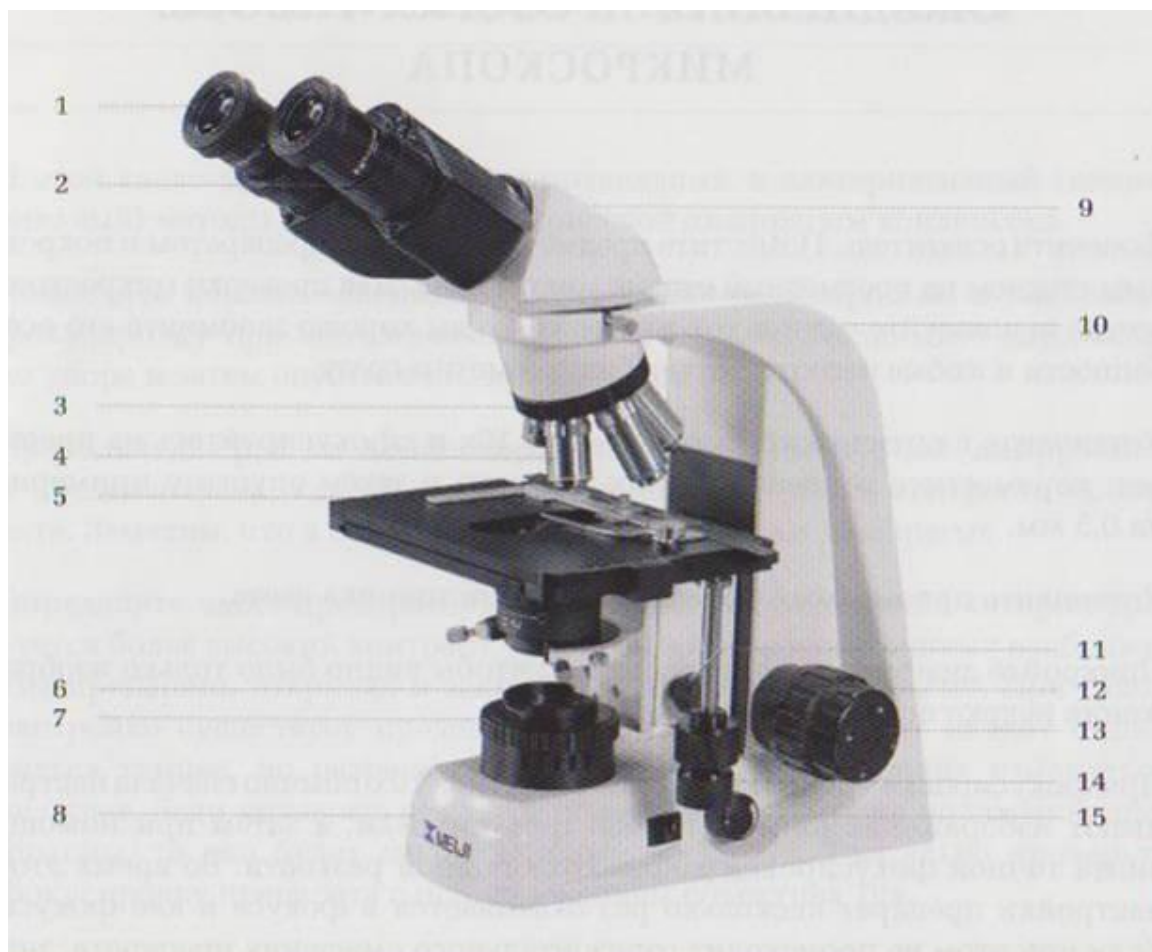
3. Общая схема митоза эукариотических клеток. Временной ход митоза и цитокинеза. Структурно-биохимическая организация митотического аппарата эукариотических клеток. Стадии митоза, их продолжительность характеристика. Цитокинез у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и фрагмопласта. Поведение клеточных органелл в процессе митоза. Происхождение митоза. Формы митоза и их эволюционная связь.

4. Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Различия между митозом и мейозом. Биологический смысл мейоза.

5.2.10. Задания для оценки сформированности навыков компетенции ОПК-8:

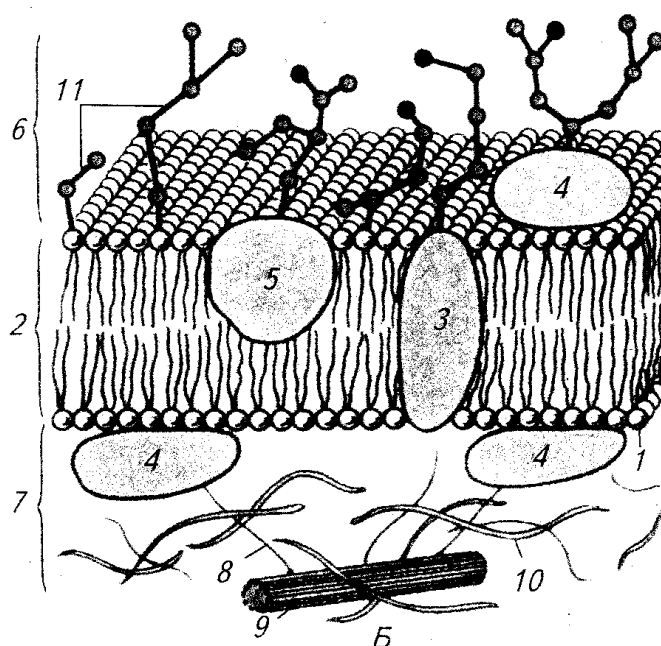
Задание 1. Внесите в таблицу название основных частей биологического микроскопа и их функций в соответствии с цифрами, изображенными на рисунке:

Номер на рисунке	Название	Функция в микроскопе
1		
2		
3		
:		
:		
16		
17		
18		
19		



Задание 2. Перечислите необходимые этапы настройки освещения в микроскопе по принципу Кёлера.

Задание 3. Рассмотрите строение поверхностного аппарата клетки и соотнесите название основных структур с цифрами, изображенными на рисунке.



6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Дробленков А.В., Русановский В.В. Основы медицинской цитологии КноРУс, 2020 –242 с.
2. Кассимерис Л., Лингаппа Вишванат Р., Плоппер Д. Клетки по Льюину (Lewin's Cells). Лаборатория знаний, 2021. –1056 с.
3. Самусев Р.П., Смирнов А.В. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии / Под ред проф. Р.П. Самусева. Изд-во ГЭОТАР «Медиа», 2020. – 400 с.

б) дополнительная литература:

1. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. / Ю.С. Ченцов. – М.:Альянс, 2015 – 495 с.
2. Альбом электронных микрофотографий по цитологии / Сост. Е.Б. Романова, Нижний Новгород, Нижегородский ун-т, 2020. 46с.
3. Гистология, эмбриология, цитология: учебник /Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина, Б.В. Алешин и др.; под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 800 с.
4. Гистология, цитология и эмбриология: атлас: учеб. пособие / В.Л. Быков, С.И. Юшканцева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 296 с.
5. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – Мед. инф. агентство, 2016. – 660 с.
- 6 Романова Е.Б. Основы современной цитологии: Учебно-методическое пособие / Е.Б. Романова. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019.– 115 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Encyclopaedia Britannica, 2010 [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.britannica.com/bps/media-view/114953/1/0/0>
- Wikimedia Foundation, Inc. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Chloroplast.svg/2000px-Chloroplast.svg.png>

2. Атлас, медицинская образовательная сеть Университета Лойола (Чикаго, США). База гистологических изображений по цитологии, общей и частной гистологии. Есть система самоконтроля по слайдам – Режим доступа http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/frames/histo_frames.html
3. Учебная программа по цитофизиологии животных и растительных клеток – Режим доступа <http://www.cellsalive.com/>
4. Виртуальная электронная микроскопия препаратов – Режим доступа <http://www.amc.anl.gov>
5. Небольшая учебная программа, содержащая набор анимированных иллюстраций по цитофизиологии животных и растительных клеток – Режим доступа <http://www.cellsalive.com/>
6. Учебная программа Университета штата Аризона (США), содержащая подробную текстовую информацию и иллюстрации по истории, методам изучения клетки, жизненному циклу клеток (включая митоз), цитоскелету. Каждый раздел включает возможность самоконтроля (тесты на выбор одного из нескольких правильных ответов) – Режим доступа http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: тринадцать световых микроскопов марки Meiji Techno серии МТ 4000, в том числе микроскоп с цифровой камерой. Присутствует лицензионная, необходимая для работы компьютерная программа и мультимедийные средства обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ

Автор _____ д.б.н., проф. каф. экологии Романова Е.Б.

Заведующий кафедрой экологии _____ д.б.н. Якимов В.Н.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.