

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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Цитология

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

05.03.06 - Экология и природопользование

Направленность образовательной программы

Экология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.23 Цитология относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ОПК-1.1: Знать особенности строения и функционирования про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. ОПК-1.2: Уметь работать с микроскопом, в том числе рационально проводить настройку освещения, изменять разрешающую способность микроскопа, просматривать и зарисовывать цитологические препараты. ОПК-1.3: Владеть методами цитологического анализа, навыками работы с современной микроскопической техникой, техникой приготовления и окраски цитологических объектов.	ОПК-1.1: Знает особенности строения и функционирования про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. ОПК-1.2: Умеет работать с микроскопом, в том числе рационально проводить настройку освещения, изменять разрешающую способность микроскопа, просматривать и зарисовывать цитологические препараты. ОПК-1.3: Владеет методами цитологического анализа, навыками работы с современной микроскопической техникой, техникой приготовления и окраски цитологических объектов.	Практическое задание Рабочая тетрадь Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	30
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14
- КСР	2
самостоятельная работа	26
Промежуточная аттестация	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1. Современные методы цитологических исследований	6	2	2	4	2
Тема 2. Строение и функции цитоплазматической мембраны	5	2	1	3	2
Тема 3. Субмембранная опорно-сократимая система в клетке	5	2	1	3	2
Тема 4. Синтетический аппарат клетки	7	4	1	5	2
Тема 5. Аппарат внутриклеточного расщепления веществ	5	2	1	3	2
Тема 6. Энергетический аппарат клетки	7	4	1	5	2
Тема 7. Ядро клетки	8	4	2	6	2
Тема 8. Митоз	6	2	2	4	2
Тема 9. Мейоз	5	2	1	3	2
Тема 10. Включения в цитозоле клеток	5	2	1	3	2
Тема 11. Нарушения деления. Гибель клеток: некроз, апоптоз	5.5	2	0.5	2.5	3
Тема 12. Общий контроль активности деления клеток. Регуляция клеточного цикла.	5.5	2	0.5	2.5	3
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	30	14	46	26

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Романова Е.Б. Основы клеточной биологии" (<http://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1333>).
- открытый онлайн-курс МООС "Романова Е.Б. Основы цитологии (биология клетки)" (<https://moos.unn.ru/course/view.php?id=62>).

Иные учебно-методические материалы: Романова Е.Б. Основы современной цитологии: Учебно-методическое пособие / Е.Б. Романова. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012.– 115 с.

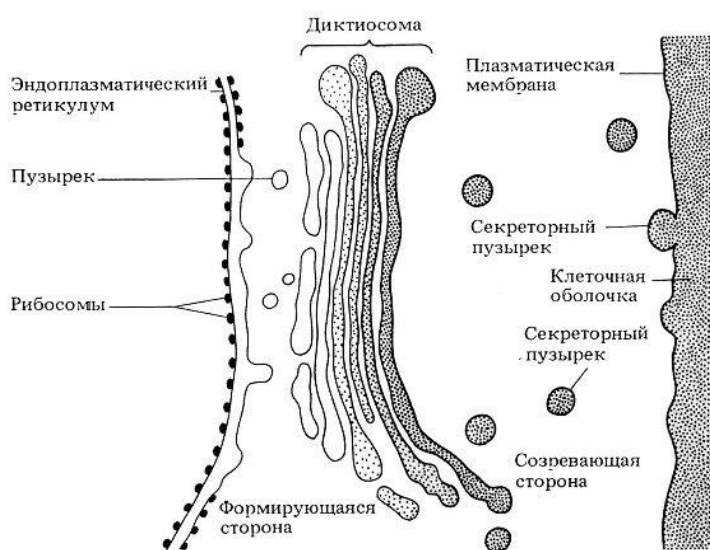
Романова Е.Б. Основы общей и медицинской цитологии: учебное пособие. -Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022.– 198 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Задание. Используя предложенную схему опишите структурную и функциональную взаимосвязь всех компартментов вакуолярной системы в эукариотической клетке.



Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 100%
отлично	Знает в полном объеме фундаментальные разделы особенности строения и

Оценка	Критерии оценивания
	функционирования про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 90 - 99%
очень хорошо	Знание основного материала с незначительными погрешностями. Уверенно ориентируется особенности строения и функционирования про- и эукариотических клеток; знает современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 80-90%
хорошо	Неуверенно ориентируется в знании строения и функционирования про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 70-80%
удовлетворительно	Знает недостаточно особенности строения и функционирования про- и эукариотических клеток; не знает современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 50-70%
неудовлетворительно	Допускает серьезные ошибки в описании строения и функционирования про- и эукариотических клеток; не знает современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 20-50%
плохо	Не знает особенности строения и функционирования про- и эукариотических клеток; современные концепции клеточной организации; теоретические основы клеточного строения организмов; структурно-функциональные особенности клеток. Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий 0-20%

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Рабочая тетрадь) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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 своей Рабочей тетраде. Зарисовка 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 Рабочей тетраде 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 Рабочей тетраде вывод (итог занятия), отражающей достижения поставленной перед началом цели.
7. Рисунки, не отвечающие требованиям преподавателя, необходимо переделать.

Рабочая тетрадь 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 Рабочей тетради в течение семестра и его наличие во время проведения экзамена.

Критерии оценивания (оценочное средство - Рабочая тетрадь)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент присутствовал на всех практических занятиях. В случае пропуска - занятия отработаны. В рабочей тетраде выполнены зарисовки все необходимых структур и препаратов, видимые под микроскопом, и перерисовки с определенного участка электронной микрофотографии, согласно конкретным задачам практических занятий.
не зачтено	Студент пропустил более 50% всех практических занятий. Занятия не отработаны. В рабочей тетраде не выполнены зарисовки всех необходимых структур и препаратов, видимые под микроскопом, и перерисовки с определенного участка электронной микрофотографии, согласно конкретным задачам практических занятий.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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

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

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%)

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

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

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

8. Установите соответствие:

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

9. Установите соответствие:

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

10. Выберите правильные ответы: Функции плазмолеммы:

1. Транспорт различных веществ
2. Поддержание формы клетки
3. Барьерная функция
4. Синтез белков

5. Формирование первичных лизосом

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 |

12. Выберите правильные ответы: Микроворсинки это:

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

13. Выберите правильный ответ. Гликоген является разновидностью:

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнено более 50% тестовых заданий, пройден установленный порог в 3 балла.
не зачтено	Выполнено менее 50% тестовых заданий, не пройден установленный порог в 3 балла.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу 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 базовых навыков. 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 оценивания 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».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход и глубину знаний по биологии клетки. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал примерами из практических занятий. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал примерами из практических занятий. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
	Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике структур и органоидов в клетке, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования)

1. Клетки прокариот и эукариот. Особенности и различия в их строении.
2. Цитоплазматическая мембрана. Современные представления о строении мембран.
3. Особенности мембран и надмембранных структур прокариотических клеток.
4. Надмембранные структуры эукариотических клеток.
5. Микрофибриллярная система или система микрофиламентов (актин-миозиновая система).
6. Тубулиновая система или система микротрубочек (тубулин-динеиновая система).
7. Проявление единства субсистем поверхностного аппарата клетки в реализации основных функций: барьерной, транспортной, рецепторной и контактной.
8. Мембранный транспорт макромолекул и частиц; экзоцитоз и эндоцитоз.
9. Контактная функция плазматической мембраны. Межклеточные контакты.
10. Адгезионные(механические): поясковые десмосомы, точечные десмосомы и полудесмосомы.
11. Замыкающие контакты: плотный, промежуточный (зона слияния).
12. Проводящие контакты: щелевой контакт, химические синапсы и плазмодесмы.
13. Особенности развития и строения прокариотических клеток. Основные гипотезы происхождения прокариотной клетки и ее компартментов.
14. Цитоплазма (цитозоль). Общий химический состав цитоплазмы. Организация цитозоля.
15. Включения в цитозоль клеток растений и животных, их локализация и функциональное значение.
16. Морфология, локализация и структура митохондрий.

17. Локализация в мембранах митохондрий основных звеньев окислительного фосфорилирования.
18. Митохондрия как полуавтономный органоид.
19. Хлоропласты - энергообразующие органоиды растительных клеток.
20. Локализация в тилакоидных мембранах хлоропластов ферментных систем фотоокислительного фосфорилирования.
21. Эндоплазматический ретикулум (ЭПР). Строение и химический состав.
22. Комплекс Гольджи. Общая характеристика, локализация в клетке, ультраструктура.
23. Лизосомы. Структура лизосом и их химическая характеристика.
24. Пероксисомы (микротельца). Структура пероксисом. Их химическая характеристика. Функциональное значение пероксисом.
25. Структурная и функциональная взаимосвязь всех компартментов вакуолярной системы.
26. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку.
27. Основные элементы структуры интерфазного ядра: совокупность интерфазных хромосом (хроматин или ДНП интерфазного ядра), поверхностный аппарат ядра, ядерный сок (кариоплазма) и ядрышко.
28. Разновидности хроматина: деспирализованный эухроматин, конденсированный гетерохроматин и факультативный гетерохроматин. Функциональное значение типов хроматина.
29. Функция гистонов, как регуляторов транскрипции и укладки молекул ДНК. Структурная организация хроматина.
30. Основные компоненты поверхностного ядерного аппарата: ядерная оболочка, периферическая плотная пластинка (ламина) и поровые комплексы.
31. Кариоплазма. Химический состав.
32. Ядрышко - органоид клеточных рибосом. Химия ядрышка, РНК ядрышка.
33. Структурно-биохимическая организация рибосом, их роль в синтезе белка.
34. Гипотезы происхождения эукариотической клетки и основных компартментов эукариотических клеток.
35. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая стадии, митоз. Значение этих фаз в жизни клеток.
36. Деление прокариотических клеток. Особенности репродукции прокариот.
37. Общая схема митоза эукариотических клеток. Временной ход митоза и цитокинеза.
38. Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом.
39. Различия между митозом и мейозом.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ченцов Юрий Сергеевич. Введение в клеточную биологию : учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биол. специальностям. - Изд. 4-е, перераб. и доп., стер., перепеч. с изд. 2005 г. - М. : Альянс, 2015. - 495 с. : ил. - ISBN 978-5-91872-080-6 : 762.00., 83 экз.

Дополнительная литература:

1. Романова Елена Борисовна. Основы общей и медицинской цитологии : учебное пособие / Е. Б. Романова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. - 198 с. - ISBN 978-5-91326-759-7 : 122.73., 130 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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 (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Световые микроскопы марки Meiji Techno серии МТ 4000, в том числе микроскоп с цифровой камерой. 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 по направлению 05.03.06 - Экология и природопользование.

Автор(ы): Романова Елена Борисовна, доктор биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 6.09.2022, протокол № 1.