

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Избранные главы биологии клетки

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

06.04.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы

Биоразнообразие и биоресурсы

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03 Избранные главы биологии клетки 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
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1: Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2: Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения УК-1.3: Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияния на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой	УК-1.1: Знает: принципы и приемы проведения анализа проблемной ситуации.  УК-1.2: Умеет: осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагать способы их решения.  УК-1.3: Владеет: навыками разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияния на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.	Доклад-презентация Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные биологические	ОПК-1.1: Знает: - современные актуальные проблемы, основные открытия и	ОПК-1.1: Знает: -современные актуальные проблемы, основные	Доклад-презентация Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;	методологические разработки в области биологических и смежных наук ОПК-1.2: Умеет: - анализировать тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку ОПК-1.3: Владеет: - навыком деловых коммуникаций в междисциплинарной аудитории, представления и обсуждения предлагаемых решений	открытия и методологические разработки в области биологических и смежных наук.  ОПК-1.2: Умеет: -анализировать тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.  ОПК-1.3: Владеет: -навыком деловых коммуникаций в междисциплинарной аудитории, представления и обсуждения предлагаемых решений.		
--	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>14</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>14</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование 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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Клетка	11	2	2	4	7
Тема 2. Рецепция и сигнализация	14	3	3	6	8
Тема 3. Жизнь – движение	13	3	3	6	7
Тема 4. Хранение и реализация информации	11	2	2	4	7
Тема 5. Цикл жизни	11	2	2	4	7
Тема 6. Восприятие физических полей и излучений	11	2	2	4	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	14	14	29	43

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Клетка. Специфические особенности клеток разных групп эукариот. Белки и липиды мембран, поддержание асимметрии мембран, мембранные рафты. Мембранный транспорт. Роль компартментализации цитоплазмы. Взаимодействие органелл. Немембранные супрамолекулярные структуры клетки. Внутриклеточный трафик белков и липидов. Движение клетки.

Тема 2. Рецепция и сигнализация. Диффузионно-опосредованная сигнализация. Виды контактно-опосредованной сигнализации. Сигнализация inside-out и outside-in при взаимодействии клетки с матриксом. Сигнализация с использованием везикул. Общие принципы функционирования рецепторов и сигнальных каскадов в клетке. Классификация рецепторов. Вторичные мессенджеры в сигнальных каскадах. Роль каркасных и адаптерных белков. Прерывание сигнала.

Тема 3. Жизнь – движение. Термодинамические критерии жизни. Роль квазистационарных состояний в биосистемах. Свойства обратимых биохимических реакций. Классы биологических катализаторов. Рибозимы и дезоксирибозимы. Уровни регуляции скоростей реакций в клетке. Клетка как открытая термодинамическая система, сопряжение экзергонических и эндергонических реакций. Формы запасаения и передачи энергии: электрохимические градиенты, соединения с низким редокс-потенциалом, соединения с макроэргическими связями.

Тема 4. Хранение и реализация информации. Современные представления о структуре и функционировании ядра. Механизмы разборки и сборки ядра в клеточном цикле. Соотношение ролей ДНК и РНК на разных этапах жизни организма и клетки, материнско-зиготический переход, микро- и макронуклеарный геном инфузорий. Механизмы возникновения новых генов. Эпигенетическая регуляция. РНК-зависимая регуляция работы ДНК. Регуляторные РНК. Эпитранскриптомика. Деградация РНК как регуляторный механизм.

Тема 5. Цикл жизни. Различные по длительности биологические циклы. Генетические часы. Принципы регуляции клеточного цикла, циклин-зависимые киназы и циклины. Митогенная сигнализация. Понятие клеточного стресса, стрессирующие факторы и механизмы ответа. Специфические и общие молекулярные механизмы: ответ белков теплового шока, окислительный стресс, ЭПР-стресс, интегральный стрессовый ответ, ответ на гипоксию. Клеточное старение, индукторы и эффекты.

Понятие и многообразие видов клеточной смерти.

Тема 6. Восприятие физических полей и излучений. Типы молекулярных рецепторов. Особенности восприятия воздействий, для которых не установлено специализированных рецепторов. Молекулярные механизмы терморепреции при участии TRP-каналов. Механочувствительные рецепторы семейства Piezo. Восприятие гравитационного поля растениями и животными. Восприятие электромагнитного излучения оптического диапазона растениями и животными. ИК-«зрение» животных. Восприятие животными низкочастотных и стационарных электрических и магнитных полей.

Практические занятия (семинарские занятия) 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: доклады, различные формы самостоятельной работы студентов (самостоятельное изучение литературы, составление опорных конспектов).

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 14 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

самостоятельный выбор и обоснование цели, организация и проведение научного исследования по актуальной проблеме;

подготовку и оформление научных публикаций, отчетов, патентов и докладов,

проведение семинаров;

работу с научной информацией, в том числе с использованием цифровых технологий;

обработку и критическую оценку результатов исследований.

- компетенций:

УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

самостоятельное изучение литературы (учебников, справочных материалов, специальных источников, монографий, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к зачету;

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестовым заданиям;
- подготовка докладов с презентацией.

Требования по подготовке доклада с презентацией

Темы докладов выбираются из списка, предлагаемого преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование

рекомендованных преподавателем источников, самостоятельный поиск материала в интернет-ресурсах свободного доступа, а также анализ статей в научных журналах. Общее количество проанализированных источников должно быть не менее 5-ти. Содержание презентации должно соответствовать теме доклада, иллюстрировать и дополнять текст выступления.

Перечень вопросов к зачету, темы докладов с презентацией представлены в п.5.2. данной рабочей программы.

## **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 - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

- Роль каркасных и адаптерных белков в передаче сигнала (сборка сигнальных комплексов, локализация участников каскада, амплификация сигнала, логический процессинг сигнала, защита компонентов каскада от деградации; примеры работы конкретных сигнальных каскадов с участием каркасных белков).
- Сигнализация с участием везикул: экто- и экзосомы (виды везикул, формируемых клетками; механизмы формирования экто- и экзосом; особенности липидного и белкового состава; рецепторы-маркеры; механизмы загрузки везикул белками и НК; роль в передаче информации; участие в различных патологических состояниях).
- Взаимодействие клетки с внеклеточным матриксом (строение и химизм матрикса; роль матрикса в регуляция роста, пролиферации и движения клетки; типы рецепторов, с помощью которых клетка распознает матрикс, и соответствующие лиганды; интегриновая сигнализация: передача сигнала inside-out и outside-in; аноикис).
- Альтернативная биохимия и нехимические формы жизни (альтернативные версии эволюции органического мира; «углеродный шовинизм»; гипотетические формы жизни, основанные не на углероде, способные к обитанию в принципиально иной среде и при других температурах; гипотезы о возможности нехимической жизни)
- «Неклассические» формы получения энергии (соотношение многообразия и количества фото- и хемоавтотрофов на Земле; области обитания разных групп авто- и гетеротрофов; «неклассические» варианты фотосинтеза: аноксигенный хлорофильный и бесхлорофильный; многообразие вариантов хемосинтеза).
- Рибозимы и дезоксирибозимы (открытие рибозимов и роль этого открытия в развитии представлений об эволюции; реакции, катализируемые рибозимами в клетке и ключевые рибозимы; открытие ДНК с каталитическими свойствами; создание искусственных (дезоксирибозимов и химическая эволюция; использование рибозимов и дезоксирибозимов в медицине).

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

- Митохондрии: жизнь эндосимбионтов (особенности генома и белок-синтезирующего аппарата; гетероплазмия; механизмы деления и слияния митохондрий; современные представления о

структуре крист и её пластичности; взаимодействие с клеткой-«хозяином» и обратная связь с ядром).

- Движение клетки (выбор направления движения: хемотаксис, гаптотаксис, дуротаксис, топотаксис, гальванотаксис и др.; кинезы; стадии движения фибробластов, роль адгезионных белков и различных элементов цитоскелета, везикулярного транспорта; другие типы движения).
- Клеточное старение (механизмы, запускающие старение клетки; стадии формирования «стареющего» фенотипа; характерные черты стареющей клетки; отличия понятий quiescence и senescence; роль клеточного старения (senescence) в старении организма (aging); роль клеточного старения в канцерогенезе; терапия, основанная на удалении стареющих клеток).
- Многообразие видов регулируемой клеточной смерти (современные представления о количестве возможных видов клеточной смерти; ключевые моменты развития некроптоза, аутофагия-зависимой смерти, ферроптоза, пироптоза; взаимосвязь различных видов регулируемой клеточной смерти).
- Возникновение новых генов (дупликация кодирующей или некодирующей последовательности ДНК, образования ретрогенов с последовательности РНК, слияние генов и возникновение химерных генов, восстановление функции «генетического мусора», «приручение» геномных паразитов, возможность горизонтального переноса генов в эукариотах, возникновение генов de novo; возникновение новых промоторов и регуляторных элементов генов).
- Генетические часы и циркадный ритм (физиологические процессы с выраженным циркадным ритмом; принцип функционирования генетических часов у *Drosophila*, основные белки, подстройка под условия освещения; особенности генетических часов у млекопитающих; локализация главного пейсмекера и передача сигнала в другие органы; подстройка ритма к условиям освещения у человека – роль ганглионарных клеток сетчатки и эпифиза).

### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад соответствует теме, тема раскрыта не менее чем на 50%, доклад сопровождается электронной презентацией не менее, чем из 10 слайдов, недостатки в оформлении отсутствуют или несущественные, докладчик ответил на вопросы без недостатков или с несущественными недостатками, приведены ссылки не менее чем на 5 источников.
не зачтено	Присутствует не менее одного из указанных признаков: доклад не соответствует теме; тема раскрыта менее чем на 50%; размер электронной презентации менее 10 слайдов; имеются существенные недостатки в оформлении, затрудняющие восприятие и понимание материала; докладчик не ответил на вопросы; приведены ссылки менее чем на 5 источников.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. Наиболее быстрый ответ на связывание рецептора с лигандом характерен: а) для рецепторов с собственной ферментативной активностью; б) для рецепторов, ассоциированных с G-белками; в) для лиганд-зависимых ионных каналов; г) для цитоплазматических рецепторов.
2. Отметьте из нижеперечисленного все процессы, которые могут катализировать рибозимы: а) синтез нуклеиновых кислот; б) синтез белков; в) синтез липидов; г) синтез углеводов.
3. Отметьте из нижеперечисленного все физические факторы, для которых у человека имеются специализированные органы: а) оптическое излучение; б) гравитационное поле; в) звуковые волны; г) ионизирующие излучения.

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Отметьте из нижеперечисленного органеллы и компартменты клетки, для которых типичен посттрансляционный импорт белков: а) ядро; б) лизосомы; в) митохондрии; г) эндоплазматический ретикулум; д) плазматическая мембрана.
2. Отметьте все виды РНК, относящиеся к регуляторным: а) lncRNA; б) tRNA; в) circRNA; г) miRNA; д) rRNA.
3. Термин ЭПР-стресс описывает: а) накопление в ЭПР неправильно свернутых белков; б) частичное разрушение цистерн ЭПР; в) блокаду синтеза белка на рибосомах шероховатого ЭПР; г) накопление в ЭПР токсических веществ.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 50% правильных ответов.
не зачтено	Менее 50% правильных ответов.

### 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	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без



			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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 с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Перечислите известные Вам типы химической сигнализации, опосредованной диффузией молекул; укажите, чем они отличаются.
2. Перечислите известные Вам варианты контакт-опосредованной сигнализации между клетками.

3. Перечислите известные Вам способы сигнализации между клетками с участием везикул.
4. Опишите принцип работы каскада усиления сигнала. В чем заключается его роль.
5. Опишите роль прерывания сигнала. Перечислите ключевые принципы его реализации.
6. Сформулируйте суть сигнализации «снаружи-внутри» и «изнутри-наружу» с участием интегринов.
7. Опишите принцип работы рецепторов, ассоциированных с G-белками; приведите пример конкретного рецептора и его лиганда.
8. Опишите принцип работы рецепторов с собственной ферментативной активностью; приведите пример конкретного рецептора и его лиганда.
9. Опишите роль каркасных белков в организации сигнальных путей; приведите пример каскада, работающего с их участием.
10. Сформулируйте, чем определяется (1) направление и (2) скорость ферментативной реакции с позиции термодинамики и кинетики биологических процессов.
11. Назовите критерии химического равновесия в обратимой реакции.
12. Назовите классы веществ, участвующие в регуляции скорости реакций в живых системах, и типы процессов, катализируемых ими.
13. Приведите пример аноксигенного фотосинтеза, укажите ключевой пигмент, укажите источник электронов и продукты фотозависимой реакции.
14. Приведите пример хемосинтетической реакции, укажите окисляемое вещество и продукты реакции.
15. Приведите пример природного рибозима (кроме рибосом), укажите, в каких организмах он присутствует и какие реакции катализирует.
16. Что такое электрохимический градиент протонов на мембране (физические составляющие), кратко опишите механизм его использования как формы запасаания энергии.
17. Опишите отличия (физические) в формировании электрохимического градиента протонов на сопрягающих мембранах митохондрий и хлоропластов.
18. Что такое окислительно-восстановительный потенциал; как он связан с запасанием энергии клеткой.
19. Назовите классы рецепторов, по механизму их действия, участвующие в восприятии физических факторов.
20. Назовите физические эффекты при поглощении молекулой электромагнитного излучения разных энергий ( $\gamma$ -излучение, видимый и ИК-диапазон).
21. Назовите возможные пути активации механочувствительных ионных каналов.
22. Опишите принцип работы рецепторов температуры и способы их активации.
23. Опишите принцип восприятия звуковой волны человеком.
24. Опишите устройство и принцип работы органа змеи, воспринимающего ИК-излучение.
25. Опишите принцип восприятия растениями гравитационного поля.
26. Опишите принципиальные механизмы восприятия организмами постоянного магнитного поля.
27. Перечислите возможные молекулы и структуры, отвечающие за восприятие электромагнитного излучения радиочастотного диапазона.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1**

1. Приведите примеры конкретных белков, ответственных (1) за пассивный транспорт, (2) за первичный активный транспорт, (3) за вторичный активный транспорт через мембрану. Назовите переносимые вещества.
2. Назовите принципиальное отличие первичного и вторичного активного транспорта веществ через мембрану.
3. Назовите вид транспорта, осуществляемого АВС-транспортёрами, опишите их роль для клетки.

4. Опишите, в чем заключается асимметрия липидного состава мембраны и как она поддерживается.
5. Опишите, что такое липидные рафты и в чем заключается их функция.
6. Опишите механизм участия липидов в формировании геометрии мембраны.
7. Опишите путь синтеза и транспорта белков хлоропластов.
8. Опишите путь синтеза и транспорта липидов митохондрий.
9. Опишите факторы (не менее 4-х), способные определять направление движения клетки, и дайте название типам движения.
10. Назовите ключевые структурные элементы ядра клетки и их особенности.
11. Опишите ключевые события при разборке и сборке ядра в ходе деления клетки.
12. Перечислите известные Вам функции нуклеотидов и их производных, приведите примеры соединений.
13. Перечислите эпигенетические механизмы регуляции генома и кратко поясните принцип их работы.
14. Перечислите известные Вам группы некодирующих РНК и укажите их функции.
15. Приведите конкретный пример регуляции работы ДНК с помощью РНК (у растений, животных или простейших), поясните механизм его действия.
16. Опишите принцип работы генетических циркадных часов. Назовите (без деталей работы) механизм подстройки под условия освещения.
17. Приведите примеры (не менее 4-х) путей возникновения новых генов и кратко опишите их суть.
18. Что такое эпитранскриптомная регуляция, опишите её основные особенности.
19. Назовите функции точки рестрикции клеточного цикла и каждой из контрольных точек клеточного цикла.
20. Кратко опишите принцип регуляции клеточного цикла циклинами и циклин-зависимыми киназами.
21. Перечислите группы веществ, которые служат митогенными сигналами. Для каждой группы приведите пример конкретного соединения.
22. Опишите, что такое клеточный стресс; какими факторами он может быть вызван.
23. Дайте определение ЭПР-стресса; каковы причины его возникновения и каковы принципиальные пути запуска клеточного ответа (кратко, без деталей)
24. Для одного из видов клеточных стрессовых ответов кратко опишите принцип рецепции негативного фактора, ключевые этапы в передаче сигнала и результат запуска защитной/адаптивной транскрипционной программы.
25. Опишите ключевые характеристики стареющих клеток; назовите возможные причины (не менее трех), вызывающие клеточное старение.
26. Дайте описание ключевых стадий и молекулярных механизмов внешнего или внутреннего апоптоза, на выбор.
27. Дайте описание ключевых характеристик и молекулярных механизмов одного из видов регулируемой клеточной смерти (кроме апоптоза), на выбор.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно». Даны правильные ответы не менее чем на один контрольный вопрос из каждой темы. Общее количество правильных ответов не менее 50%.
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо». Не даны правильные ответы ни на один вопрос одной или более тем и/или общее количество

Оценка	Критерии оценивания
	правильных ответов менее 50%.

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

Основная литература:

1. Кребс Дж. Гены по Льюису : монография / Кребс Дж.; Голдштейн Э.; Килпатрик С. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 922 с. - ISBN 978-5-93208-506-6.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=809196&idb=0>.
2. Кассимерис Л. Клетки по Льюису : учебное пособие / Кассимерис Л.; Лингаппа В.Р.; Плоппер Д. - Москва : Лаборатория знаний, 2018. - 1059 с. - ISBN 978-5-00101-587-1.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735349&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ : учебник / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 749 с. - ISBN 978-5-00101-864-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735485&idb=0>.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 691 с. - ISBN 978-5-00101-865-0.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735476&idb=0>.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 3. Пути передачи информации : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 451 с. - ISBN 978-5-00101-866-7.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735492&idb=0>.
4. Волькенштейн М. В. Биофизика / Волькенштейн М. В. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-0851-1.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799815&idb=0>.

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

ЭБС«Консультантстудента»<http://www.studentlibrary.ru/>

ЭБС«ZNANIUM.COM»<http://znanium.com/>,

ЭБС«Юрайт»<https://www.biblio-online.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами 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 по направлению подготовки/специальности 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент  
Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Дерюгина Анна Вячеславовна, доктор биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.