

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра физиологии человека и животных

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Клеточная физиология»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «10» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Клеточная физиология» является формирование у обучающихся современных представлений о функциональной организации клетки и молекулярных основах физиологических процессов.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Клеточная физиология» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов «Цитология», «Биохимия», «Физиология человека и животных», «Биофизика». Освоение данного курса является необходимой основой для последующего изучения дисциплины «Генетическая безопасность» и продолжения обучения в магистратуре.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен осуществлять работы на биотехнологических производствах и в научных учреждениях медицинского, пищевого и природоохранного (экологического) биотехнологического профиля.	<b>ПК-1.2.</b> Осуществляет поиск научной информации, составляет аналитические научные обзоры, выбирает технические средства и методы для решения поставленных научно-исследовательских задач.	<b>Знать:</b> - требования и правила составления аналитических обзоров. <b>Уметь:</b> - осуществлять поиск научной информации по заданной теме; - анализировать научную литературу по вопросам клеточной физиологии. <b>Владеть навыками:</b> - оформления, письменного и устного представления аналитических научных обзоров.
<b>ПК-2.</b> Способен исследовать молекулярные основы функционирования природных и искусственных биосистем, проводить биотехнологический процесс с использованием клеточных культур.	<b>ПК-2.1.</b> Применяет знания и навыки исследования функционирования природных и искусственных биосистем, владеет методами ведения и использования клеточных культур в биотехнологиях.	<b>Знать:</b> - молекулярную организацию и функции внутриклеточных структур; - механизмы внутриклеточной и межклеточной сигнализации. <b>Уметь:</b> - применять знания молекулярной организации внутриклеточных структур для понимания химико-биологической сущности процессов жизнедеятельности целостного организма.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Молекулярная организация и физиологические функции внутриклеточных структур		3	3		2		14	Устный опрос
2	Трансмембранный перенос веществ		3	3		1		14	Рефераты
3	Клеточные основы возбудимости		3	3		2		14	Устный опрос
4	Медиаторы и рецепторы		3	3		1		14	Устный опрос
5	Обмен веществ и превращение энергии в клетке		3	3		2		15	Рефераты
6	Регуляция жизненного цикла и гибель клетки		3	3		2		14	Рефераты
							0,3	12,7	Зачет
	<b>ИТОГО 144 часа</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>10</b>	<b>0,3</b>	<b>97,7</b>	

Содержание разделов дисциплины:

**1. Молекулярная организация и физиологические функции внутриклеточных структур. Строение и функции биомембран.** Клеточные мембраны, молекулярная организация и основные функции. Цитоплазма и клеточные органеллы. Строение и функции мембранных органоидов: эндоплазматический ретикулум (гладкий и шероховатый), аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, митохондрии. Строение и функции немембранных органелл: рибосомы, клеточный центр, цитоскелет, органоиды движения. Ядро: строение ядерной мембраны, состав кариоплазмы, морфо-функциональная организация генетического материала.

**2. Трансмембранный перенос веществ.** Транспорт веществ через мембрану. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Общие представления об ионных каналах и переносчиках. Организация и модель работы потенциалуправляемого натриевого канала. Транспорт в мембранной упаковке. Механизм эндоцитоза, экзоцитоза, пиноцитоза. Фагоцитоз на примере нейтрофилов.

**3. Клеточные основы возбудимости.** Мембранные потенциалы. Понятие раздражимости, возбудимости и проводимости. Мембранный потенциал покоя и

механизмы его формирования. Потенциал действия (ПД) и механизмы его генерации: фаза деполяризации, овершут, фаза реполяризации. Следовые деполяризация и гиперполяризация. Критический уровень деполяризации и локальный ответ. Закон «все или ничего». Изменения возбудимости при возбуждении. Распространение потенциала действия в возбудимых клетках. Потенциал действия кардиомиоцитов. Рецепторные потенциалы.

**4. Медиаторы и рецепторы.** Общая характеристика клеточной сигнализации. Виды клеточной сигнализации: пара-, ауто-, юкта-, эндокринная и синаптическая. Характеристика первичных посредников. Механизмы клеточной сигнализации. Работа химического синапса. Медиаторы: возбуждающие и тормозные. Рецепторы: метаболитические и ионотропные. Передача сигнала от рецепторов клеточной поверхности к эффекторным молекулам.

**5. Обмен веществ и превращение энергии в клетке.** Общая характеристика метаболизма клеток. Значение АТФ в обмене веществ. Взаимосвязь катаболических и анаболических путей в клетке. Принципы регуляции метаболических процессов в клетке. Понятие стресса. Системы стресс-сигналов клетки. Метаболический стресс. Клеточный ответ на повреждение ДНК. Клеточный ответ на повреждение белков и липидов. Энергетические процессы в цитоплазме и митохондриях. Гликолиз, аэробное окисление и перенос электронов в дыхательной цепи, сопряженный с фосфорилированием. Особенности гликолиза в мышечных волокнах, система "гликогенмолочная кислота".

**6. Регуляция жизненного цикла и гибель клетки.** Жизненный цикл клетки. Регуляция клеточного цикла. Гибель клетки: некроз, аутофагия, апоптоз. Молекулярные механизмы апоптоза. Биологическое значение апоптоза. Причины старения клеток. Биорадикалы и преждевременное старение клеток. Дифференциация клеток, ее контроль. Особенности физиологии стволовых клеток. Индуцированные плюрипотентные клетки. Молекулярные часы Хорвата. Линия бессмертных клеток HeLa.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Классическая (традиционная) лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Семинарское занятие** – форма обсуждения научной проблемы. Проводится в комбинированной форме, сочетающей разработку вопросов, обсуждение докладов и сообщений.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Сергеев, И.Ю. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 1. Нервная система: анатомия, физиология, нейрофармакология: учебник и практикум для вузов / И.Ю. Сергеев, В.А. Дубынин, А.А. Каменский. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 393 с.  
<https://urait.ru/bcode/451005>
2. Сергеев, И.Ю. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 2. Кровь, иммунитет, гормоны, репродукция, кровообращение : учебник и практикум для вузов / И.Ю. Сергеев, В. А. Дубынин, А. А. Каменский. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 258 с.  
<https://urait.ru/bcode/451020>
3. Балезина, О.П. Физиология: биопотенциалы и электрическая активность клеток: учебное пособие для вузов / О.П. Балезина, А.Е. Гайдуков, И.Ю. Сергеев. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 165 с.  
<https://urait.ru/bcode/452969>

### **б) дополнительная литература**

1. Прошкина, Е.Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки: учебное пособие для вузов / Е.Н. Прошкина, И.Н. Юранева, А.А. Москалев. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 101 с.  
<https://urait.ru/bcode/454873>
2. Фундаментальная и клиническая физиология: учебник для вузов / Под ред. А.Г. Камкина, А. А. Каменского. – М.: Академия, 2004. – 1072 с.
3. Молекулярная биология клетки: в 5 т. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. – М.: Мир, 1986.

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Автор:  
Зав. кафедрой  
физиологии человека и животных, д.б.н.

 - Н.Н. Тятенкова

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Клеточная физиология»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Вопросы для самоподготовки к практическим занятиям**

**Тема: Молекулярная организация и физиологические функции  
внутриклеточных структур**

1. Молекулярное строение и функции клеточной мембраны.
2. Молекулярная организация и функциональные особенности ионных каналов.
3. Строение и функции мембранных органоидов.
4. Строение и функции немембранных органелл.
5. Строение ядерной мембраны, морфофункциональная организация генетического материала.

**Тема: Клеточные основы возбудимости**

1. Мембранная теория Бернштейна. Уравнение Нернста.
2. Природа потенциала покоя. Уравнение Гольдмана-Ходжкина.
3. Механизмы формирования потенциала покоя.
4. Потенциал действия и механизмы его генерации.
5. Следовая деполяризация и гиперполяризация.
6. Распространение потенциала действия в возбудимых клетках.
7. Разновидности потенциалов действия у возбудимых клеток.

**Тема: Медиаторы и рецепторы**

1. Виды клеточной сигнализации.
2. Характеристика первичных посредников.
3. Механизмы клеточной сигнализации.
4. Морфофункциональная организация химического синапса.
5. Классификация химических синапсов.
6. Квантово-везикулярная теория химической передачи.
7. Общая характеристика медиаторов и комедиаторов в химических синапсах.
8. Рецепторы: метаботропные и ионотропные.
9. Передача сигнала от рецепторов клеточной поверхности к эффекторным молекулам.

Правила выставления оценки по результатам устного опроса:

«Отлично» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

«Хорошо» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

«Неудовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

### **Примерные темы рефератов**

1. Строение и функционирование электрических синапсов.
2. Энергетические процессы в цитоплазме и митохондриях.
3. Особенности физиологии стволовых клеток.
4. Особенности гликолиза в мышечных волокнах, система "гликогенмолочная кислота".
5. Биологическое значение апоптоза.
6. Биорадикалы и преждевременное старение клеток.
7. Молекулярные часы Хорвата.

### **Правила выставления оценки за реферат**

Оценка «отлично»: выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «хорошо»: основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно»: имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно»: тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету**

1. Молекулярное строение и функции клеточной мембраны.
2. Молекулярная организация и функциональные особенности ионных каналов.
3. Строение и функции мембранных органоидов.
4. Строение и функции немембранных органелл.
5. Строение ядерной мембраны, морфофункциональная организация генетического материала.
6. Пассивный транспорт.
7. Активный транспорт.
8. Общие представления об ионных каналах и переносчиках.



9. Организация и модель работы потенциалуправляемого натриевого канала.
10. Механизм эндоцитоза, экзоцитоза, пиноцитоза.
11. Мембранная теория Бернштейна. Уравнение Нернста.
12. Природа потенциала покоя. Уравнение Гольдмана-Ходжкина.
13. Механизмы формирования потенциала покоя.
14. Потенциал действия и механизмы его генерации.
15. Следовая деполяризация и гиперполяризация.
16. Распространение потенциала действия в возбудимых клетках.
17. Разновидности потенциалов действия у возбудимых клеток.
18. Виды клеточной сигнализации.
19. Характеристика первичных посредников.
20. Механизмы клеточной сигнализации.
21. Морфофункциональная организация химического синапса.
22. Классификация химических синапсов.
23. Квантово-везикулярная теория химической передачи.
24. Общая характеристика медиаторов и комедиаторов в химических синапсах.
25. Рецепторы: метаботропные и ионотропные.
26. Передача сигнала от рецепторов клеточной поверхности к эффекторным молекулам.
27. Общая характеристика метаболизма клеток.
28. Значение АТФ в обмене веществ.
29. Взаимосвязь катаболических и анаболических путей в клетке.
30. Принципы регуляции метаболических процессов в клетке. Понятие стресса.
31. Клеточный ответ на повреждение ДНК.
32. Клеточный ответ на повреждение белков и липидов.
33. Гликолиз, аэробное окисление и перенос электронов в дыхательной цепи, сопряженный с фосфорилированием.
34. Жизненный цикл клетки. Регуляция клеточного цикла.
35. Гибель клетки: некроз, аутофагия, апоптоз.
36. Молекулярные механизмы апоптоза.
37. Причины старения клеток. Биорадикалы и преждевременное старение клеток.
38. Индуцированные плюрипотентные клетки.
39. Молекулярные часы Хорвата.

#### Оценка устного ответа на зачете

Устный ответ на зачете оценивается по 2 балльной системе. Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе и собственной практикой;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Клеточная физиология»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Изложение учебного материала по дисциплине «Клеточная физиология» предусмотрено в основном на лекциях. Закрепление теоретического материала происходит на практических (семинарских) занятиях.

Задания для самостоятельной работы формулируются на лекциях и практических занятиях. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются подготовка рефератов.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой и рекомендуемой литературой. Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение рекомендованной литературой.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, занятия проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала

Изучения дисциплины завершается сдачей зачета. На зачете проверяются умения и навыки студентов при работе с оборудованием и уровень знаний по теоретическому материалу. Зачет принимается по билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и одно практическое задание.