

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

Кафедра физиологии человека и животных

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Электрофизиология»**

Направление подготовки  
06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль)  
«Физиология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 10

Ярославль

**1. Цели освоения дисциплины «Электрофизиология»** в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются формирование объективных представлений об электрических явлениях в живых тканях организма (биоэлектрические потенциалы), а также механизмах действия на них электрического тока.

## **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Освоение дисциплины основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Физиология человека и животных, Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем, Психофизиология, Биофизика.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции:** способностью применять современные представления о функциональных системах, механизмах регуляции функций и методах физиологических исследований для решения фундаментальных и прикладных задач физиологии (ПК-2).

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения		
		Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-2	<b>Знать:</b> - природу и механизм возникновения электрогенеза биоэлектрических потенциалов в живых системах	Знание мембранной теории возбуждения	Знание мембранной теории возбуждения; знание механизмов возникновения биопотенциалов.	Знание мембранной теории возбуждения; знание механизмов возникновения биопотенциалов; понимание роли биоэлектрических процессов в регуляции функций организма.
	<b>Уметь:</b> - оценивать функциональное состояние клеток, органов и систем по характеру протекания в них биоэлектрических процессов.	Умение использовать электрофизиологическое исследование для оценки состояния системы.	Умение использовать электрофизиологическое исследование для оценки состояния системы; способность ориентироваться в проблемах современной электрофизиологии.	Умение использовать электрофизиологическое исследование для оценки состояния системы; способность свободно ориентироваться в проблемах современной электрофизиологии.
	<b>Владеть:</b> - методами регистрации биопотенциалов на микро- и макро- уровнях,	Владение основными электрофизиологическими методами.	Владение основными электрофизиологическими методами; владение навыками	Владение основными электрофизиологическими методами; владение навыками использования

	использовать компьютерную технику для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных		использования компьютерной техники для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных.	компьютерной техники для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных; самостоятельный выбор методов исследования.
--	--	--	--	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы - 108 час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	
1	Введение. Основные направления исследований Механизмы электрогенеза в биоструктурах	2	2			0.5	30	Реферат
2	Аппаратура и методы электрофизиологического эксперимента	2	2			0.5	35	
3	Электрическая активность нервной системы	2	2			1	35	
	Итого:	2	6			2	100	Зачет

#### Содержание разделов дисциплины:

Электрофизиология — одна из ветвей современной нейронауки, направленная на изучение механизмов возникновения электрических эффектов, связанных с поведением и жизнедеятельностью биологических систем.

**Основные направления электрофизиологических исследований.** Историческая справка по электрофизиологическим методам исследования функционального состояния биообъектов (моллюск, рыба, лягушка, человек). Классификация по виду первичных сигналов (биопотенциалы, электропроводность).

**Механизмы электрогенеза потенциалов в биообъектах.** Биологические мембраны. Проницаемость клеточных мембран. Потенциал покоя и потенциал действия. Кле-

точные и физиологические механизмы, ответственные за формирование биопотенциалов.

**Аппаратура и методы электрофизиологического эксперимента.** Схема построения электрофизиологического эксперимента. Описание методов отведения, регистрации и анализа электрических сигналов, сопровождающих реакции объекта на стимулы. Амплитудно-частотные и частотно-фазовые характеристики сигналов. Внутриклеточное и эктраклеточная регистрация биопотенциалов. Усилители электрических сигналов. Дифференциальный усилитель. Монополярное и биполярное отведение биопотенциалов. Компьютерная регистрация биопотенциалов. Аналого-цифровой (АЦП) и цифро-аналоговый (ЦАП) преобразователи сигналов.

**Электрическая активность мозга.** История открытия и разработки метода ЭЭГ. Работы ученых Кэтона, Бека, Правдич-Неминского. Бергер - «отец» метода электроэнцефалографии. Нейрофизиологические механизмы происхождения ЭЭГ-сигнала. Методика регистрации электроэнцефалограммы. Классификация ритмических составляющих энцефалограммы. Альфа-, бета-, гамма-, дельта-, тета- ритмы. Основы визуального анализа ЭЭГ, спектральный анализ. Вызванные потенциалы (ВП) головного мозга. Определение ВП и методика их регистрации. Событийно-связанные потенциалы (ССП): моторные, Е-волна, пропуск ожидаемого стимула. Уровни анализа ВП: феноменологический, физиологический, функциональный. ВП как единица психофизиологического анализа.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При преподавании курса используются следующие образовательные технологии:

- академическая лекция - последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Проводится, как правило, в виде доклада, сопровождаемого иллюстрированной презентацией.

- интерактивная лекция (лекция в диалоговой форме, в формате проблемных вопросов и поиска ответов на них на основе изученного и изучаемого в настоящий момент материала).

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;

- программы Microsoft Office;

- программа Adobe Acrobat Reader;

- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

- для поиска литературы – электронные ресурсы ЯрГУ <http://lib.univar.ac.ru>

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. высш. учебн. заведений / Под ред. А. Г. Камкина и А. А. Каменского. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 1072 с.

2. Физиология человека: В 3-х томах. Т.1. Пер. с англ./ Под ред. Р.Шмидта и Г. Тевса.- М.: Мир, 2005.- 323с.

**б) дополнительная литература**

1. Большой практикум по физиологии : учеб. пособие для вузов / под ред. А. Г. Камкина, М., Академия, 2007. – 442 с.
2. Лакомкин А.И. Электрофизиология: учеб. пособие для вузов / А. И.Лакомкин, И. Ф. Мягков. - М.: Высшая школа, 1977. - 232 с.

**в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).
3. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных, в том числе международным реферативным базам данных научных изданий, и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект, издательства «ЛАНЬ» и др.)  
[http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

**8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:**

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

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

д.б.н., профессор



И.Ю. Мышкин

**Приложение к №1 рабочей программе дисциплины  
«Электрофизиология»**

**Оценочные средства  
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

**Вопросы к зачету**

1. Возбудимые мембраны. Современные представления о строении возбудимых мембран.
2. Мембранный потенциал (ток покоя) и его происхождение.
3. Проницаемость мембран. Пассивный транспорт веществ через мембраны.
4. Активный транспорт ионов через мембрану. Электрогенный эффект активного транспорта.
5. Действие подпороговых раздражителей. Электротонический потенциал и локальный ответ. Роль локального ответа в критической деполяризации мембраны.
6. Потенциал действия. Механизм возникновения, структура, следовые явления.
7. Методы наблюдения и регистрации биоэлектрических сигналов.
8. Электрокардиограмма, механизм возникновения, методика регистрации.
9. Гипотезы происхождения электрической активности мозга.
10. Вызванные потенциалы мозга, их происхождение и классификация.
11. Механизмы возникновения вызванных потенциалов мозга, их функциональное значение

**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;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- 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 практики;
- 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.

## 1.2 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

### Примерные темы рефератов

1. Структура и свойства биологических мембран
2. Механизмы активного и пассивного транспорта веществ через мембрану.
3. Мембранный потенциал покоя. Потенциал действия. Механизм развития. возникновения.

### Правила выставления оценки за реферат

*Отлично* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, подготовлен кратко, научно, логично, в дискуссии по реферату обучающийся может ответить на все вопросы оппонентов.

*Хорошо* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату обучающийся ответил на часть вопросов оппонентов.

*Удовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату обучающийся не ответил на вопросы оппонентов.

*Неудовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, либо доклад отсутствует, в дискуссии по реферату обучающийся не ответил на вопросы оппонентов, либо отказался участвовать в дискуссии, реферат отсутствует.

## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Электрофизиология»

### Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

Физиология - наука о жизнедеятельности организма, его отдельных органов и систем. Она изучает физиологические закономерности и изменение функциональной активности организма в различных условиях окружающей среды. Как учебная дисциплина физиология является методологическим фундаментом ряда биологических дисциплин. Ее изучение позволяет успешно освоить последующие предметы, такие как биохимия, иммунология, экология человека др., которые необходимы для подготовки высококвалифицированного специалиста. Целью изучения физиологии человека является приобретение студентом знаний о функции различных систем организма на основе современных достижений физиологической науки, а также формирование у них профессиональной и общекультурной компетенции в вопросах структурной организации основных процессов жизнедеятельности организма.

### Рекомендации по работе над лекционным материалом

Эта работа включает два основных этапа: конспектирование лекций и последующую работу над лекционным материалом.

Под конспектированием подразумевают составление конспекта, т.е. краткого письменного изложения содержания чего-либо (устного выступления – речи, лекции, доклада и т.п. или письменного источника – документа, статьи, книги и т.п.).

Методика работы при конспектировании устных выступлений значительно отличается от методики работы при конспектировании письменных источников. Конспектируя письменные источники, студент имеет возможность неоднократно прочитать нужный отрывок текста, поразмыслить над ним, выделить основные мысли автора, кратко сформулировать их, а затем записать. При необходимости он может отметить и свое отношение к этой точке зрения. Слушая же лекцию, студент большую часть комплекса указанных выше работ должен откладывать на другое время, стремясь использовать каждую минуту на запись лекции, а не на ее осмысление – для этого уже не остается времени. Поэтому при конспектировании лекции рекомендуется на каждой странице отделять поля для последующих записей в дополнение к конспекту.

Записав лекцию или составив ее конспект, не следует оставлять работу над лекционным материалом до начала подготовки к зачету. Нужно проделать как можно раньше ту работу, которая сопровождает конспектирование письменных источников и которую не удалось сделать во время записи лекции, - прочесть свои записи, расшифровав отдельные сокращения, проанализировать текст, установит логические связи между его элементами, в ряде случаев показать их графически, выделить главные мысли, отметить вопросы, требующие дополнительной обработки, в частности, консультации преподавателя.

При работе над текстом лекции студенту необходимо обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задания и рекомендации.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

#### Рекомендации по выполнению СРС

В рамках освоения курса аспиранты реализуют следующие виды самостоятельной работы:

##### 1. Подготовка и проработка очередной темы исследования.

Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, овладению которыми необходимо настойчиво учиться.

Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути — вот главное правило. Другое правило — соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. В начале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге. Следующий этап — чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения, выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т. д.

Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости и вновь обратиться к ним. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе.

**2. Конспектирование** — один из самых сложных этапов самостоятельной работы. Каких-либо единых, пригодных для каждого студента методов и приемов конспектирования, видимо, не существует. Однако это не исключает соблюдения некоторых, наиболее оправдавших себя общих правил, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не его объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила — не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, пометками на полях специальными знаками, чтобы как можно быстрее найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже позже составления конспекта.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать книги и учебные пособия, приведенные в списке основной литературы, имеющиеся в библиотеке ЯрГУ.

1. **Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. высш. учебн. заведений / Под ред. А. Г. Камкина и А. А. Каменского. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 1072 с.**

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных к использованию при освоении дисциплины**

Разнообразную информацию, полезную для самостоятельной подготовки к занятиям, студент может получить на специализированных сайтах по биологии открытым доступом, приведенных в ресурсах сети «Интернет»:

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»**  
<http://www.biblioclub.ru/> – электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета, после регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet).

**2. Личный кабинет** [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**3. 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) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**4. Электронная картотека «Книгообеспеченность»**  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.