

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

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» августа 2021 г. № 11

**Рабочая программа дисциплины
БИОЭЛЕКТРОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ**

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки
06.06.01 Биологические науки

Направленность подготовки
03.01.02 Биофизика

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ОПОП)

Дисциплина «Биоэлектрогенез растений» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования. Перед изучением курса аспирант должен освоить дисциплины: физику, биофизику, физиологию растений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями выпускников)

Цель освоения дисциплины.

Изучить основные общие принципы электрогенеза у растений в покой и при возбуждении, основные гипотезы о механизмах электрических сигналов, функциональное значение электрических сигналов.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: общие принципы электрогенеза у растений в покой и при возбуждении, основные гипотезы о механизмах электрических сигналов, функциональное значение электрических сигналов.

уметь: применять методы регистрации электрической активности у растений, включая микроэлектродную технику, проводить анализ влияния электрических сигналов на функциональное состояние, теоретически анализировать процессы электрогенеза у растений на основе математических моделей.

владеть: проявлять способность к критическому анализу научной литературы в области электрогенеза растений, предлагать гипотезы, объясняющие те или иные проблемы в этой области, проявлять способность к системному осмыслению имеющихся научных знаний.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и этап формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-3: способность использовать и развивать высокотехнологичные физико-химические методы и современные информационно-коммуникационных технологии при решении задач биологии и биомедицины Базовый	ЗНАТЬ: Актуальные проблемы биологии и биомедицины; основные методы научно-исследовательской деятельности; основные методы физико-химического анализа, применяемые в биологии и биомедицине. УМЕТЬ: Ставить задачу, планировать, выполнять биологические исследования, проводить критический анализ теоретического и практического значения полученных результатов ВЛАДЕТЬ: Навыками использования физико-химических методов с целью решения биологических задач; выбора методов для решения поставленной задачи

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия семинарского типа (семинары, лабораторные работы), 18 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего , часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
1. Методы исследования электрогенеза растений	7		2				5
2. Электрогенез растений в состоянии покоя, его механизмы и функциональная роль	10		6				4
3. Электрические сигналы у растений, их механизмы и функциональная роль	12		6				6
4. Математическое моделирование электрогенеза у растений	7		4				3
В т.ч. текущий контроль 2							
Промежуточная аттестация в форме зачета							

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1.	Методы исследования электрогенеза растений	Объекты для исследования электрогенеза растений: искусственные липидные мембраны, везикулы и участки естественных биомембран, протопласты, клетки, целые растения. Сфера применения каждого из объектов. Методы	Семинар	Доклады по теме раздела. Обсуждение.

		измерения биопотенциалов у растений: микро- и макроэлектродное отведение, флуоресцентные зонды.		
2.	Электрогенез растений в состоянии покоя, его механизмы и функциональная роль	Мембранный потенциал в растений в состоянии покоя, активная и пассивная компонента, их взаимосвязь. Основные функции потенциала покоя, включая транспортную, регуляторную и др. Лабильность потенциала покоя у растений в ответ на изменения температуры, освещенности и действие химических факторов. Вероятная роль лабильности в обеспечении устойчивости растения к действию неблагоприятных факторов среды. Лабораторная работа "Потенциал покоя у высших растений и его связь с системами активного и пассивного транспорта ионов".	Семинар, лабораторная работа	Доклады по теме раздела. Обсуждение. Отчет по лабораторной работе и обсуждение результатов работы.
3.	Электрические сигналы у растений, их механизмы и функциональная роль	Типы электрических сигналов у растений и их особенности: потенциал действия, переменный потенциал, системный потенциал. Механизмы генерации и распространения электрических сигналов - известное и дискуссионное. Влияние электрических сигналов на физиологическое состояние растения. Конечная роль	Семинар, лабораторная работа	Доклады по теме раздела. Обсуждение. Отчет по лабораторной работе и обсуждение результатов работы.

		вызванных электрическими сигналами функциональных ответов в жизни растения. Лабораторная работа "Влияние электрических сигналов на фотосинтез"		
4.	Математическое моделирование электрогенеза у растений	Основные подходы к математическому моделированию электрогенеза растений: адаптации модели Ходжкина-Хаксли, детализированные модели электрогенеза в покое и при возбуждении. Сравнение различных подходов, выявление их сильных и слабых мест. Поиск критериев для выбора оптимального подхода для конкретной научной задачи. Практическая работа "Моделирование потенциала действия с помощью детализированной модели потенциала действия у высшего растения"	Семинар, практическое занятие	Доклады по теме раздела. Обсуждение. Отчет по практической работе с моделью электрогенеза и обсуждение результатов работы.

4. Образовательные технологии

Семинарские занятия с докладами аспирантов по теме занятий и разбором конкретных проблемных ситуаций с использованием мультимедиа. В ходе лабораторных работ использую современное оборудование для исследования электрогенеза растений и его функциональной роли. В ходе практической работы по моделированию используют программы, реализующие математическую модель электрогенеза растений. В ходе второго-четвертого разделов дисциплины аспиранты индивидуально выполняют творческую работу: по согласованию с преподавателем выбирают современную проблему в области электрогенеза растения, по возможности связанную с их темой диссертации, осуществляют литературный обзор данной проблемы с использованием современной литературы, и разрабатывают план ее экспериментального и (или) теоретического исследования. Окончательная защита работы осуществляется на экзамене.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Примерные темы докладов на семинарских занятиях:

1. Выбор объекта для исследований электрогенеза растений: критерии выбора, преимущества и ограничения каждого типа объектов.
2. Макроэлектродное отведение биопотенциалов растений как метод их исследования, ограничения и достоинства.
3. Микроэлектродный метод исследования биопотенциалов у растений.
4. Флуоресцентные зонды в исследованиях электрогенеза растений и его ионных механизмов.
5. Потенциал покоя у растений, механизм его диффузионной компоненты.
6. Потенциал покоя у растений, механизм его активной компоненты.
7. Зависимость потенциала покоя от действия факторов среды (температура, уровень освещенности и др.).
8. Функциональная роль потенциала покоя, его участие в защите растения от действия неблагоприятных факторов.
9. Потенциалы возбуждения: местные биоэлектрические реакции и электрические сигналы.
10. Потенциал действия, механизмы его генерации и распространения.
11. Вариабельный потенциал, возможные механизмы его генерации.
12. Вариабельный потенциал - различные гипотезы об его распространении, "за" и "против".
13. Системный потенциал у растений - его уникальные особенности и возможные механизмы.
14. Общий обзор влияния электрических сигналов на функциональное состояние растений.
15. Влияние электрических сигналов на фотосинтез и дыхание: феноменология, разнообразие ответов у растений разных видов, механизмы развития ответа.
16. Влияние электрических сигналов на процессы транспирации, разнонаправленность такого влияния и его возможные механизмы.
17. Влияние электрических сигналов на экспрессию генов и синтез фитогормонов.
18. Пути индукции функциональных ответов электрическими сигналами, роль ионов кальция и протонов в этом процессе.
19. Влияние электрических сигналов на устойчивость растения к действию неблагоприятных факторов, связь такого влияния с функциональными ответами.
20. Использование модели Ходжкина-Хаксли для описания потенциала действия у водорослей: преимущества и ограничения.
21. Математические модели потенциала действия у ацетобулярии.
22. Математические модели электрических осцилляций растительной клетки.
23. Детализированные модели генерации и распространения потенциала действия у растений.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

а. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

б. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Критерии оценивания докладов

Доклады/презентации - оценивается полнота собранного теоретического материала; свободное владение содержанием; умение логически верно излагать материал; умение создавать содержательную презентацию; умение комплексно анализировать материал; способность иллюстрировать материал; умение работать с информационными ресурсами. Применяется пятибалльная шкала:

• «отлично» – доклад содержит полную информацию по представляемой теме, основанную на обязательных литературных источниках и современных публикациях; выступление сопровождается качественным демонстрационным материалом (слайд-презентация, раздаточный материал); студент свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории; точно укладывается в рамки регламента (8 – 12 минут).

• «хорошо» – представленная тема раскрыта, однако доклад содержит неполную информацию по представляемой теме; выступление сопровождается демонстрационным материалом (слайд-презентация, раздаточный материал); выступающий ясно и грамотно излагает материал; аргументировано отвечает на вопросы и замечания аудитории, однако выступающим допущены незначительные ошибки в изложении материала и ответах на вопросы.

• «удовлетворительно» – выступающий демонстрирует поверхностные знания по выбранной теме, имеет затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса; отсутствует сопроводительный демонстрационный материал.

• «неудовлетворительно» – доклад имеет существенные пробелы по представленной тематике, основан на недостоверной информации; выступающим допущены принципиальные ошибки при изложении материала.

Зачет	Незначительные замечания (не более двух) к оформлению индивидуальной творческой работы, презентации и докладу. Ответ правильный, развернутый, может содержать незначительные ошибки и неточности. Выводы соответствуют поставленной цели. Доклады на семинарах с оценками не ниже «хорошо» и «удовлетворительно».
Незачет	Индивидуальная творческая работа отсутствует либо презентация, доклад и печатный вариант не согласованы друг с другом, план исследований разработан с грубыми ошибками. Ответ неполный, с ошибками, нелогично изложен. Аспирант не способен с помощью преподавателя сделать выводы. Пропуски семинарских занятий.

с. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Требования к индивидуальной творческой работе аспиранта:

Работа должна представлять собой литературный обзор той или иной актуальной проблемы электрофизиологии растений, на его основе должен быть предложен план исследования этой проблемы, который опирается на современные экспериментальные и (или) теоретические методы изучения биоэлектрических явлений у растений. Аспирант может разрабатывать план исследований собственного диссертационного проекта, если он согласуется с данной дисциплиной, либо сформулировать тему работы самостоятельно и согласовать ее с преподавателем. В работе должны быть представлены: актуальность исследования; анализ современного состояния проблемы с цитированием актуальной литературы; общая схема и детальный план исследования с разбивкой на этапы; обоснование предлагаемых методов исследования; ожидаемые результаты на каждом

этапе; выводы/заключение. Если у аспиранта имеются собственные результаты, он вправе представить их как имеющийся задел. Работа должна быть оформлена согласно ГОСТ 7.32-2001, ориентировочный объем – 15-20 страниц.

Требования к защите индивидуальной творческой работы:

Время доклада – 7-10 минут. Презентация должна быть выполнена в программе PowerPoint, фон слайдов - светлый, шрифт - темный контрастный. Презентация должна быть хорошо иллюстрирована (рисунками, схемами, таблицами), логически согласована с докладом. Желательно свободное изложение доклада без зачитывания печатного текста. Владение материалом по теме работы, умение сформулировать ответы на вопросы, умение поддержать дискуссию.

Промежуточную аттестацию проводят преподаватель курса и (при возможности) научный руководитель аспиранта.

По решению преподавателя для оценки знаний по компетенциям курса могут использоваться тесты (полный перечень заданий приводится в приложении 2 ФОС).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 12.02.2014 №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) основная литература:

Воденеев В.А., Оприлов В.А., Мысягин С.А., Пятыхин С.С. Дистанционные электрические сигналы у растений. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Хранение и обработка информации в биологических системах». Нижний Новгород, 2007 <https://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/36.pdf>

Физика и биофизика: краткий курс [Электронный ресурс] / Антонов В. Ф., Коржувев А. В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970420430.html>

б) дополнительная литература:

Plant Electrophysiology. Theory and Methods. Volkov A.G. (ed.). Berlin-Heidelberg: Springer, 2006. <http://www.springer.com/us/book/9783642069277>

Communication in plants. Neuronal aspects of plant life. Baluska F, Mancuso S, Volkmann D (eds). Berlin-Heidelberg: Springer, 2006. <http://www.springer.com/us/book/9783540284758>

Plant Electrophysiology. Signaling and Responses. Volkov A.G. (ed.). Berlin-Heidelberg: Springer, 2012. <http://www.springer.com/gp/book/9783642291098>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.plantbehavior.org/neuro.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01. Биологические науки.

Автор (ы) _____ Сухов В.С.

Рецензент (ы) _____ Ведунова М.В.

Заведующий кафедрой биофизики _____ Воденеев В.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института ИББМ от 30 августа 2021 года, протокол №1.

**Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина
ПК-3: способность использовать и развивать высокотехнологичные физико-химические методы и современные информационно-коммуникационных технологии при решении задач биологии и биомедицины**

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ВЛАДЕТЬ: навыками выбора методов и средств для решения задач биологии и биомедицины	Отсутствие навыка	Фрагментарное применение навыков выбора методов и средств для решения задач биологии и биомедицины	В целом успешное, но не систематическое применение навыков выбора методов и средств для решения задач биологии и биомедицины	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков выбора методов и средств для решения задач биологии и биомедицины	Успешное и систематическое применение навыков выбора методов и средств для решения задач биологии и биомедицины
ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельного освоения новых методов и средств для решения задач в области биологии и биомедицины	Отсутствие навыка	Фрагментарное применение навыков самостоятельного освоения новых методов и средств для решения задач в области биологии и биомедицины	В целом успешное, но не систематическое применение навыков самостоятельного освоения новых методов и средств для решения задач в области биологии и биомедицины	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков самостоятельного освоения новых методов и средств для решения задач в области биологии и биомедицины	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельного освоения новых методов и средств для решения задач в области биологии и биомедицины
ВЛАДЕТЬ: навыками адаптации и развития существующих физико-химических методов и информационно-коммуникационных технологий с целью решения задач биологии и биомедицины	Отсутствие навыка	Фрагментарное применение навыков адаптации и развития существующих физико-химических методов и информационно-коммуникационных технологий с целью решения задач биологии и биомедицины	В целом успешное, но не систематическое применение навыков адаптации и развития существующих физико-химических методов и информационно-коммуникационных технологий с целью решения задач биологии и биомедицины	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков адаптации и развития существующих физико-химических методов и информационно-коммуникационных технологий с целью решения задач биологии и биомедицины	Успешное и систематическое применение навыков адаптации и развития существующих физико-химических методов и информационно-коммуникационных технологий с целью решения задач биологии и биомедицины
УМЕТЬ анализировать альтернативные подходы и методы при решении задач биологии и биомедицины и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные подходы и методы при решении задач биологии и биомедицины и	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать альтернативные подходы и методы при решении задач биологии и биомедицины и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать альтернативные подходы и методы при решении задач биологии и биомедицины и	Успешное и систематическое умение анализировать альтернативные подходы и методы при решении задач биологии и биомедицины и оценивать

вариантов		оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
УМЕТЬ критически анализировать и сопоставлять научные результаты, получены при использовании различных методов и подходов с целью получения целостного представления об исследуемом объекте	Отсутствие умений	Частично освоенное умение критически анализировать и сопоставлять научные результаты, получены при использовании различных методов и подходов с целью получения целостного представления об исследуемом объекте	В целом успешное, но не систематическое умение критически анализировать и сопоставлять научные результаты, получены при использовании различных методов и подходов с целью получения целостного представления об исследуемом объекте	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение критически анализировать и сопоставлять научные результаты, получены при использовании различных методов и подходов с целью получения целостного представления об исследуемом объекте	Успешное и систематическое умение критически анализировать и сопоставлять научные результаты, получены при использовании различных методов и подходов с целью получения целостного представления об исследуемом объекте
ЗНАТЬ принципы основных применяемых в биологии и биомедицине физико-химических методов и подходов, область их применения и ограничения	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания принципов основных применяемых в биологии и биомедицине физико-химических методов и подходов, область их применения и ограничения	Неполные знания принципов основных применяемых в биологии и биомедицине физико-химических методов и подходов, область их применения и ограничения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов основных применяемых в биологии и биомедицине физико-химических методов и подходов, область их применения и ограничения	Сформированные и систематические знания принципов основных применяемых в биологии и биомедицине физико-химических методов и подходов, область их применения и ограничения
ЗНАТЬ современные информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения задач биологии и биомедицины	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых для решения задач биологии и биомедицины	Неполные знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых для решения задач биологии и биомедицины	Сформированные, но современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых для решения задач биологии и биомедицины	Сформированные и современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых для решения задач биологии и биомедицины