

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

Спецпрактикум по биофизике

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.06 Спецпрактикум по биофизике относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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 |
| ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ | <p>ПК-2.1: Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике</p> <p>ПК-2.2: Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике</p> <p>ПК-2.3: Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике</p> | <p>ПК-2.1:</p> <p>ПК-2.1. Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>ПК-2.2. Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>ПК-2.3. Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике.</p> | Тест | Зачёт: Контрольные вопросы |
| ПК-5: Способен применять базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии, способов обработки | <p>ПК-5.1: Знает: - основные понятия по теории и методам в области биологии, способам обработки и синтеза биологической информации</p> <p>ПК-5.2: Умеет: - применять</p> | <p>ПК-5.1:</p> <p>ПК-5.1. Знает: - основные понятия по теории и методам в области биологии, способам обработки и синтеза биологической информации;</p> | Тест | Зачёт: Контрольные вопросы |

| | | | | |
|---|--|---|-------------|---------------------------------------|
| <p>и синтеза биологической информации при разработке и реализации проектов в разных сферах профессиональной деятельности (под руководством или самостоятельно)</p> | <p>базовые знания в области биологии при формулировании тематики проекта, подборе методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации ПК-5.3: Владеет: - приемами формирования тематики проекта, подбора методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации</p> | <p>ПК-5.2: ПК-5.2. Умеет: - применять базовые знания в области биологии при формулировании тематики проекта, подборе методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации; ПК-5.3: ПК-5.3. Владеет: - приемами формирования тематики проекта, подбора методов и подходов при обработке и синтезе биологической информации.</p> | | |
| <p>ПК-6: Способен применять правила составления отчетной документации, использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта</p> | <p>ПК-6.1: Знает: - правила составления отчетной документацией, нормативные базы, необходимые для организации проекта ПК-6.2: Умеет: - составлять и вести отчетную документацию, используя нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта ПК-6.3: Владеет: - навыками составления отчетной документации с использованием нормативных документов, определяющих организацию и технику безопасности выполнения проекта</p> | <p>ПК-6.1: ПК-6.1. Знает: - правила составления отчетной документацией, нормативные базы, необходимые для организации проекта; ПК-6.2: ПК-6.2. Умеет: - составлять и вести отчетную документацию, используя нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности выполнения проекта; ПК-6.3: ПК-6.3. Владеет: - навыками составления отчетной документации с использованием нормативных документов, определяющих организацию и технику безопасности выполнения проекта.</p> | <p>Тест</p> | <p>Зачёт: Контрольные вопросы</p> |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|--|---------------------|
| | <p>очная</p> |
|--|---------------------|

| | |
|--|--------------------------|
| Общая трудоемкость, з.е. | 8 |
| Часов по учебному плану | 288 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 0 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 192 |
| - КСР | 2 |
| самостоятельная работа | 94 |
| Промежуточная аттестация | 0 Зачёт |

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/лабораторные работы), часы | Всего | |
| 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | |
| Радиометрия и дозиметрия | 71.5 | 48 | 0 | 48 | 23.5 |
| Биоэлектрогенез растений | 71.5 | 48 | 0 | 48 | 23.5 |
| Мембранология | 143 | 96 | 0 | 96 | 47 |
| ене | 0 | | | 0 | |
| Аттестация | 0 | | | | |
| КСР | 2 | | | 2 | |
| Итого | 288 | 192 | 0 | 194 | 94 |

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
2. Виды распада: альфа- и бета-распад, К-захват.
3. Радиационный фон и его компоненты.
4. Биологически значимые радиоактивные изотопы.
5. Радиоактивный газ радон.
6. Детекторы ионизирующих излучений. Типы детекторов. Принцип работы.
7. Бета-спектр. Принцип работы бета-спектрометра.
8. Закрытые и открытые источники ионизирующего излучения.
9. Дозы ионизирующего излучения. Принцип формирования доз.
10. Защита от ионизирующего излучения.
11. Нормы радиационной безопасности.

12. Фотоэлектрическая реакция. Ее механизмы.
13. Естественная и искусственная радиоактивность.
14. Гамма и рентгеновское излучение.
15. Радиационные и ионизационные потери.
16. Закон ослабления бета-излучения в веществе.
17. Особенности потенциала покоя у растений. Компоненты потенциала покоя.
18. Диффузионная компонента потенциала покоя у растительных клеток. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана. Роль ионных каналов в формировании диффузионной компоненты потенциала покоя.
19. Метаболическая компонента потенциала покоя. Роль H^+ -АТФазы.
20. Взаимодействие диффузионной и метаболической компонент. Уравнения, описывающие обе компоненты потенциала покоя.
21. Связь лабильности потенциала покоя с H^+ -АТФазой. Изменения мембранного потенциала при постепенном охлаждении.
22. Химический состав мембран. Типы липидов, входящих в состав биологических мембран. Заряженные и нейтральные липиды. Жирные кислоты в составе липидов. Изменение жирнокислотного состава липидов при адаптации.
23. Типы слабых взаимодействий. Энергия сильных (валентных) и слабых взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное).
24. Водородные связи. Энергия водородных связей. Условия образования водородных связей.
25. Гидрофобное взаимодействие. Энергия гидрофобного взаимодействия.
26. Монослой липидов на поверхности полярного растворителя. Определение площади, приходящейся на одну липидную молекулу.
27. Функциональные ответы, вызванные потенциалами возбуждения у растений.
28. Влияние потенциалов возбуждения на фотосинтетические процессы, возможные механизмы такого влияния.
29. Влияние потенциала действия и переменного потенциала на устойчивость растений к действию стресс-факторов. Сигнальная или информационная роль?
30. Возможные механизмы влияния потенциалов возбуждения на устойчивость растений.
31. Применимость модели Ходжкина-Хаксли к описанию потенциала действия у растений.
32. Структура липидного бислоя. Вероятность нахождения компонентов липидных молекул в зависимости от расстояния от центра бислоя.
33. Движение отдельных компонентов липидных молекул. Латеральная диффузия липидов, флип-флоп переход.
34. Теория разрушения мембраны вследствие возникновения локальных дефектов. Влияние электрического поля на устойчивость мембран.
35. Белки в составе мембран. Особенности структуры интегральных мембранных белков.
36. Липид-белковое взаимодействие. Влияние липидного окружения на активность мембраносвязанных ферментов.
37. Диффундирующие и каналобразующие ионофоры.
38. Особенности организации систем пассивного транспорта в биологических мембранах. Структура потенциалзависимого калиевого канала.
39. Слияние мембран.
40. Функциональная роль потенциала покоя.
41. Регистрации потенциала покоя у высших растений методом эстраклеточного отведения.
42. Особенности микроэлектродного отведения биопотенциалов у растений.
43. Потенциалы возбуждения у растений. Особенности потенциала действия у растительных объектов.
44. Механизмы генерации потенциала действия у растений (харовые водоросли, ацетабулярия, высшие растения).
45. Механизмы распространения потенциала действия у растений. Кабельное уравнение.

46. Особенности переменного потенциала как специфического потенциала возбуждения у растений.
47. Возможные механизмы генерации и распространения переменного потенциала. Аргументы «за» и «против».
48. Местные биоэлектрические реакции, их особенности и механизмы.
49. Применение метода экстраклеточного отведения для изучения потенциала действия и переменного потенциала.
50. Метод биоэлектрической оценки устойчивости растений и его использования для оценки влияния потенциала действия и переменного потенциала на холодоустойчивость проростков тыквы.
51. Необходимость математического моделирования потенциалов возбуждения у растений.
52. Ограничения использования модели Ходжкина-Хаксли при описании потенциала действия у растений.
53. Детализированные модели генерации потенциала действия у высших растений. Преимущества и ограничения.
54. Подходы к моделированию распространения потенциала действия у высших растений.
55. Методы анализа уравнений модели потенциала действия.
56. Микровязкость мембран. Методы определения.
57. Конфигурация и упаковка полярных голов и ацильных цепей липидных молекул в составе бислоя. Зависимость конфигурации ацильных цепей в мембране от размера полярной головы липида. Параметр упорядоченности.
58. Типы жидких кристаллов. Фазовый переход в липидных мембранах. Изменение параметров бислоя при фазовом переходе.
59. Термодинамика фазового перехода. Размер кооперативной единицы. Факторы, влияющие на фазовый переход.
60. Механические свойства мембраны.
61. Мицеллообразование. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость формы мицелл от геометрии липидных молекул. Критический параметр упаковки (КПУ).
62. Бислойные липидные мембраны. Процесс образования БЛМ на малых отверстиях. Силы, ведущие к образованию БЛМ.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 116 ч.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: -

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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Процесс перехода электрона с одного энергетического уровня на более отдаленный от ядра называется:

- а) ионизация;
- б) возбуждение;
- в) излучение.

2. Самопроизвольное превращение ядер атомов химических элементов в ядра других элементов, сопровождающееся выделением ионизирующих излучений, называется:

- а) дозой излучения;
- б) дозой облучения;
- в) мощностью дозы;
- г) радиоактивностью.

3. Образующийся при бета-распаде (электронном) элемент смещается относительно исходного в таблице элементов Д.И. Менделеева:

- а) на 1 клетку влево;
- б) на 2 клетки влево;
- в) на 1 клетку вправо;
- г) на 2 клетки вправо.

4. Количество любого радиоактивного изотопа со временем, вследствие радиоактивного превращения ядер:

- а) стабилизируется;
- б) увеличивается в геометрической прогрессии;
- в) изменяется в зависимости от воздействия физических и химических факторов;
- г) уменьшается согласно закону радиоактивного распада.

5. Единицей радиоактивности в международной системе (СИ) является:

- а) кюри;
- б) зиверт;

в) миллиграмм эквивалент радия;

г) беккерель.

6. При регистрации фотоэлектрической реакции методом экстраклеточного отведения на освещённом участке листа:

А) располагается измерительный электрод

Б) располагается электрод сравнения

В) электрод не устанавливается

7. Для лучшего контакта с поверхностью растения для отведения биопотенциалов используется:

А) электропроводящий гель

Б) сухой фитилёк

В) сухая фильтровальная бумага

8. Установка для регистрация фотоэлектрической активности включает в себя (выберите несколько правильных ответов):

А) светофильтры

Б) осветитель

В) радиометр

Г) электроды

Д) лучевую трубку

9. В нормальном состоянии липидный бислой биологически мембран находится:

А) в жидкокристаллическом состоянии;

Б) в твердом аморфном состоянии;

В) в жидком аморфном состоянии;

Г) в твердом аморфном состоянии;

10. Толщина биологической мембраны приблизительно составляет:

А) 10 Å;

Б) 0.1 мкм;

В) 10 нм;

Г) 10 мкм.

11. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает:

- а) до 25 м;
- б) до 10 см;
- в) до 150 м;
- г) до 1 см.

12. Проникающая способность бета-частицы в мягкой биологической ткани:

- а) до 1 см;
- б) до нескольких десятков микрометров;
- в) до 0,5 м;
- г) пронизывает насквозь.

13. При прохождении через вещество гамма-кванта с энергией не менее 1,022 МэВ проявляется следующий из эффектов:

- а) образование электрон-позитронных пар;
- б) фотоэффект;
- в) комптон-эффект;
- г) К-захват.

14. Доза, характеризующая ионизирующую способность ионизирующего излучения в воздухе, называется:

- а) эквивалентная;
- б) поглощенная;
- в) экспозиционная;
- г) эффективная эквивалентная.

15. Единицами измерения поглощенной дозы излучения являются:

- а) Гр, рад;
- б) Р, Кл/кг;
- в) Зв, бэр;
- г) Ки, Бк

16. В ответ на включение света у растения:

- А) регистрируется ТС-реакция
- Б) реакции не возникает

В) регистрируется СТ-реакция

17. Потенциал действия возникает в ответ на раздражение в виде:

А) химический ожог

Б) растирания ткани растения пластиной

В) механический удар стеклянной палочкой

18. Стандартный раствор включает в себя:

А) 1мМ KCl; 0,5 мМ CaCl₂; 0,1 мМ NaCl

Б) 3 мМ KCl; 3 мМ CaCl₂; 3 мМ NaCl

В) 1мМ K₂HPO₄; 0,5 мМ FeCl₃; 0,1 мМ NaNO₃

19. При регистрации переменного потенциала электрод сравнения располагается

А) на кончике раздражаемого листа

Б) на стебле

В) в омывающем корни растворе

20. В конструкции макроэлектродов для измерения разности потенциалов используется

проволока, покрытая:

А) хлоридом серебра

Б) никелем

В) тефлоном

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

1. Процесс перехода электрона с одного энергетического уровня на более отдаленный от

ядра называется:

а) ионизация;

б) возбуждение;

в) излучение.

2. Самопроизвольное превращение ядер атомов химических элементов в ядра других элементов, сопровождающееся выделением ионизирующих излучений, называется:

а) дозой излучения;

б) дозой облучения;

в) мощностью дозы;

г) радиоактивностью.

3. Образующийся при бета-распаде (электронном) элемент смещается относительно исходного в таблице элементов Д.И. Менделеева:

а) на 1 клетку влево;

б) на 2 клетки влево;

в) на 1 клетку вправо;

г) на 2 клетки вправо.

4. Количество любого радиоактивного изотопа со временем, вследствие радиоактивного превращения ядер:

а) стабилизируется;

б) увеличивается в геометрической прогрессии;

в) изменяется в зависимости от воздействия физических и химических факторов;

г) уменьшается согласно закону радиоактивного распада.

5. Единицей радиоактивности в международной системе (СИ) является:

а) кюри;

б) зиверт;

в) миллиграмм эквивалент радия;

г) беккерель.

6. При регистрации фотоэлектрической реакции методом экстраклеточного отведения на освещённом участке листа:

А) располагается измерительный электрод

Б) располагается электрод сравнения

В) электрод не устанавливается

7. Для лучшего контакта с поверхностью растения для отведения биопотенциалов используется:

А) электропроводящий гель

Б) сухой фитилёк

В) сухая фильтровальная бумага

8. Установка для регистрация фотоэлектрической активности включает в себя (выберите несколько правильных ответов):

А) светофильтры

Б) осветитель

В) радиометр

Г) электроды

Д) лучевую трубку

9. В нормальном состоянии липидный бислой биологической мембраны находится:

А) в жидкокристаллическом состоянии;

Б) в твердом аморфном состоянии;

В) в жидком аморфном состоянии;

Г) в твердом аморфном состоянии;

10. Толщина биологической мембраны приблизительно составляет:

А) 10 Å;

Б) 0.1 мкм;

В) 10 нм;

Г) 10 мкм.

11. Пролет альфа-частиц в воздухе достигает:

а) до 25 м;

б) до 10 см;

в) до 150 м;

г) до 1 см.

12. Проникающая способность бета-частицы в мягкой биологической ткани:

а) до 1 см;

б) до нескольких десятков микрометров;

в) до 0,5 м;

г) пронизывает насквозь.

13. При прохождении через вещество гамма-кванта с энергией не менее 1,022 МэВ проявляется следующий из эффектов:

а) образование электрон-позитронных пар;

б) фотоэффект;

в) комптон-эффект;

г) К-захват.

14. Доза, характеризующая ионизирующую способность ионизирующего излучения в воздухе, называется:

а) эквивалентная;

б) поглощенная;

в) экспозиционная;

г) эффективная эквивалентная.

15. Единицами измерения поглощенной дозы излучения являются:

а) Гр, рад;

б) Р, Кл/кг;

в) Зв, бэр;

г) Ки, Бк

16. В ответ на включение света у растения:

А) регистрируется ТС-реакция

Б) реакции не возникает

В) регистрируется СТ-реакция

17. Потенциал действия возникает в ответ на раздражение в виде:

А) химический ожог

Б) растирания ткани растения пластиной

В) механический удар стеклянной палочкой

18. Стандартный раствор включает в себя:

А) 1мМ КСl; 0,5 мМ CaCl₂; 0,1 мМ NaCl

Б) 3 мМ КСl; 3 мМ CaCl₂; 3 мМ NaCl

В) 1мМ K₂HPO₄; 0,5 мМ FeCl₃; 0,1 мМ NaNO₃

19. При регистрации переменного потенциала электрод сравнения располагается

А) на кончике раздражаемого листа

Б) на стебле

В) в омывающем корни растворе

20. В конструкции макроэлектродов для измерения разности потенциалов используется

проволока, покрытая:

А) хлоридом серебра

Б) никелем

В) тефлоном

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

1. Процесс перехода электрона с одного энергетического уровня на более отдаленный от ядра называется:

а) ионизация;

б) возбуждение;

в) излучение.

2. Самопроизвольное превращение ядер атомов химических элементов в ядра других элементов, сопровождающееся выделением ионизирующих излучений, называется:

а) дозой излучения;

б) дозой облучения;

в) мощностью дозы;

г) радиоактивностью.

3. Образующийся при бета-распаде (электронном) элемент смещается относительно исходного в таблице элементов Д.И. Менделеева:

а) на 1 клетку влево;

б) на 2 клетки влево;

в) на 1 клетку вправо;

г) на 2 клетки вправо.

4. Количество любого радиоактивного изотопа со временем, вследствие радиоактивного превращения ядер:

а) стабилизируется;

б) увеличивается в геометрической прогрессии;

в) изменяется в зависимости от воздействия физических и химических факторов;

г) уменьшается согласно закону радиоактивного распада.

5. Единицей радиоактивности в международной системе (СИ) является:

- а) кюри;
- б) зиверт;
- в) миллиграмм эквивалент радия;
- г) беккерель.

6. При регистрации фотоэлектрической реакции методом экстраклеточного отведения на освещённом участке листа:

- А) располагается измерительный электрод
- Б) располагается электрод сравнения
- В) электрод не устанавливается

7. Для лучшего контакта с поверхностью растения для отведения биопотенциалов используется:

- А) электропроводящий гель
- Б) сухой фитилёк
- В) сухая фильтровальная бумага

8. Установка для регистрация фотоэлектрической активности включает в себя (выберите несколько правильных ответов):

- А) светофильтры
- Б) осветитель
- В) радиометр
- Г) электроды
- Д) лучевую трубку

9. В нормальном состоянии липидный бислой биологически мембран находится:

- А) в жидкокристаллическом состоянии;
- Б) в твердом аморфном состоянии;
- В) в жидком аморфном состоянии;
- Г) в твердом аморфном состоянии;

10. Толщина биологической мембраны приблизительно составляет:

- А) 10 Å;
- Б) 0.1 мкм;

В) 10 нм;

Г) 10 мкм.

11. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает:

а) до 25 м;

б) до 10 см;

в) до 150 м;

г) до 1 см.

12. Проникающая способность бета-частицы в мягкой биологической ткани:

а) до 1 см;

б) до нескольких десятков микрометров;

в) до 0,5 м;

г) пронизывает насквозь.

13. При прохождении через вещество гамма-кванта с энергией не менее 1,022 МэВ проявляется следующий из эффектов:

а) образование электрон-позитронных пар;

б) фотоэффект;

в) комптон-эффект;

г) К-захват.

14. Доза, характеризующая ионизирующую способность ионизирующего излучения в воздухе, называется:

а) эквивалентная;

б) поглощенная;

в) экспозиционная;

г) эффективная эквивалентная.

15. Единицами измерения поглощенной дозы излучения являются:

а) Гр, рад;

б) Р, Кл/кг;

в) Зв, бэр;

г) Ки, Бк

16. В ответ на включение света у растения:

- А) регистрируется ТС-реакция
- Б) реакции не возникает
- В) регистрируется СТ-реакция

17. Потенциал действия возникает в ответ на раздражение в виде:

- А) химический ожог
- Б) растирания ткани растения пластиной
- В) механический удар стеклянной палочкой

18. Стандартный раствор включает в себя:

- А) 1мМ KCl; 0,5 мМ CaCl₂; 0,1 мМ NaCl
- Б) 3 мМ KCl; 3 мМ CaCl₂; 3 мМ NaCl
- В) 1мМ K₂HPO₄; 0,5 мМ FeCl₃; 0,1 мМ NaNO₃

19. При регистрации переменного потенциала электрод сравнения располагается

- А) на кончике раздражаемого листа
- Б) на стебле
- В) в омывающем корень раствор

20. В конструкции макроэлектродов для измерения разности потенциалов используется

провода, покрытая:

- А) хлоридом серебра
- Б) никелем
- В) тефлоном

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|---|
| зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

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 | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | 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 ПК-2

1. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
2. Виды распада: альфа- и бета-распад, К-захват.
3. Радиационный фон и его компоненты.
4. Биологически значимые радиоактивные изотопы.
5. Радиоактивный газ радон.
6. Детекторы ионизирующих излучений. Типы детекторов. Принцип работы.
7. Бета-спектр. Принцип работы бета-спектрометра.
8. Закрытые и открытые источники ионизирующего излучения.
9. Дозы ионизирующего излучения. Принцип формирования доз.
10. Защита от ионизирующего излучения.
11. Нормы радиационной безопасности.
12. Фотоэлектрическая реакция. Ее механизмы.
13. Естественная и искусственная радиоактивность.
14. Гамма и рентгеновское излучение.
15. Радиационные и ионизационные потери.
16. Закон ослабления бета-излучения в веществе.
17. Особенности потенциала покоя у растений. Компоненты потенциала покоя.
18. Диффузионная компонента потенциала покоя у растительных клеток. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана. Роль ионных каналов в формировании диффузионной компоненты потенциала покоя.
19. Метаболическая компонента потенциала покоя. Роль H^+ -АТФазы.
20. Взаимодействие диффузионной и метаболической компонент. Уравнения, описывающие обе компоненты потенциала покоя.
21. Связь лабильности потенциала покоя с H^+ -АТФазой. Изменения мембранного потенциала при постепенном охлаждении.

22. Химический состав мембран. Типы липидов, входящих в состав биологических мембран. Заряженные и нейтральные липиды. Жирные кислоты в составе липидов. Изменение жирнокислотного состава липидов при адаптации.
23. Типы слабых взаимодействий. Энергия сильных (валентных) и слабых взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное).
24. Водородные связи. Энергия водородных связей. Условия образования водородных связей.
25. Гидрофобное взаимодействие. Энергия гидрофобного взаимодействия.
26. Монослой липидов на поверхности полярного растворителя. Определение площади, приходящейся на одну липидную молекулу.
27. Функциональные ответы, вызванные потенциалами возбуждения у растений.
28. Влияние потенциалов возбуждения на фотосинтетические процессы, возможные механизмы такого влияния.
29. Влияние потенциала действия и переменного потенциала на устойчивость растений к действию стресс-факторов. Сигнальная или информационная роль?
30. Возможные механизмы влияния потенциалов возбуждения на устойчивость растений.
31. Применимость модели Ходжкина-Хаксли к описанию потенциала действия у растений.
32. Структура липидного бислоя. Вероятность нахождения компонентов липидных молекул в зависимости от расстояния от центра бислоя.
33. Движение отдельных компонентов липидных молекул. Латеральная диффузия липидов, флип-флоп переход.
34. Теория разрушения мембраны вследствие возникновения локальных дефектов. Влияние электрического поля на устойчивость мембран.
35. Белки в составе мембран. Особенности структуры интегральных мембранных белков.
36. Липид-белковое взаимодействие. Влияние липидного окружения на активность мембраносвязанных ферментов.
37. Диффундирующие и каналобразующие ионофоры.
38. Особенности организации систем пассивного транспорта в биологических мембранах. Структура потенциалзависимого калиевого канала.
39. Слияние мембран.
40. Функциональная роль потенциала покоя.
41. Регистрации потенциала покоя у высших растений методом экстраклеточного отведения.
42. Особенности микроэлектродного отведения биопотенциалов у растений.
43. Потенциалы возбуждения у растений. Особенности потенциала действия у растительных объектов.
44. Механизмы генерации потенциала действия у растений (харовые водоросли, ацетабулярия, высшие растения).
45. Механизмы распространения потенциала действия у растений. Кабельное уравнение.
46. Особенности переменного потенциала как специфического потенциала возбуждения у растений.
47. Возможные механизмы генерации и распространения переменного потенциала. Аргументы «за» и «против».
48. Местные биоэлектрические реакции, их особенности и механизмы.
49. Применение метода экстраклеточного отведения для изучения потенциала действия и переменного потенциала.
50. Метод биоэлектрической оценки устойчивости растений и его использования для оценки влияния потенциала действия и переменного потенциала на холодоустойчивость проростков тыквы.
51. Необходимость математического моделирования потенциалов возбуждения у растений.
52. Ограничения использования модели Ходжкина-Хаксли при описании потенциала действия у растений.

53. Детализированные модели генерации потенциала действия у высших растений. Преимущества и ограничения.
54. Подходы к моделированию распространения потенциала действия у высших растений.
55. Методы анализа уравнений модели потенциала действия.
56. Микровязкость мембран. Методы определения.
57. Конфигурация и упаковка полярных голов и ацильных цепей липидных молекул в составе бислоя. Зависимость конфигурации ацильных цепей в мембране от размера полярной головы липида. Параметр упорядоченности.
58. Типы жидких кристаллов. Фазовый переход в липидных мембранах. Изменение параметров бислоя при фазовом переходе.
59. Термодинамика фазового перехода. Размер кооперативной единицы. Факторы, влияющие на фазовый переход.
60. Механические свойства мембраны.
61. Мицеллообразование. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость формы мицелл от геометрии липидных молекул. Критический параметр упаковки (КПУ).
62. Бислойные липидные мембраны. Процесс образования БЛМ на малых отверстиях. Силы, ведущие к образованию БЛМ.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
2. Виды распада: альфа- и бета-распад, К-захват.
3. Радиационный фон и его компоненты.
4. Биологически значимые радиоактивные изотопы.
5. Радиоактивный газ радон.
6. Детекторы ионизирующих излучений. Типы детекторов. Принцип работы.
7. Бета-спектр. Принцип работы бета-спектрометра.
8. Закрытые и открытые источники ионизирующего излучения.
9. Дозы ионизирующего излучения. Принцип формирования доз.
10. Защита от ионизирующего излучения.
11. Нормы радиационной безопасности.
12. Фотоэлектрическая реакция. Ее механизмы.
13. Естественная и искусственная радиоактивность.
14. Гамма и рентгеновское излучение.
15. Радиационные и ионизационные потери.

16. Закон ослабления бета-излучения в веществе.
17. Особенности потенциала покоя у растений. Компоненты потенциала покоя.
18. Диффузионная компонента потенциала покоя у растительных клеток. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана. Роль ионных каналов в формировании диффузионной компоненты потенциала покоя.
19. Метаболическая компонента потенциала покоя. Роль H^+ -АТФазы.
20. Взаимодействие диффузионной и метаболической компонент. Уравнения, описывающие обе компоненты потенциала покоя.
21. Связь лабильности потенциала покоя с H^+ -АТФазой. Изменения мембранного потенциала при постепенном охлаждении.
22. Химический состав мембран. Типы липидов, входящих в состав биологических мембран. Заряженные и нейтральные липиды. Жирные кислоты в составе липидов. Изменение жирнокислотного состава липидов при адаптации.
23. Типы слабых взаимодействий. Энергия сильных (валентных) и слабых взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное).
24. Водородные связи. Энергия водородных связей. Условия образования водородных связей.
25. Гидрофобное взаимодействие. Энергия гидрофобного взаимодействия.
26. Монослой липидов на поверхности полярного растворителя. Определение площади, приходящейся на одну липидную молекулу.
27. Функциональные ответы, вызванные потенциалами возбуждения у растений.
28. Влияние потенциалов возбуждения на фотосинтетические процессы, возможные механизмы такого влияния.
29. Влияние потенциала действия и переменного потенциала на устойчивость растений к действию стресс-факторов. Сигнальная или информационная роль?
30. Возможные механизмы влияния потенциалов возбуждения на устойчивость растений.
31. Применимость модели Ходжкина-Хаксли к описанию потенциала действия у растений.
32. Структура липидного бислоя. Вероятность нахождения компонентов липидных молекул в зависимости от расстояния от центра бислоя.
33. Движение отдельных компонентов липидных молекул. Латеральная диффузия липидов, флип-флоп переход.
34. Теория разрушения мембраны вследствие возникновения локальных дефектов. Влияние электрического поля на устойчивость мембран.

35. Белки в составе мембран. Особенности структуры интегральных мембранных белков.
36. Липид-белковое взаимодействие. Влияние липидного окружения на активность мембраносвязанных ферментов.
37. Диффундирующие и каналобразующие ионофоры.
38. Особенности организации систем пассивного транспорта в биологических мембранах. Структура потенциалзависимого калиевого канала.
39. Слияние мембран.
40. Функциональная роль потенциала покоя.
41. Регистрации потенциала покоя у высших растений методом экстраклеточного отведения.
42. Особенности микроэлектродного отведения биопотенциалов у растений.
43. Потенциалы возбуждения у растений. Особенности потенциала действия у растительных объектов.
44. Механизмы генерации потенциала действия у растений (харовые водоросли, ацетабулярия, высшие растения).
45. Механизмы распространения потенциала действия у растений. Кабельное уравнение.
46. Особенности переменного потенциала как специфического потенциала возбуждения у растений.
47. Возможные механизмы генерации и распространения переменного потенциала. Аргументы «за» и «против».
48. Местные биоэлектрические реакции, их особенности и механизмы.
49. Применение метода экстраклеточного отведения для изучения потенциала действия и переменного потенциала.
50. Метод биоэлектрической оценки устойчивости растений и его использования для оценки влияния потенциала действия и переменного потенциала на холодоустойчивость проростков тыквы.
51. Необходимость математического моделирования потенциалов возбуждения у растений.
52. Ограничения использования модели Ходжкина-Хаксли при описании потенциала действия у растений.
53. Детализированные модели генерации потенциала действия у высших растений. Преимущества и ограничения.
54. Подходы к моделированию распространения потенциала действия у высших растений.
55. Методы анализа уравнений модели потенциала действия.
56. Микровязкость мембран. Методы определения.

57. Конфигурация и упаковка полярных голов и ацильных цепей липидных молекул в составе бислоя. Зависимость конфигурации ацильных цепей в мембране от размера полярной головы липида. Параметр упорядоченности.
58. Типы жидких кристаллов. Фазовый переход в липидных мембранах. Изменение параметров бислоя при фазовом переходе.
59. Термодинамика фазового перехода. Размер кооперативной единицы. Факторы, влияющие на фазовый переход.
60. Механические свойства мембраны.
61. Мицеллообразование. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость формы мицелл от геометрии липидных молекул. Критический параметр упаковки (КПУ).
62. Бислойные липидные мембраны. Процесс образования БЛМ на малых отверстиях. Силы, ведущие к образованию БЛМ.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
2. Виды распада: альфа- и бета-распад, К-захват.
3. Радиационный фон и его компоненты.
4. Биологически значимые радиоактивные изотопы.
5. Радиоактивный газ радон.
6. Детекторы ионизирующих излучений. Типы детекторов. Принцип работы.
7. Бета-спектр. Принцип работы бета-спектрометра.
8. Закрытые и открытые источники ионизирующего излучения.
9. Дозы ионизирующего излучения. Принцип формирования доз.
10. Защита от ионизирующего излучения.
11. Нормы радиационной безопасности.
12. Фотоэлектрическая реакция. Ее механизмы.
13. Естественная и искусственная радиоактивность.
14. Гамма и рентгеновское излучение.
15. Радиационные и ионизационные потери.

16. Закон ослабления бета-излучения в веществе.
17. Особенности потенциала покоя у растений. Компоненты потенциала покоя.
18. Диффузионная компонента потенциала покоя у растительных клеток. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана. Роль ионных каналов в формировании диффузионной компоненты потенциала покоя.
19. Метаболическая компонента потенциала покоя. Роль H^+ -АТФазы.
20. Взаимодействие диффузионной и метаболической компонент. Уравнения, описывающие обе компоненты потенциала покоя.
21. Связь лабильности потенциала покоя с H^+ -АТФазой. Изменения мембранного потенциала при постепенном охлаждении.
22. Химический состав мембран. Типы липидов, входящих в состав биологических мембран. Заряженные и нейтральные липиды. Жирные кислоты в составе липидов. Изменение жирнокислотного состава липидов при адаптации.
23. Типы слабых взаимодействий. Энергия сильных (валентных) и слабых взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное).
24. Водородные связи. Энергия водородных связей. Условия образования водородных связей.
25. Гидрофобное взаимодействие. Энергия гидрофобного взаимодействия.
26. Монослой липидов на поверхности полярного растворителя. Определение площади, приходящейся на одну липидную молекулу.
27. Функциональные ответы, вызванные потенциалами возбуждения у растений.
28. Влияние потенциалов возбуждения на фотосинтетические процессы, возможные механизмы такого влияния.
29. Влияние потенциала действия и переменного потенциала на устойчивость растений к действию стресс-факторов. Сигнальная или информационная роль?
30. Возможные механизмы влияния потенциалов возбуждения на устойчивость растений.
31. Применимость модели Ходжкина-Хаксли к описанию потенциала действия у растений.
32. Структура липидного бислоя. Вероятность нахождения компонентов липидных молекул в зависимости от расстояния от центра бислоя.
33. Движение отдельных компонентов липидных молекул. Латеральная диффузия липидов, флип-флоп переход.
34. Теория разрушения мембраны вследствие возникновения локальных дефектов. Влияние электрического поля на устойчивость мембран.

35. Белки в составе мембран. Особенности структуры интегральных мембранных белков.
36. Липид-белковое взаимодействие. Влияние липидного окружения на активность мембраносвязанных ферментов.
37. Диффундирующие и каналобразующие ионофоры.
38. Особенности организации систем пассивного транспорта в биологических мембранах. Структура потенциалзависимого калиевого канала.
39. Слияние мембран.
40. Функциональная роль потенциала покоя.
41. Регистрации потенциала покоя у высших растений методом экстраклеточного отведения.
42. Особенности микроэлектродного отведения биопотенциалов у растений.
43. Потенциалы возбуждения у растений. Особенности потенциала действия у растительных объектов.
44. Механизмы генерации потенциала действия у растений (харовые водоросли, ацетабулярия, высшие растения).
45. Механизмы распространения потенциала действия у растений. Кабельное уравнение.
46. Особенности переменного потенциала как специфического потенциала возбуждения у растений.
47. Возможные механизмы генерации и распространения переменного потенциала. Аргументы «за» и «против».
48. Местные биоэлектрические реакции, их особенности и механизмы.
49. Применение метода экстраклеточного отведения для изучения потенциала действия и переменного потенциала.
50. Метод биоэлектрической оценки устойчивости растений и его использования для оценки влияния потенциала действия и переменного потенциала на холодоустойчивость проростков тыквы.
51. Необходимость математического моделирования потенциалов возбуждения у растений.
52. Ограничения использования модели Ходжкина-Хаксли при описании потенциала действия у растений.
53. Детализированные модели генерации потенциала действия у высших растений. Преимущества и ограничения.
54. Подходы к моделированию распространения потенциала действия у высших растений.
55. Методы анализа уравнений модели потенциала действия.
56. Микровязкость мембран. Методы определения.

57. Конфигурация и упаковка полярных голов и ацильных цепей липидных молекул в составе бислоя. Зависимость конфигурации ацильных цепей в мембране от размера полярной головы липида. Параметр упорядоченности.
58. Типы жидких кристаллов. Фазовый переход в липидных мембранах. Изменение параметров бислоя при фазовом переходе.
59. Термодинамика фазового перехода. Размер кооперативной единицы. Факторы, влияющие на фазовый переход.
60. Механические свойства мембраны.
61. Мицеллообразование. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость формы мицелл от геометрии липидных молекул. Критический параметр упаковки (КПУ).
62. Бислойные липидные мембраны. Процесс образования БЛМ на малых отверстиях. Силы, ведущие к образованию БЛМ.

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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

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

Основная литература:

1. Башарина О. В. Биофизика: практикум для студентов / Башарина О. В., Артюхов В. Г. - Воронеж : ВГУ, 2009. - 61 с. - Книга из коллекции ВГУ - Медицина., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=885017&idb=0>.
2. Артюхов Валерий Григорьевич. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов : учеб. пособие / Воронеж. гос. ун-т. - Воронеж : Изд.-полигр. центр Воронеж. гос. ун-та, 2012. - 220 с. - ISBN 978-5-9273-1900-8 : 780.00., 4 экз.
3. Физика и биофизика почв : [сб. ст.] / [редкол.: М. А. Каганов и др.]. - Л. : Колос, Ленингр. отделение, 1969. - 183 с. : ил. - (Сборник трудов по аграрной физике / ВАСХНИЛ, Агрофиз. НИИ ; вып. 19). - 1.25., 1 экз.
4. Физика и биофизика / Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645573&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Кудряшов Юрий Борисович. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика" / под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Физматлит, 2004. - 448 с. - ISBN 5-9221-0388-1 : 220.00., 9 экз.
2. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных : [учеб. для биол. и мед. специальностей вузов] . - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 424 с. : ил. - ISBN 5-06-000469-4 (в пер.) : 1.20., 3 экз.

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

<http://photobiology.info> Журнал « Photochemical and Photobiological Sciences»

Журнал «Photochemistry and Photobiology»

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

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

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

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary»

<http://www.studentlibrary.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, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное 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. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеется лабораторное оборудование: иономер «Мультитест», наборы хлорсеребряных макроэлектродов, подставки для растений, чашки Петри, набор раздражителей, комплект химической посуды, реактивов, дозаторов, радиометр МКС/СРП-08А, сцинтилляционный бета-спектрометр МКС01А с программным обеспечением «Прогресс», радиометр радона РРА-01М-03, радиометр СРП-88Н.

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 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Шилягина Наталья Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент
Юдина Любовь Михайловна, кандидат биологических наук.

Рецензент(ы): Сеницына Юлия Витальевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

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