

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 Ученого совета ННГУ  
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Методология медико-биологических экспериментов

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
06.04.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы  
Нейробиология

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Методология медико-биологических экспериментов 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-1: Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированном у выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-1.1: Знать основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования.</p> <p>ПК-1.2: Уметь проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами.</p> <p>ПК-1.3: Владеть навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций.</p>	<p>ПК-1.1: Знать основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования.</p> <p>ПК-1.2: Уметь проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами.</p> <p>ПК-1.3: Владеть навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций.</p>	Тест	Экзамен: Задания Контрольные вопросы

ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-2.1: Знать современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования.</p> <p>ПК-2.2: Уметь использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов.</p> <p>ПК-2.3: Владеть навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением</p>	<p>ПК-2.1: Знать современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования.</p> <p>ПК-2.2: Уметь использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов.</p> <p>ПК-2.3: Владеть навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических подходов.</p>	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы
--	---	--	--------	---------------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	28
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	экзамен

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Теоретическая подготовка. Статистические методы множеств выборок	16	3	7	10	6
Регрессионный и Корреляционный анализ. Анализ причинности Фишера.	18	3	8	11	7
Параметрические и непараметрические тесты. Парные и не парные.	18	4	7	11	7
Цифровое представление сигналов и изображений в компьютерных устройствах и применение в анализе и статистике.	18	4	6	10	8
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	14	28	44	28

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

Самостоятельная работа подразумевает работу с научной и научно-методической литературой.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к занятиям практического типа (устный опрос и работа с ПО Python);
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Функциональный анализ в биологических системах (1 год обучения, магистратура, ОФО), <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4119>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

#### 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-1

1) Как называется функция в Python для сравнения двух выборок непарным тестом Стьюдента?

1. ttest() 2. ttest2() 3. unpair\_ttest() 4. student\_test()

2) Какое специфическое расширение файлов используется для хранения данных в Python?

1.mat 2. mlab 3. txt 4. dat

3) Какая функция в среде Python используется для отображения графиков?

1. plot() 2. figure 3. plotxy() 4. graph()

4) Какое количество градаций серого цвета может быть в 8-битном grayscale изображении?

1.16565 2. 8 3. 256 4.1024

5) Какое количество градаций красного, зеленого или синего цвета может быть в 24-битном RGB-изображении?

1.16565 2. 8 3. 256 4.1024

6) Что позволяет оценить спектральный анализ сигнала или выборки измерений?

1.Частоты появления периодических сигналов

2. Амплитуды сигналов

3. Степень зашумленности данных

4. наличие трендов

7) Если p-value в результате применения теста Стьюдента оказался равен 0.002, то вероятность того, что две выборки принадлежат одному случайному процессу равна?

1. Меньше 5%

2. Больше 1%

3. Меньше 1%

4. Меньше 0.1%

8) Какое минимальное количество измерений достаточно для сравнения с помощью теста Стьюдента?

1.10 2. 30 3. 100. 5

9) Если две выборки не описываются нормальным распределением, то какие параметры имеет смысл сравнивать?

1.Моды

2. Медианы

3. Средние значения

4. Среднеквадратичные ошибки

10) Какой функцией в Python строится блочная диаграмма?

1. plot() 2. boxplot() 3. block() 4. diagram()

11) Математическое ожидание по выборке данных это

1. Среднее значение

2. медиана

3. среднеквадратичная ошибка

4. мощность спектра

12) Гистограмма выборки данных принципиально не отличается от:

1. распределения данных

2. спектра данных

3. суммы данных

4. частоты дискретизации

13) Для оценки статистической разницы нескольких выборок данных (больше двух) какой используют метод анализа?

1. ANOVA 2. ANOVA 3. AGAVA 4. IVANA

14) Какое значение разделяет распределение выборки данных на две равные по площади части?

1. среднее

2. медиана

3. мода

4. гистограмма

15) Какое значение определяет максимум функции распределения выборки данных?

1. среднее

2. медиана

3. мода

4. Гистограмма

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Сгенерировать два массива случайных чисел с нормальным распределением и построить графики средних значений для сравнения. Сравнить два набора с помощью статистических методов и обосновать выбор используемого метода, оценить уровень статистически достоверных различий.
2. На основе четырех наборов данных сделать оценку нормальности каждого набора, и оценить, есть ли среди наборов хоть один, статистически достоверно отличающийся от остальных. Построить графики распределений каждого набора.
3. Получить файл данных записи электрического потенциала и написать программу, которая по запросу выполняет следующие операции. Загружает файл для обработки, строит график сигнала, на котором обозначены оси и подписаны шкалы в секундах и микровольтах. Далее программа должна построить спектр Фурье от сигнала и также представить на графике справа от исходного сигнала в одном и том же окне.
4. Написать программу открытия текстового файла с несколькими столбиками цифровых значений и для каждого столбика вычислить - среднее значение, с.к.о. и провести тест на нормальность. Затем результаты представить в виде графика с столбиками.
5. Написать программу анализа двух заданных наборов данных в виде массивов целых чисел. Алгоритм программы должен: провести тест на нормальность распределений и в зависимости от результата выполнить статистический тест на разницу средних значений (тест Стьюдента или тест Мана-Уиттн). Результаты вывести на экран.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

ения компет енций)							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».



	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

##### Оценочное средство - Задания

##### Экзамен

##### Критерии оценивания (Задания - Экзамен)

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**Типовые задания (Задания - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1**  
(Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Сгенерировать два массива случайных чисел с нормальным распределением и построить графики средних значений для сравнения. Сравнить два набора с помощью статистических методов и обосновать выбор используемого метода, оценить уровень статистически достоверных различий.

2. На основе четырех наборов данных сделать оценку нормальности каждого набора, и оценить, есть ли среди наборов хоть один, статистически достоверно отличающийся от остальных. Построить графики распределений каждого набора.

3. Получить файл данных записи электрического потенциала и написать программу, которая по запросу выполняет следующие операции. Загружает файл для обработки, строит график сигнала, на котором обозначены оси и подписаны шкалы в секундах и микровольтах. Далее программа должна построить спектр Фурье от сигнала и также представить на графике справа от исходного сигнала в одном и том же окне.

4. Написать программу открытия текстового файла с несколькими столбиками цифровых значений и для каждого столбика вычислить - среднее значение, с.к.о. и провести тест на нормальность. Затем результаты представить в виде графика с столбиками.

5. Написать программу анализа двух заданных наборов данных в виде массивов целых чисел. Алгоритм программы должен: провести тест на нормальность распределений и в зависимости от результата выполнить статистический тест на разницу средних значений (тест Стьюдента или тест Мана-Уиттни). Результаты вывести на экран.

### **Оценочное средство - Контрольные вопросы**

#### **Экзамен**

### **Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо»,

Оценка	Критерии оценивания
	при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1** (Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Опишите основные типы представления экспериментальных данных на компьютере?
2. В каком виде представляются гистограммы значений? Как вычисляется гистограмма?
3. Сравнение наборов данных - т-тест, тест Уилкоксона. Когда применяются и в чем различия?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2** (Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. В среде Python сгенерировать массив из тысячи случайных чисел с нормальным распределением и представить на графике гистограмму данных
2. В среде Python сгенерировать два набора случайных чисел со средними значениями, равными 0 и 0.1, и сравнить с помощью теста Стьюдента
3. В программе Excel построить диаграмму из трех средних значений, полученных из трех выборок случайных чисел и отметить стандартные квадратичные ошибки на каждом

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

## Основная литература:

1. Гашев Сергей Николаевич. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : Учебное пособие для вузов / Гашев С. Н., Бетляева Ф. Х., Лупинос М. Ю. - Москва : Юрайт, 2021. - 207 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02265-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=765592&idb=0>.

## Дополнительная литература:

1. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica / Трухачев Н.В. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=643671&idb=0>.

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

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>  
[webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)  
[www.scopus.com](http://www.scopus.com)  
[elsevierscience.ru](http://elsevierscience.ru)  
[elibrary.ru](http://elibrary.ru)

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Казанцев Виктор Борисович, доктор физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Заведующий кафедрой: .

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.