

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  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**

***Математические методы в биологии***

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.12 «Математические методы в биологии» относится к обязательной части ООП направления подготовки <b>06.03.01 Биология</b>

### Целями освоения дисциплины являются:

- дать студентам развернутое представление об основах статистического анализа случайных величин, каковыми являются любые биологические характеристики, а также выработать навыки работы с различного рода совокупностями случайных величин, встречающимися в биомедицинской практике;
- предоставить набор методов для анализа совокупности случайных величин, являющихся результатами биомедицинских экспериментов или наблюдений и характеризующих рассматриваемый биологический объект;
- сформировать навыки по использованию программного обеспечения в своей профессиональной деятельности;
- научить применению компьютерных методов статистической обработки данных биомедицинских исследований.

### 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**	
<b>ОПК-6.</b> Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и	<b>ОПК-6.1</b> Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований	<i>Знает</i> основные понятия теории вероятностей и математической статистики, принципы проведения исследований	<i>Тест Практические задания</i>
	<b>ОПК-6.2</b> Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в	<i>Умеет</i> ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач	

естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	профессиональной деятельности;		
	ОПК-6.3 Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками использования языка R для статистического оценивания и проверки гипотез	
<b>ОПК-7.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-7.1 Знает: - принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных	<i>Знает</i> основные методы описания и анализа данных, типы графического представления результатов исследования	<i>Тест Практические задания</i>
	ОПК-7.2 Умеет: - использовать современные информационные технологии для саморазвития и профессиональной деятельности и делового общения	<i>Уметь</i> выбирать оптимальный способ графического представления данных и результатов исследований	
	ОПК-7.3 Владеет: - культурой библиографических исследований и формирования библиографических списков	<i>Владеть</i> навыками анализа применяемых в библиографических источниках статистических методов для решения задач профессиональной деятельности	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>26</b>
- занятия семинарского типа	<b>12</b>
- занятия лабораторного типа	
<b>самостоятельная работа</b>	<b>33</b>
<b>КСР</b>	<b>1</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лабораторного типа	Занятия практического типа	Всего	
Тема 1. Основные понятия количественного анализа данных	10	6		6	4
Тема 2. Основы программирования на языке R	8		3	3	5
Тема 3. Элементы теории вероятностей	10	6		6	4
Тема 4. Основы базовой графической системы R	7		3	3	4
Тема 5. Нормальное распределение	10	6		6	4
Тема 6. Описательная статистика и визуализация данных в R	7		3	3	4
Тема 7. Проверка статистических гипотез	10	6		6	4
Тема 8. Нормальное распределение и проверка гипотез	9	2	3	5	4
В т.ч. текущий контроль	1				
Промежуточная аттестация в форме зачета					
Итого	72	26	12	39	33

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

Практическая подготовка предусматривает: выполнение расчетно-графических заданий, собеседований, дискуссий.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 12 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

**- практических навыков** в соответствии с областью знания ОП:

- участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания.
- участие в планировании, проведении и представлении результатов реализации проектов в соответствующей области знания.
- участие в разработке и контроле эффективности и биобезопасности биологически активных веществ, лекарственных средств, а также биомедицинских изделий и здоровьесберегающих технологий

**- компетенций**

ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий практического типа, групповых или индивидуальных консультаций, путем проверки расчетно-графических заданий. Промежуточная аттестация осуществляется на зачете.

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

##### **Методические указания для обучающихся**

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретических сведений и отработку конкретных навыков работы в программной среде R, формирование культуры работы с данными.

*Цель самостоятельной работы* – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе

студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

### **Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

### **Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану**

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

### **Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

### **Самоподготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами. На практических занятиях формируются навыки работы в программной среде R. При подготовке к практическим занятиям следует руководствоваться тематическим планом и рекомендованной литературой, для чего необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме.

### **Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по учебной дисциплине «Математические методы в биологии» является зачет.

Бесспорным фактором успешного завершения очередного модуля является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины (семестра). В этом случае подготовка к зачету будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки рефератов по отдельным темам, наиболее заинтересовавшим студента;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

### Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

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 («Математические методы в биологии», <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3169>) созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>).

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже минимальны	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,

	теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	х требований. Имели место грубые ошибки.	знаний. Допущено много негрубых ошибок.	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	соответствующем программе подготовки, без ошибок.	превышающую 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 отдельными несущественным 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 владения материалом. 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет включает устную и практическую часть. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть зачета предусматривает решение расчетной задачи.



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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	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»
	<b>хорошо</b>	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»
	<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»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Общая структура научного исследования. Наблюдения эксперименты.	ОПК-6
Принципы планирования эксперимента.	ОПК-6
Типы переменных. Матрица данных.	ОПК-6
Отношения между переменными.	ОПК-6
Выборочный метод.	ОПК-6
Репрезентативность.	ОПК-6
Описание количественных данных: меры положения.	ОПК-7
Описание количественных данных: меры разброса.	ОПК-7
Принципы построения гистограммы.	ОПК-7
Виды распределений: модальность, скошенность.	ОПК-7
Процентили и квантили.	ОПК-7
Диаграмма размахов.	ОПК-7

Описание качественных данных.	ОПК-7
Случайные события. Алгебра событий. Теорема сложения вероятностей.	ОПК-6
Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.	ОПК-6
Повторение испытаний. Формула Бернулли.	ОПК-6
Случайные величины. Распределение вероятностей.	ОПК-6
Общая характеристика нормального распределения.	ОПК-6
z-преобразование.	ОПК-6
Плотность распределения.	ОПК-6
Функция распределения.	ОПК-6
Диагностика нормального распределения: визуальные средства.	ОПК-7
Диагностика нормального распределения: формальные критерии.	ОПК-7
Структура статистического критерия. Гипотезы.	ОПК-6
Процедура проверки гипотез.	ОПК-6
Критериальная статистика. р-значение.	ОПК-6
Ошибки статистических критериев.	ОПК-6
Односторонние и двусторонние критерии.	ОПК-6
Расчет вероятности попадания в интервал.	ОПК-6
Расчет вероятностей отклонения от среднего.	ОПК-6
Стандартная ошибка.	ОПК-6
Доверительный интервал.	ОПК-6
Доверительная вероятность.	ОПК-6
Использование нормального распределения для проверки гипотез.	ОПК-6

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-6

1. R – это свободно распространяемая версия:

- а) языка программирования C;    б) языка программирования S;  
в) программы Statistica;    г) среды вычислений Matlab.

2. Результат выражения  $19 \% 5 * 3$ :

- а) 4;    б) 12;    в) 9;    г) NA.

3. Какая из функций осуществляет округление?

- а) average();    б) sqrt();    в) abs();    г) ceiling().

4. Какая из перечисленных операций присваивания не может быть выполнена?

- а)  $a = b = 5$ ;    б)  $7 \rightarrow d \rightarrow f$ ;    в)  $6 = r = s$ ;    г)  $w <- 5 \rightarrow z$ .

5. Какая команда не создает вектор (5, 5, 5, 3, 3, 3, 1, 1, 1)?

- а)  $c(c(5,5,5), c(3,3,3), c(1,1,1))$ ;    б)  $rep(5:1, by = -2, each = 3)$ ;  
в)  $c(rep(5,3), rep(3,3), rep(1,3))$ ;    г) все создают.

6. Результат выражения  $rep(1:5, times = 3)[20]$  :

- а) 1;    б) 2;    в) 3;    г) NA.

7. Оператор обращения к элементам вектора:

- а) ();    б) [];    в) {};    г) [[]].

8. Что произойдет в результате выполнения выражения `xx <- 1:100; yy <- xx(xx < 30)`:  
а) в вектор `yy` будут выбраны первые тридцать элементов вектора `xx`;  
б) в вектор `yy` будут выбраны первые двадцать девять элементов вектора `xx`;  
в) в вектор `yy` будут выбраны все элементы вектора `xx`;  
г) произойдет ошибка.

9. Результат выражения `as.logical(-15)`:  
а) TRUE; б) FALSE; в) NA; г) 0.

10. Результат выражения `typeof(TRUE + FALSE)` :  
а) logical; б) integer; в) 1; г) FALSE.

### 5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. Число братьев и сестер у пациента является переменной следующего типа:  
а) альтернативная; б) категориальная; в) дискретная; г) непрерывная.

2. Какая из переменных является категориальной?  
а) рост; б) концентрация гемоглобина;  
в) тип опухоли; г) возраст.

3. Выборочная статистика – это:  
а) среднее и стандартное отклонение;  
б) точечная оценка генерального среднего;  
в) количественный показатель, рассчитываемый на основе выборочных данных;  
г) количественный показатель, используемый для проверки статистической гипотезы.

4. Множество, представляющее интерес для исследователя, осуществляющего статистический анализ, называется:  
а) выборка; б) генеральная совокупность; в) проба; г) описательная статистика.

5. 10 студентов писали тест и получили следующие баллы: 5, 7, 2, 1, 3, 4, 8, 8, 6, 6. Какова медиана этой выборки?  
а) 4.5; б) 5; в) 5.5; г) 6.

6. В результате исследования получено стандартизованное значение  $z = -1.99$ . Какое из утверждений не соответствует действительности?  
а) стандартное отклонение отрицательно; б) данное значение меньше среднего;  
в) данное значение отклоняется от среднего почти на два стандартных отклонения;  
г) все утверждения верны.

7. Какие из двух утверждений верны?  
I. Чем больше асимметрия распределения, тем меньше разница между медианой и средним.  
II. Чем больше дисперсия, тем меньше стандартное отклонение.  
а) оба верны; б) утверждение I верно, утверждение II неверно;  
в) утверждение II верно, утверждение I неверно; г) оба неверны.

8. Какое из утверждений относительно нулевой дисперсии неверно?  
а) отсутствует изменчивость данных;

- б) дисперсия всегда равна нулю в выборке объемом  $n = 1$ ;
- в) стандартное отклонение равно нулю;
- г) все утверждения верны.

9. Выборочное распределение – это:

- а) распределение значений статистики для каждого из элементов генеральной совокупности;
- б) распределение значений статистики для каждой выборки из генеральной совокупности заданного объема;
- в) распределение значений статистики для всех возможных выборок из генеральной совокупности;
- г) распределение значений статистики во всех выборках данного исследования.

10. Какова площадь под кривой стандартного нормального распределения левее  $z = -1.4$ :

- а) 0.04;                      б) 0.08;                      в) 0.16;                      г) 0.8.

11. Нулевая и альтернативная гипотезы формулируются относительно:

- а) выборочных данных;                      б) выборочных статистик;
- в) параметров генеральной совокупности;                      г) параметров выборочной совокупности.

12. Выберите корректную нуль-гипотезу

- а)  $H_0: \mu \neq 12$ ; б)  $H_0: \bar{x} = 12$ ; в)  $H_0: \bar{x} > 12$ ; г)  $H_0: \mu = 12$ .

13. Уровень значимости – это:

- а) вероятность того, что в условиях нуль-гипотезы будет получено такое же либо более экстремальное значение критериальной статистики;
- б) пороговое значение вероятности, выше которого нуль-гипотеза отвергается;
- в) максимально допустимая вероятность ошибки первого рода;
- г) максимально допустимая вероятность ошибки второго рода.

14. При использовании критерия Шапиро-Уилка получено р-значение 0.03. Это значит, что:

- а) выборка соответствует нормальному распределению;
- б) нуль-гипотезу о характере распределения выборки, отвергнуть нельзя;
- в) выборка отклоняется от нормального распределения на 5%-ном уровне значимости;
- г) среднее генеральной совокупности не отличается от нуля.

15. Доверительный интервал уменьшится в случае:

- а) увеличения стандартного отклонения; б) уменьшения объема выборки;
- в) увеличения стандартной ошибки;                      г) уменьшения доверительной вероятности.

#### 5.2.4. Типовые практические задания для проверки сформированности компетенции ОПК-6

##### Задание 1:

1. Вычислите следующее выражение:

$$1.06 + \frac{(3.85 - 2.77)^3}{4.56}$$

2. Вычислите следующее выражение:

$$\sin \frac{(3.68 + 2.93)^4}{1 + 1.71}$$

3. Создайте переменную a и присвойте ей значение 2.82. Создайте переменную b и присвойте ей значение 3.83.
4. Вычислите квадрат суммы значений a и b и присвойте результат переменной d.
5. Округлите d до третьего знака после запятой, результат присвойте той же переменной и выведите в консоль.
6. Вычислите остаток от деления d на 2 и присвойте результат переменной residual.
7. Выведите в консоль список имен всех переменных рабочего пространства.
8. Удалите переменную a из рабочего пространства.
9. Выведите в консоль текущую рабочую директорию.
10. Сохраните рабочее пространство в файл hw1.surname.rda, где surname - фамилия (предпочтительно - латиницей).
11. Сохраните итоговый скрипт в файл hw1.surname.r.
12. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw1, где group - номер группы.

### **Задание 2:**

1. Создайте следующий вектор n1 без использования функции конкатенации c():  
## (1, 1.7, 2.4, 3.1, 3.8, 4.5, 5.2, 5.9, 6.6)
2. Создайте следующий вектор n2 с помощью функции rep():  
## (-1, 8, 9, -1, 8, 9, -1, 8, 9, -1, 8)
3. Вычислите отношение суммы элементов 5 и 7 вектора n1 к сумме элементов 5 и 11 вектора n2.
4. Вычислите квадратный корень от произведения длин векторов n1 и n2.
5. Объедините в вектор n3 вектор n1 и все элементы вектора n2 за исключением 3-го и 11-го.
6. Замените элемент 17 вектора n3 натуральным логарифмом элемента 10 вектора n2.
7. Создайте следующий логический вектор index:  
## (TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, TRUE)
8. Выберите четные элементы вектора n1 с помощью логического вектора index.
9. Выберите из вектора n3 все элементы, которые не равны 4.15.
10. Выберите из вектора n2 все отрицательные элементы.
11. Создайте текстовый вектор роет из первой строфы стихотворения 'Зимнее утро' А.С. Пушкина таким образом, чтобы каждая строка соответствовала одному элементу.
12. Вычислите число символов третьей строки из вектора роет.
13. Создайте вектор letters, составленный из первых букв каждой из строк вектора роет.
14. Сохраните вектора n1, n2, n3 и роет в файл surname.hw2.rda.
15. Сохраните итоговый скрипт в файл surname.hw2.r.
16. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw2.

### **Задание 3:**

1. У нас есть пять наблюдений температуры в градусах Цельсия: 22, 16, 19, 14 и 22. Создайте из них вектор t.celsius. Преобразуйте значения температуры в градусы Фаренгейта и сохраните результат в вектор t.fahrenheit.

2. Создайте следующий вектор n1 с помощью векторизованных арифметических операций:  

$$(0.06^0 * 0.51^1, 0.06^4 * 0.51^5, 0.06^8 * 0.51^9, \dots, 0.06^{28} * 0.51^{29})$$
3. Создайте следующий вектор n2 с помощью векторизованных арифметических операций:  

$$(\frac{2}{2}, \frac{2^2}{4}, \frac{2^3}{6}, \dots, \frac{2^{25}}{50})$$
4. Рассчитайте следующую сумму:  

$$\sum_{i=4}^{14} (2 * i^3 + i^4)$$
5. Вычислите сумму чисел от 8 до 83, кратных 4, с использованием функции sum().
6. Следующая команда генерирует набор из 250 случайных чисел от 1 до 1000.  
`n3 <- sample(1:1000, 250)`  
 Выполните ее. Выберите в вектор n4 элементы вектора n3, превышающие среднее значение.
7. Вычислите произведение 9 наименьших элементов вектора n3.
8. Вычислите сумму обычных рангов 10 последних элементов вектора n3.
9. Вычислите сумму рангов элементов с 218-го по 229-й вектора n3 при ранжировании от большего к меньшему.
10. Сохраните вектора t.fahrengelt, n2, n3 и n4 в файл surname.hw4.rda.
11. Сохраните итоговый скрипт в файл surname.hw3.r.
12. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw3.

## 5.2.5. Типовые практические задания для проверки сформированности компетенции ОПК-7

### Задание 1:

Описание данных. В файле benthos.xls содержатся данные о видовой структуре макрозообентоса р. Кудьма, собранные на 16 станциях (переменная site) в 2012-2013 гг (переменная dt). Данные представляют собой значения биомассы (bm), численности (den) и видового богатства (S) макрозообентоса, а также значения индексов разнообразия Шеннона (H) и Симпсона (C) и индекса доминирования Симпсона (Ds).

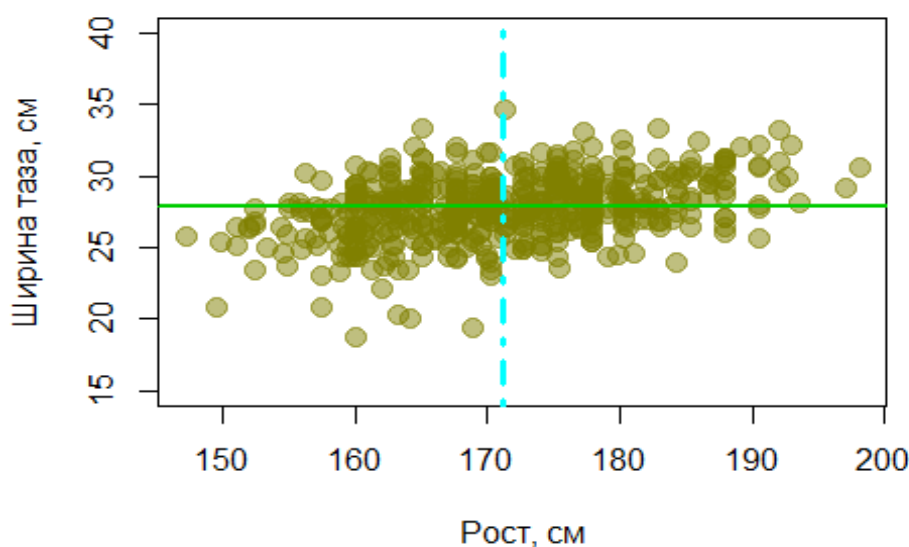
1. Загрузите основной блок данных во фрейм bent программным способом (не используя буфер обмена).
2. Выведите в консоль размерность импортированного фрейма.
3. Вычислите, сколько наблюдений фрейма bent содержат полные данные (в соответствующих строках нет значений NA).
4. Рассчитайте среднее численности зообентоса.
5. Выберите в новый фрейм bent1 данные за октябрь 2013 г.  
 Указание: создайте логический вектор с использованием оператора сравнения и используйте его для индексирования исходного фрейма.
6. Рассчитайте среднее индекса разнообразия Шеннона по данным за выбранную дату.
7. Выберите в новый фрейм bent2 данные по 5 станции.

8. Рассчитайте, сколько раз в данных по выбранной станции встречается минимальное значение видового богатства.  
Указание: рассчитайте минимум, используйте оператор сравнения и суммирование полученного логического вектора.
9. Рассчитайте разность средних значений индекса разнообразия Симпсона станций 4 и 11.
10. Сохраните фреймы bent1 и bent2 в файл surname.hw5.rda.
11. Сохраните итоговый скрипт в файл surname.hw5.r.
12. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw5.

### **Задание 2:**

Описание данных. В пакете openintro содержится набор данных bdims. Это морфометрические данные 507 физически активных людей. Набор содержит 25 переменных, расшифровку имен переменных можно найти на странице справки, которую можно открыть с помощью команды помощи ?bdims.

1. Загрузите пакет openintro.
2. Активируйте набор данных bdims.
3. Постройте график зависимости окружности колена от диаметра локтя. Используйте заливные круги темно-зеленого цвета. Подпишите оси, добавьте заголовок.
4. Постройте график зависимости окружности талии от окружности плеча для людей ниже среднего роста. Типом значков закодируйте пол, цветом - возраст (старше либо младше 25 лет). Подпишите оси, добавьте заголовок и легенду.
5. Максимально точно воспроизведите следующий график.



6. Сохраните итоговый скрипт в файл surname.hw6.r.
7. Отправьте скрипт на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw6.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Гмурман В. Е. - Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для студентов вузов. - М.: Высшая школа, 2003. - 479 с. (40 экземпляров в библиотеке ННГУ)

2. Динамические системы и модели в биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111928.html>

б) дополнительная литература:

1. Вуколов Э. А. - Основы статистического анализа: практикум по стат. методам и исслед. операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособие по специальности "Менеджмент организации". - М.: Форум, 2012. - 464 с. (50 экземпляров в библиотеке ННГУ)

2. Бычков А. Г. - Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и методам оптимизации: учеб. пособие для студентов учеб. заведений сред. проф. образования. - М.: Форум, 2011. - 224 с. (100 экземпляров в библиотеке ННГУ)

3. Наглядная статистика. Используем R! [Электронный ресурс] / А.Б. Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова, А.И. Коробейников, С.А. Назарова, С.В. Петров, В.Г. Суфиянов. - М. : ДМК Пресс, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940748281.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.r-project.org/> – R Project: The R Project for Statistical Computing.

2. <http://cran.r-project.org/> – CRAN: The Comprehensive R Archive.

3. <http://www.rstudio.com/> – R Studio web-site.

4. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/> – электронный учебник по статистике и планированию эксперимента.

5. <http://r-analytics.blogspot.ru/> – R: Анализ и визуализация данных.

6. <http://www.r-bloggers.com/> – R-bloggers: R news and tutorials contributed by (552) R bloggers.

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран; компьютеры, программное обеспечение - среда для анализа данных R).

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.

Автор \_\_\_\_\_ д.б.н., заведующий кафедрой экологии Якимов В.Н.

Заведующий кафедрой экологии \_\_\_\_\_ д.б.н., доцент В.Н. Якимов

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.