

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)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ _____ Ведунова М.В.
« 30 » августа 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математические методы в биологии

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

Квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород

2020 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математические методы в биологии» относится к вариативной части ОПОП по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**. Дисциплина обязательна для освоения в 8 семестре 4 года обучения.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Математические методы в биологии», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными навыками, полученными в рамках изучения дисциплин «Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика и медицинская информатика».

К моменту изучения дисциплины студенты владеют теоретическими основами базовых математических дисциплин, у студентов присутствуют устойчивые навыки применения математических методов для решения прикладных задач, навыки работы в специализированных программных продуктах.

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 (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК-3:</i> способность к применению социально-гигиенических методик сбора и медико-статистического анализа информации о показателях здоровья взрослого населения и подростков (базовый этап формирования)	<i>З (ПК-3) Знать</i> основные понятия теории вероятностей и математической статистики, основные методы описания данных. <i>У (ПК-3) Уметь</i> ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов. <i>В (ПК-3) Владеть</i> соответствующими приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований.
<i>ПК-6:</i> способность к применению системного анализа в изучении биологических систем	<i>З (ПК-6) Знать</i> принципы, технические средства и методы организации биомедицинского эксперимента. <i>У (ПК-6) Уметь</i> использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского

(начальный этап формирования)	эксперимента. <i>В (ПК-6) Владеть</i> технологиями автоматизации биомедицинских исследований.
<i>ПК-10</i> - готовность к участию в оценке качества оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей (начальный этап формирования)	<i>З (ПК-10) Знать</i> основные медико-статистические показатели. <i>У (ПК-10) Уметь</i> оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей; <i>В (ПК-10) Владеть</i> навыками использования основных медико-статистических показателей;

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 65 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лабораторного типа, 32 часа занятия практического типа, 1 час мероприятия текущего контроля), 7 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица

Содержание дисциплины (модуля)

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 о типа	Занятия практического о типа	Всего	
Тема 1. Основные понятия количественного анализа данных	8	8		8	
Тема 2. Основы программирования на языке R	9		8	8	1
Тема 3. Элементы теории вероятностей	9	8		8	1
Тема 4. Основы базовой графической системы R	9		8	8	1
Тема 5. Нормальное распределение	9	8		8	1
Тема 6. Описательная статистика и визуализация данных в R	9		8	8	1
Тема 7. Проверка статистических гипотез	9	8		8	1
Тема 8. Нормальное распределение и проверка гипотез	9		8	8	1
В т.ч. текущий контроль	1				
Промежуточная аттестация в форме зачета					
Итого	72			65	7

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

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лабораторных и практических занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций, используемые на занятиях лабораторного и практического типа:

- мастер-классы;
- решение задач;
- регламентированная самостоятельная деятельность студентов.

На лабораторных и практических занятиях более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем: Основы программирования на языке R, основы базовой графической системы R, Описательная статистика и визуализация данных в R, основные понятия количественного анализа данных, элементы теории вероятностей, нормальное распределение, проверка статистических гипотез, нормальное распределение и проверка гипотез.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

а. 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 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.

Вопросы промежуточного контроля (зачет):

1. Общая структура научного исследования. Наблюдения и эксперименты.
2. Принципы планирования эксперимента.
3. Типы переменных. Матрица данных.
4. Отношения между переменными.
5. Выборочный метод.
6. Репрезентативность.
7. Описание количественных данных: меры положения.
8. Описание количественных данных: меры разброса.
9. Принципы построения гистограммы.
10. Виды распределений: модальность, скошенность.
11. Процентили и квантили.
12. Диаграмма размахов.
13. Описание качественных данных.
14. Случайные события. Алгебра событий. Теорема сложения вероятностей.
15. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
16. Повторение испытаний. Формула Бернулли.
17. Случайные величины. Распределение вероятностей.
18. Общая характеристика нормального распределения.
19. z-преобразование.
20. Плотность распределения.
21. Функция распределения.
22. Диагностика нормального распределения: визуальные средства.
23. Диагностика нормального распределения: формальные критерии.
24. Структура статистического критерия. Гипотезы.
25. Процедура проверки гипотез.
26. Критериальная статистика. p-значение.
27. Ошибки статистических критериев.
28. Односторонние и двусторонние критерии.
29. Расчет вероятности попадания в интервал.
30. Расчет вероятностей отклонения от среднего.
31. Стандартная ошибка.
32. Доверительный интервал.
33. Доверительная вероятность.
34. Использование нормального распределения для проверки гипотез.

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.

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

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-3: способность к применению социально-гигиенических методик сбора и медико-статистического анализа информации о показателях здоровья взрослого населения и подростков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«не зачтено»		«зачтено»				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<i>Знать</i> основные понятия теории вероятностей и математической статистики, основные методы описания данных	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительно материала без ошибок и погрешностей
<i>Уметь</i> ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов	Полное отсутствие умения	Частичное отсутствие умения ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов	Умение ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов при наличии существенных ошибок	Умение ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов при наличии незначительных ошибок	Умение ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов с пометками	Умение без ошибок ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов	Умение в совершенстве ориентироваться в основных алгоритмах статистической обработки данных для решения практических задач и графического представления результатов
<i>Владеть</i> соответствующим и приемами программирования	Полное отсутствие владения	Частичное отсутствие владения	Наличие минимальных навыков	Посредственное владение соответствующим	Достаточное владение соответствующим	Хорошее владение соответствующими	Всестороннее владение соответствующими приемами

я, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований		соответствующими приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований	владения соответствующими приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований	юющими приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований	уюющими приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований	приемами программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований	программирования, компьютерными методами обработки данных биомедицинских исследований
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-6: способность к применению системного анализа в изучении биологических систем

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«не зачтено»		«зачтено»				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<i>Знать</i> принципы, технические средства и методы организации биомедицинского эксперимента	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<i>Уметь</i> использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента	Полное отсутствие умения	Частичное отсутствие умения использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента	Умение использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента при наличии существенных ошибок	Умение использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента при наличии незначительных ошибок	Умение использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента с пометками	Умение без ошибок использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента	Умение в совершенстве использовать экспериментальные планы при организации биомедицинского эксперимента
<i>Владеть</i> технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Полное отсутствие владения	Частичное отсутствие владения технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Наличие минимальных навыков владения технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Посредственное владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Достаточное владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Хорошее владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований	Всестороннее владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований

		инских исследования ний	биомедицинских исследований	исследований	исследований	ний	
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-10 - готовность к участию в оценке качества оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Незачтено		Зачтено				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>ПК-10</u> <u>Знать</u> основные медико-статистические показатели	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<u>Уметь</u> оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей	Полное отсутствие умения	Отсутствие умения оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей	Умение оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей при допущении грубых ошибок	Умение оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей с незначительными ошибками	Умение оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей с небольшими погрешностями	Умение оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей без ошибок	Умение в совершенстве оценивать качество оказания первой медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей
<u>Владеть</u> навыками использования основных медико-статистических показателей	Полное отсутствие навыков	Отсутствие навыков использования основных медико-статистических показателей	Наличие минимальных навыков использования основных медико-статистических показателей	Посредственное владение навыками использования основных медико-статистических показателей	Достаточное владение навыками использования основных медико-статистических показателей	Хорошее владение навыками использования основных медико-статистических показателей	Всестороннее владение навыками использования основных медико-статистических показателей
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

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	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя. Практическая часть выполнена, допускаются негрубые ошибки. Выполнение контрольных заданий от 50 до 100 %.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Практическая часть не выполнена либо выполнена с грубыми ошибками. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование;
- устные и письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания, включающие одну или несколько задач (вопросов).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Типовые тестовые задания по теоретической части:

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.

Типовые тестовые задания по практической части:

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 -> d -> f`; в) `6 = r = s`; г) `w <- 5 -> 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)` :

a) logical; б) integer; в) 1; г) FALSE.

Типовые расчетно-графические задания:

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 `poem`.
14. Сохраните вектора `n1`, `n2`, `n3` и `poem` 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:

$$\left(\frac{2}{2}, \frac{2^2}{4}, \frac{2^3}{6}, \dots, \frac{2^{25}}{50}\right)$$
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.fahrenheit`, `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`.

Задание 4:

1. Создайте следующую матрицу `m1`:

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7]
## [1,] 370 373 376 379 382 385 388
## [2,] 391 394 397 400 403 406 409
## [3,] 412 415 418 421 424 427 430
## [4,] 433 436 439 442 445 448 451
## [5,] 454 457 460 463 466 469 472
## [6,] 475 478 481 484 487 490 493
## [7,] 496 499 502 505 508 511 514
```
2. Выберите в матрицу `m2` элементы матрицы `m1`, находящиеся на пересечении строк 2, 5 и 7, и столбцов 1, 2 и 4.

3. Рассчитайте минимум элементов матрицы m2.
4. Рассчитайте произведение элементов столбца 1 матрицы m1.
5. Создайте следующие вектора:

```
## [1] 15 18 13 17 16 4 19
```

```
## [1] 3 10 11 1 15 9 13
```

Объедините их в матрицу с помощью функции cbind().
6. Создайте следующий список ls:

```
## $matrix
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
```

```
## [1,] 370 373 376
```

```
## [2,] 391 394 397
```

```
## [3,] 412 415 418
```

```
##
```

```
## $boolean
```

```
## [1] TRUE TRUE TRUE FALSE FALSE FALSE
```

```
##
```

```
## $n
```

```
## [1] 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
```
7. Рассчитайте среднее значение элементов матрицы, содержащейся в списке ls. Для обращения к ней используйте оператор [[]].
8. Рассчитайте отношение 2-го и 5-го элементов вектора, содержащегося в списке ls. Для обращения к вектору используйте оператор \$.
9. Преобразуйте логический вектор, содержащийся в списке ls, в числовой вектор и вычислите его сумму.
10. Выведите в консоль структуру списка ls.
11. Сохраните итоговый скрипт в файл surname.hw4.r.
12. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw4.

Задание 5:

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).

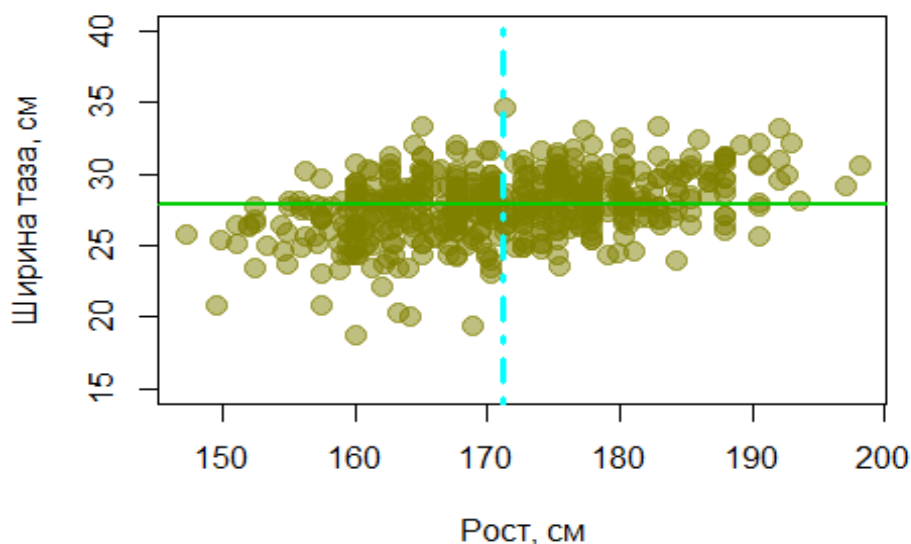
1. Загрузите основной блок данных во фрейм bent программным способом (не используя буфер обмена).
2. Выведите в консоль размерность импортированного фрейма.
3. Вычислите, сколько наблюдений фрейма bent содержат полные данные (в соответствующих строках нет значений NA).
4. Рассчитайте среднее численности 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 6:

Описание данных. В пакете openintro содержится набор данных bdim. 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 bdim.
3. Постройте график зависимости окружности колена от диаметра локтя. Используйте заливку кругов 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.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД.

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

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

а) основная литература:

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.
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.
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) 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.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**.

Автор _____ д.б.н., проф. кафедры экологии Якимов В.Н.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой экологии _____ д.б.н., проф. Д.Б. Гелашвили

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института биологии и биомедицины от «30» августа 2020 года, протокол № 14.