



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Ефремов Е.Л.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента математики



(подпись)

Заболотский В.С.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная статистика и многомерные статистические
методы анализа биологических и медицинских данных

Направление подготовки 01.04.01 Математика

Математика и моделирование сложных систем

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 16 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 6 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 34 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 74 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 октября 2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математики
протокол № 6 от « 28 » декабря 2021 г.

Директор департамента Заболотский В.С.

Составитель

д.ф.-м.н. Жданова О.Л.

Владивосток

2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Прикладная статистика и многомерные статистические методы анализа биологических и медицинских данных» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 01.04.01 Математика, магистерской программы «Математика и моделирование сложных систем».

Дисциплина «Прикладная статистика и многомерные статистические методы анализа биологических и медицинских данных» входит в блок дисциплин по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.04), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается экзаменом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа (74 час., в том числе 27 час. на подготовку к экзамену).

Язык реализации – русский.

Цель: научиться обрабатывать массивы биологических и медицинских данных в соответствии с поставленной задачей; научиться анализу, оценке, интерпретации полученных результатов и обоснованию выводов, построению моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к области профессиональной деятельности; освоить проведение статистической обработки данных с помощью инструментальных средств.

Задачи:

- Научиться ориентироваться в постановке задачи статистической обработки экспериментальных данных и определять, каким образом следует искать средства ее решения.
- Привить навыки анализа, синтеза и критического резюме информации.
- Научиться разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания.
- Освоить навыки проведения научных экспериментов, оценивания результатов исследований.

Для успешного изучения дисциплины «Прикладная статистика и многомерные статистические методы анализа биологических и медицинских данных» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность применять аппарат математического анализа, линейной алгебры, теории вероятности и математической статистики;
- способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования

- способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
проектно-технологический	ПК-6 Способен разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	ПК-6.1 Обосновывает необходимость работы над конкретным проектом, проводит анализ и дает оценку его эффективности, осуществляет защиту предлагаемого проекта, показывает его востребованность на выбранном рынке
		ПК-6.2 Применяет методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике
организационно-управленческий	ПК-7 Способен к применению методов математического и алгоритмического моделирования для организации управленческой деятельности	ПК-7.1 Проводит анализ необходимых для реализации проекта ресурсов, оценивает временные затраты на реализацию проекта, собирает и обрабатывает информацию для принятия управленческих решений
		ПК-7.2 Применяет на практике математические методы анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-6.1 Обосновывает необходимость работы над конкретным проектом, проводит анализ и дает оценку его эффективности, осуществляет защиту предлагаемого проекта, показывает его востребованность на выбранном рынке	Знает основы работы над конкретным проектом, проведения анализа и оценки его эффективности, защиты предлагаемого проекта
	Умеет обосновывать необходимость работы над конкретным проектом, проводить анализ и давать оценку его эффективности, осуществлять защиту предлагаемого проекта, показывать его востребованность на выбранном рынке
	Владеет методикой проведения анализа и оценки его эффективности, защиты предлагаемого проекта
ПК-6.2 Применяет методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике	Знает теорию построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике.
	Умеет разрабатывать, анализировать и применять математические модели для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике
	Владеет методами построения, анализа и применения

	математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике.
ПК-7.1 Проводит анализ необходимых для реализации проекта ресурсов, оценивает временные затраты на реализацию проекта, собирает и обрабатывает информацию для принятия управленческих решений	Знает теорию анализа необходимых для реализации проекта ресурсов, оценки временных затрат на реализацию проекта
	Умеет провести анализ необходимых для реализации проекта ресурсов, оценку временных затрат на реализацию проекта, сбор и обработку информации для принятия управленческих решений.
	Владеет методиками анализа необходимых для реализации проекта ресурсов, оценки временных затрат на реализацию проекта, сбора и обработки информации для принятия управленческих решений
ПК-7.2 Применяет на практике математические методы анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект	Знает основы применения математических методов анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект
	Умеет применять на практике математические методы анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект
	Владеет практикой применения математических методов анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов). Форма обучения – очная.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Введение в прикладную статистику и многомерные статистические методы	3	8	10		22		УО-1, ПР-6
2	Раздел 2. Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными	3	8	8		25		УО-1, ПР-6
Итого:			16	18		47	27	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (16 часов)

Раздел I. Введение в прикладную статистику и многомерные статистические методы (8 часов)

Тема 1. Классические методы статистики. Проверка гипотез (4 часа)

Формы представления данных. Понятие признакового пространства. Распределение и характеристики многомерной совокупности. Статистические оценки параметров. Проверка гипотезы о равенстве средних и дисперсий двух генеральных совокупностей: в независимых и зависимых выборках, параметрические и непараметрические критерии. Рандомизация, бутстреп и оценка статистической мощности. Введение в дисперсионный анализ. Оценка корреляции двух случайных величин. Критерий хи-квадрат. Точный тест Фишера.

Тема 2. Дисперсионный анализ (4 часа)

Протокол разведочного анализа данных. Проверка исходных предположений параметрического дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ как линейная модель. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису. Модели двух- и

многофакторного дисперсионного анализа. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Апостериорные сравнения групповых средних.

Раздел II. Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными (8 часов)

Тема 3. Простая регрессия (2 часа)

Назначение регрессионных моделей. Простая линейная регрессия. Оценка качества регрессионной модели. Проверка допущений в отношении остатков модели. Модели регрессии при разных видах функции потерь. Робастные процедуры. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии.

Тема 4. Множественная регрессия (2 часа)

Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации. Диагностика моделей множественной регрессии. Сравнение нескольких альтернативных моделей. Гребневая регрессия и Лассо-регрессия Тибширани. Регрессия на главные компоненты. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании.

Тема 5. Обобщенные, структурные и иные модели регрессии (4 часа)

Модели сглаживания. Ядерная модель сглаживания и сплайны. Обобщенные модели регрессии. Модели пробит- и логит-регрессии. Модели с нормально распределенным откликом. Модели с бинарным откликом. Ковариационный анализ. Модели со смешанными эффектами для иерархически организованных данных. Моделирование структурными уравнениями.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Начала работы с пакетом R, знакомство с синтаксисом языка R. Работа с данными. Графика (2 часа).

Занятие 2. Статистические оценки параметров и проверка статистических гипотез. (2 часа).

Занятие 3. Рандомизация, бутстреп и оценка статистической мощности. Оценка корреляции двух случайных величин. Критерий хи-квадрат. Точный тест Фишера. (2 часа).

Занятие 4. Параметрический дисперсионный анализ. Проверка исходных предположений. Апостериорные сравнения групповых средних. (2 часа).

Занятие 5. Непараметрические методы дисперсионного анализа. Непараметрические тесты для апостериорных сравнений групповых средних. (2 часа).

Занятие 6. Простая линейная и нелинейные модели регрессии. Оценка качества регрессионной модели и проверка допущений модели. Робастные процедуры. (2 часа).

Занятие 7. Множественная регрессия (2 часа).

Занятие 8. Модели сглаживания (2 часа).

Занятие 9. Модели пробит- и логит-регрессии (2 часа).

Задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа №1. Классификация без обучения.

Кластерный анализ

Параметрический и непараметрический случай классификации без обучения. Основные типы задач и алгоритмов кластерного анализа. Иерархические и последовательные кластер-процедуры.

Самостоятельная работа №2. Классификация при наличии обучающих выборок. Дискриминантный анализ

Параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов. Непараметрический дискриминантный анализ. Оценка качества дискриминантной функции и информативность отдельных признаков.

Самостоятельная работа №3. Компонентный анализ

Снижение размерности исследуемых многомерных признаков и отбор наиболее информативных показателей. Задача компонентного анализа. Метод главных компонент. Основные числовые характеристики и свойства оптимальности главных компонент.

Самостоятельная работа №4. Факторный анализ

Факторный анализ: общий вид линейной модели, основные задачи и вопросы идентификации. Методы определения факторных нагрузок. Вращение пространства общих факторов. Статистическая оценка надежности решений.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы	15 часов	Работа на практических занятиях (ПР-6) УО-1 (собеседование/устный опрос)
2	1-4 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-3(презентация / сообщение) ПР-12 (контрольно-расчётная работа)
3	5-8 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-3(презентация / сообщение) ПР-12 (контрольно-расчётная работа)
4	9-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-3(презентация / сообщение) ПР-12 (контрольно-расчётная работа)
5	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 5	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-3(презентация / сообщение)

				ПР-12 (контрольно-расчётная работа)
6	16-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	27 часов	экзамен
Итого:			74 часа	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь

при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки

Самостоятельная работа №1. От обучающегося требуется:

1. Знать основы кластерного анализа, в т.ч. параметрический и непараметрический случай классификации без обучения.
2. Изучить основные типы задач и алгоритмов кластерного анализа. Иерархические и последовательные кластер-процедуры.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности в понимании материала.

Самостоятельная работа №2. От обучающегося требуется:

1. Знать основы дискриминантного анализа, в т.ч. параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов.
2. Знать непараметрический дискриминантный анализ.
3. Иметь представления о методах оценки качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности в понимании материала.

Самостоятельная работа №3. От обучающегося требуется:

1. Знать основы компонентного анализа, методы снижения размерности исследуемых многомерных признаков и отбора наиболее информативных показателей.
2. Иметь представление о задачах компонентного анализа, методе главных компонент.
3. Знать основные числовые характеристики и свойства оптимальности главных компонент.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам

оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности в понимании материала.

Самостоятельная работа №4. От обучающегося требуется:

1. Знать основы факторного анализа, общий вид линейной модели, основные задачи и вопросы идентификации.
2. Изучить методы определения факторных нагрузок, вращения пространства общих факторов.
3. Иметь представление о статистической оценке надежности решений.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности в понимании материала.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Введение в прикладную статистику и многомерные статистические методы	ПК-6.1 Обосновывает необходимость работы над конкретным проектом, проводит анализ и дает оценку его эффективности, осуществляет защиту предлагаемого проекта, показывает его востребованность на выбранном	Знает основы работы над конкретным проектом, проведения анализа и оценки его эффективности, защиты предлагаемого проекта	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 1-11
			Умеет обосновывать необходимость работы над конкретным проектом, проводить анализ и давать оценку его эффективности, осуществлять защиту предлагаемого проекта, показывать его востребованность на выбранном рынке	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	

		рынке	Владеет методикой проведения анализа и оценки его эффективности, защиты предлагаемого проекта	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ПК-6.2 Применяет методы построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике	Знает теорию построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике.	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 1-11
	Умеет разрабатывать, анализировать и применять математические модели для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике		УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		
	Владеет методами построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических процессов и явлений в работе над проектом по выбранной тематике.		ПР-12 контрольно-расчетная работа		
		ПК-7.1 Проводит анализ необходимых для реализации проекта ресурсов, оценивает временные затраты на реализацию проекта, собирает и обрабатывает информацию для принятия управленческих решений	Знает теорию анализа необходимых для реализации проекта ресурсов, оценки временных затрат на реализацию проекта	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 1-11
	Умеет провести анализ необходимых для реализации проекта ресурсов, оценку временных затрат на реализацию проекта, сбор и обработку информации для принятия управленческих решений.		УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		
	Владеет методиками анализа необходимых для реализации проекта ресурсов, оценки временных затрат на реализацию проекта, сбора и обработки информации для принятия управленческих решений		ПР-12 контрольно-расчетная работа		
2	Раздел 2. Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными	ПК-7.2 Применяет на практике математические методы анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и	Знает основы применения математических методов анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 12-23

		распределения обязанностей в команде, реализующей проект	Умеет применять на практике математические методы анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет практикой применения математических методов анализа данных в профессиональной сфере, технологии организации и распределения обязанностей в команде, реализующей проект	ПР-12 контрольно- расчетная работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Мастицкий С. Э., Шитиков В. К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М: ДМК Пресс, 2015. 496 с.
2. Шитиков В.К., Мастицкий С.Э. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. 2017. 351 с. – Электронная книга–
Режим доступа: <https://ranalytics.github.io/data-mining/>
3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. - Тольятти: Кассандра, 2013. - 314 с. Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/default.htm>
4. Р.И. Кабаков R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. Полины А. Волковой. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 588 с.
5. Колдаев, В. М. Основные приемы статистики в медико-биологических исследованиях: учебное пособие / В. М. Колдаев, А. В. Кропотков; Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии

Дальневосточного отделения Российской академии наук, Тихоокеанский государственный медицинский университет. Владивосток: Медицина ДВ, 2019 – 99 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:879541&theme=FEFU>

6. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. — 459 с. – Режим доступа: <http://medstatistic.ru/articles/glantz.pdf>

Дополнительная литература

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов. – М.: Ю Н И Т И, 1998. . – 1022 с.

2. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:46908&theme=FEFU>

3. Кокс Д., Снелл Э. Прикладная статистика. Принципы и примеры. М.: Мир, 1984. - 200 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:50252&theme=FEFU>

4. А.Б. Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова, А.И. Коробейников, С.А.Назарова, С.В. Петров, В.Г. Суфиянов. Наглядная статистика. Используем R! – М.: ДМК Пресс, 2012. – 298 с. – Режим доступа: <http://herba.msu.ru/shipunov/school/books/rbook.pdf>

5. Справочник по прикладной статистике / Под ред. Э. Ллойда. - М.: Финансы и статистика, 1989.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. R — объектно-ориентированная статистическая среда. URL: <http://herba.msu.ru/shipunov/software/r/r-ru.htm>

2. Introduction to Applied Statistics: Lecture Notes. URL: <https://people.richland.edu/james/lecture/m113/>

3. Journal of Applied Statistics. URL:

<http://www.tandfonline.com/loi/cjas20#.VkrLPXbhDq4>

4. Annals of Applied Statistics. URL: <http://imstat.org/aoas/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется свободно распространяемое программное обеспечение MS Excel, GNU R.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие большую часть аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
D820 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (36 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF	

	ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718.	
D732 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (45 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA.	

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Прикладная статистика и многомерные статистические методы анализа биологических и медицинских данных» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
 2. Презентация / сообщение (УО-3)
- Письменные работы:
1. Лабораторная работа (ПР-6)
 2. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Прикладная статистика и многомерные статистические методы анализа биологических и медицинских данных» проводится в соответствии с локальными нормативными

актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса и решение задачи.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу. На решение задачи выделяется дополнительно 45 минут.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента) не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на зачёт с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено», которая вносится в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Формы представления данных. Понятие признакового пространства. Распределение и характеристики многомерной совокупности. Статистические

оценки параметров.

2. Проверка гипотезы о равенстве средних и дисперсий двух генеральных совокупностей: в независимых и зависимых выборках. Параметрические критерии.

3. Непараметрические критерии проверка гипотезы о равенстве средних и дисперсий двух генеральных совокупностей.

4. Рандомизация, бутстреп и оценка статистической мощности.

5. Оценка корреляции двух случайных величин. Критерий хи-квадрат. Точный тест Фишера.

6. Дисперсионный анализ. Протокол разведочного анализа данных.

7. Проверка исходных предположений параметрического дисперсионного анализа.

8. Дисперсионный анализ как линейная модель. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа.

9. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису.

10. Модели двух- и многофакторного дисперсионного анализа.

11. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Апостериорные сравнения групповых средних.

12. Назначение регрессионных моделей. Простая линейная регрессия. Оценка качества регрессионной модели. Проверка допущений в отношении остатков модели.

13. Модели регрессии при разных видах функции потерь. Робастные процедуры.

14. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии.

15. Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации.

16. Диагностика моделей множественной регрессии. Сравнение нескольких альтернативных моделей.

17. Гребневая регрессия и Лассо-регрессия Тибширани. Регрессия на главные компоненты.

18. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании.

19. Модели сглаживания. Ядерная модель сглаживания и сплайны.

20. Обобщенные модели регрессии. Модели пробит- и логит-регрессии.

21. Модели с нормально распределенным откликом. Модели с бинарным откликом.

22. Ковариационный анализ. Модели со смешанными эффектами для иерархически организованных данных.

23. Моделирование структурными уравнениями.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.
«хорошо»	Студент показывает знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.
«удовлетворительно»	Студент показывает фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.
«неудовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, практических работ, контрольно-расчетных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса

Раздел 1.

1. Формы представления данных. Понятие признакового пространства. Распределение и характеристики многомерной совокупности. Статистические оценки параметров.

2. Проверка гипотезы о равенстве средних и дисперсий двух генеральных совокупностей: в независимых и зависимых выборках. Параметрические критерии.

3. Непараметрические критерии проверка гипотезы о равенстве средних и дисперсий двух генеральных совокупностей.

4. Рандомизация, бутстреп и оценка статистической мощности.

5. Оценка корреляции двух случайных величин. Критерий хи-квадрат. Точный тест Фишера.

6. Дисперсионный анализ. Протокол разведочного анализа данных.

7. Проверка исходных предположений параметрического дисперсионного анализа.

8. Дисперсионный анализ как линейная модель. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа.

9. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису.

10. Модели двух- и многофакторного дисперсионного анализа.

11. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Апостериорные сравнения групповых средних.

Раздел 2.

1. Назначение регрессионных моделей. Простая линейная регрессия. Оценка качества регрессионной модели. Проверка допущений в отношении остатков модели.

2. Модели регрессии при разных видах функции потерь. Робастные процедуры.

3. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии.

4. Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации.

5. Диагностика моделей множественной регрессии. Сравнение

нескольких альтернативных моделей.

6. Гребневая регрессия и Лассо-регрессия Тибширани. Регрессия на главные компоненты.

7. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании.

8. Модели сглаживания. Ядерная модель сглаживания и сплайны.

9. Обобщенные модели регрессии. Модели пробит- и логит-регрессии.

10. Модели с нормально распределенным откликом. Модели с бинарным откликом.

11. Ковариационный анализ. Модели со смешанными эффектами для иерархически организованных данных.

12. Моделирование структурными уравнениями.

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика презентаций

1. Классификация без обучения. Кластерный анализ. Параметрический и непараметрический случай классификации без обучения.

2. Основные типы задач и алгоритмов кластерного анализа. Иерархические и последовательные кластер-процедуры.

3. Классификация при наличии обучающих выборок. Дискриминантный анализ. Параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов.

4. Непараметрический дискриминантный анализ. Оценка качества дискриминантной функции и информативность отдельных признаков.

5. Компонентный анализ. Снижение размерности исследуемых многомерных признаков и отбор наиболее информативных показателей.

6. Метод главных компонент. Основные числовые характеристики и свойства оптимальности главных компонент.

7. Факторный анализ: общий вид линейной модели, основные задачи и

вопросы идентификации.

8. Методы определения факторных нагрузок. Вращение пространства общих факторов. Статистическая оценка надежности решений.

Критерии оценки презентации

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие Проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Отсутствует иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина. Иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей заимствован	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Представлен иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов. Представлен самостоятельно сделанный иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Тематика контрольно-расчетных работ

1. Классификация без обучения. Кластерный анализ.
2. Классификация при наличии обучающих выборок.

Дискриминантный анализ.

3. Снижение размерности исследуемых многомерных признаков и отбор наиболее информативных показателей. Метод главных компонент.
4. Факторный анализ

Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме. Продемонстрировал понимание используемых методов и правильную интерпретацию полученных результатов.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Не демонстрирует понимания применяемых методов и их ограничений. Не дает правильной интерпретации полученных результатов.