

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Прикладная статистика
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Математическое моделирование и компьютерные технологии Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра математических основ управления
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, профессор

О.Ю. Бахтеев

Программа обсуждена на заседании кафедры математических основ управления 15.05.2020

## Аннотация

Курс посвящен основным методам прикладной статистики.

Основной целью данного курса является изучение типовых прикладных задач и возможных методов их решения. Значительное внимание уделяется анализу статистических моделей и полученных с их помощью результатов. Рассматриваются различные способы обработки данных, правильная комбинация которых позволяет нужным образом интерпретировать данные и получать значимые результаты.

Несмотря на прикладной характер, курс раскрывает многие теоретические аспекты применения статистических методов и является одним из основополагающих в области анализа данных. Для успешного освоения курса слушателю желательно знать основы теории вероятностей и математической статистики, а также владеть методами математического анализа, линейной алгебры, комбинаторного анализа.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Связать теорию и практику, научить студентов «видеть» статистические задачи в различных предметных областях, правильно применять методы статистического анализа данных, показать на практических примерах возможности и ограничения современных статистических методов. Курс имеет скорее методологическую, чем математическую направленность и не содержит доказательств теорем.

### Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с максимально широким спектром задач и методов прикладной статистики, включая дисперсионный анализ, корреляционный анализ, дискриминантный анализ, регрессионный анализ, анализ и прогнозирование временных рядов, анализ выживаемости, анализ панельных данных, факторный анализ, кластерный анализ, многомерное шкалирование, выборочный анализ, множественную проверку гипотез;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области статистического анализа;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области прикладной статистики.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории прикладной статистики;
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов прикладной статистики;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ новейшие численные методы эффективного решения задач прикладной статистики.

уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач прикладной статистики;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области прикладной статистики в устной и письменной форме.
- ☐ определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач прикладной статистики;
- ☐ пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и понятий;
- ☐ давать экспертную оценку финальным результатам решения.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач прикладной статистики;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов;
- ☐ предметным языком прикладной статистики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- ☐ навыками компьютерной обработки информации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Обзор необходимых сведений из теории вероятностей и математической статистики.	3	3		3
2	Проверка гипотез о положении и рассеивании (параметрические критерии для нормальных выборок).	3	3		3
3	Проверка гипотез о положении и рассеивании (непараметрические ранговые критерии).	3	3		3
4	Дисперсионный анализ (ANOVA).	3	3		3
5	Множественная проверка гипотез.	3	3		3
6	Корреляционный анализ. Факторный анализ.	3	3		3
7	Анализ регрессионных моделей. Непараметрическая регрессия. Анализ временных рядов.	3	3		3

8	Анализ выживаемости. Анализ панельных данных. Дискриминантный анализ.	3	3		3
9	Кластерный анализ. Выборочный анализ.	6	6		6
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

##### 1. Обзор необходимых сведений из теории вероятностей и математической статистики.

Понятия простой выборки и статистики. Примеры статистик: моменты, асимметрия и эксцесс, вариационный ряд, порядковые статистики, эмпирическое распределение. Проверка статистических гипотез: понятия критической области, критической функции, достигаемого уровня значимости, ошибок I и II рода. Односторонние и двусторонние критерии. Свойства критериев: несмещённость, состоятельность, мощность. Статистические точечные оценки и их свойства: несмещённость, состоятельность, эффективность, достаточность, робастность. Интервальные оценки, понятия доверительного интервала и коэффициента доверия. Доверительное оценивание по вариационному ряду. Доверительные интервалы для среднего и медианы. Метод доверительных интервалов Неймана.

##### 2. Проверка гипотез о положении и рассеивании (параметрические критерии для нормальных выборок).

Примеры прикладных задач из областей медицины, агрономии, маркетинга. Систематизация критериев. Проверка гипотезы равенства средних: критерий Стьюдента для одной и двух выборок, связанные выборки, гипотеза сдвига, метод множественных сравнений Шеффе, метод LSD. Пример: задача формирования ценовых коридоров. Проверка равенства дисперсий: критерии Фишера, Кокрена, Бартлетта. Проверка нормальности: критерии Колмогорова-Смирнова, омега-квадрат фон Мизеса, хи-квадрат Пирсона. Исторический пример: проверка закона Менделя А.Н. Колмогоровым. Упрощённые проверки по асимметрии и эксцессу. Эмпирические подтверждения ненормальности реальных измерений.

##### 3. Проверка гипотез о положении и рассеивании (непараметрические ранговые критерии).

Элементы теории измерений: номинальные, порядковые и количественные переменные; инварианты. Пример: маркетинговое исследование привлекательности продуктов (образовательных услуг); важность постановки вопросов при формировании анкет. Вариационный ряд, ранги и связки. Ранговые критерии: Уилкоксона–Манна–Уитни, критерий знаков, двухвыборочный критерий Уилкоксона, критерий Уилкоксона для связанных выборок, критерий Краскела–Уоллиса, критерий Зигеля–Тьюки, медианный одно-выборочный и двухвыборочный критерии. Доверительные интервалы для медианы (Уилкоксона–Мозеса) и сдвига (Уилкоксона–Тьюки). Множественные сравнения на основе рангов Фридмана.

##### 4. Дисперсионный анализ (ANOVA).

Модели факторного эксперимента. Примеры: факторы, влияющие на успешность решения математических задач; факторы, влияющие на объёмы продаж. Однофакторная параметрическая модель: метод Шеффе. Однофакторная непараметрическая модель: критерии Краскела-Уоллиса и Джонкхиера. Двухфакторная непараметрическая модель: критерии Фридмана и Пейджа. Примеры: сравнение эффективности методов производства, агротехнических приёмов. Двухфакторный нормальный анализ. Задачи ковариационного анализа.

#### 5. Множественная проверка гипотез.

Примеры прикладных задач, парадоксы множественной проверки гипотез. Методы, не предполагающие независимости признаков: поправка Бонферрони, метод Холма. Оптимальный метод Гуо для независимых компонент. Случай зависимых компонент.

#### 6. Корреляционный анализ. Факторный анализ.

Корреляция Пирсона, значимость коэффициента корреляции (критерий Стьюдента). Частная корреляция. Ранговая корреляция, коэффициенты корреляции Спирмена и Кенделла. Конкордация Кенделла. Анализ таблиц сопряженности: критерий согласия Пирсона, простая гипотеза, сложная гипотеза. Пример: задача о точности стрельбы. Парадокс хи-квадрат. Точный тест Фишера. Примеры: поиск схожих пользователей по посещаемости сайтов, анализ результатов партийных выборов.

Задачи сокращения числа признаков и определения эффективной размерности. Примеры прикладных задач. Метод главных компонент, его геометрическая интерпретация. Связь с сингулярным разложением. Выбор числа значимых факторов.

#### 7. Анализ регрессионных моделей. Непараметрическая регрессия. Анализ временных рядов.

Анализ структуры линейной регрессионной модели. Значимость коэффициентов линейной регрессии (проверка равенства коэффициентов нулю), вложенные модели линейной регрессии, критерий Фишера. Отбор информативных признаков, шаговая регрессия, преобразование признаков, метод главных компонент. Проверка адекватности модели. Выборочный коэффициент детерминации. Дисперсия остатков. Анализ регрессионных остатков: визуальный анализ. Непараметрические тесты: критерий Уилкоксона–Манна–Уитни, критерий Зигеля–Тьюки, критерий знаков, критерий серий, критерий экстремумов. Проверка нормальности остатков. Тест на корреляцию остатков, статистика Дарбина–Уотсона.

Ядерное сглаживание, формула Надарая–Ватсона. Разложение ошибки на вариацию и смещение. Выбор ядра и ширины окна. Окна переменной ширины. Доверительный интервал прогнозного значения отклика. Проблема выбросов, алгоритм LOWESS. Многомерная линейная регрессия с одномерным сглаживанием, метод итерационной настройки (backfitting). Примеры прикладных задач: анализ стиля управления инвестиционным портфелем, анализ деятельности паевых инвестиционных фондов. Регуляризация коэффициентов регрессии, медленно изменяющихся во времени.

Примеры: прогнозирование объёмов грузоперевозок, объёмов продаж, спроса и цен на электроэнергию. Основные компоненты эконометрических временных рядов: тренд, сезонность, календарные эффекты. Аддитивная и мультипликативная модели временного ряда. Регуляризация сезонного профиля на временных рядах с малым числом периодов. Статистические тесты для проверки гипотезы тренда: Аббе–Линника, Кокса–Стюарта, Фостера–Стюарта. Автокорреляционная функция. Коррелограмма и её интерпретация. Проверка гипотезы о равенстве нулю автокорреляции. Адаптивные методы прогнозирования: модели Брауна, Хольта, Хольта–Уинтерса, Тейла–Вейджа. Анализ адекватности адаптивных моделей, скользящий контрольный сигнал, модель Тригга–Лича. Обнаружение структурных изменений. Критерий Чоу. Адаптивная селекция и композиция моделей прогнозирования.

#### 8. Анализ выживаемости. Анализ панельных данных. Дискриминантный анализ.

Примеры задач из области медицины и оценивания срока службы технических устройств. Функция выживаемости и функция интенсивности рисков. Процедура Каплана–Мейера. Доверительный интервал выживаемости. Сравнение двух функций выживаемости: логранговый критерий, критерий Гехана. Случайные блуждания, задача о разорении игрока.

Примеры эконометрических задач: анализ стран, фирм, домашних хозяйств, телезрителей. Объединённая модель панельных данных. Модели панельных данных с фиксированными эффектами, со случайными эффектами, с временными эффектами. Модель несвязанных регрессий. Проблема выбора модели: F-тест Фишера, критерий множителей Лагранжа, критерий Хаусмана. Ротационная панель.

Примеры: задачи медицинской диагностики, кредитного скоринга, предсказания оттока клиентов. Байесовский классификатор. Непараметрическая оценка плотности распределения Парзена–Розенблатта, метод парзеновского окна. Логистическая регрессия. Оценивание апостериорных вероятностей. Пример: кредитный скоринг, оценивание вероятности дефолта, методика VaR, имитационное моделирование. Проблемы мультиколлинеарности и обобщающей способности. Отбор информативных признаков и преобразование признаков, метод главных компонент. Аппроксимация и регуляризация эмпирического риска в современных методах классификации. Вероятностная калибровка вещественнозначного классификатора, понятия о логит- и пробит-анализе, приложения в токсикологии и страховании.

#### 9. Кластерный анализ. Выборочный анализ.

Примеры задач кластеризации и таксономии. Модель смеси распределений и ЕМ-алгоритм. Метод k-средних. Агломеративная кластеризация, формула Ланса-Уильямса. Дендрограммы. Многомерное шкалирование: оптимизационные методы, факторные методы, карта сходства и диаграмма Шепарда. Примеры: анализ результатов партийных выборов, анализ посещаемости сайтов Интернет и визуальное представление персональных рекомендаций.

Простой случайный выбор. Приложения в социологии, выборочном контроле качества, маркетинге. Пропорциональный выбор и преимущества стратификации. Оценки достаточной длины выборки. Другие методы выбора: квотированный, кластерный, многоступенчатый кластерный. Выборочный контроль качества. Одноступенчатый и двухступенчатый план контроля. Оперативная характеристика плана контроля. Парадоксы выборочного контроля.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

Обеспечение самостоятельной работы: электронная библиотека МФТИ.

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Наглядная математическая статистика [Текст : учеб. пособие для вузов / М. Б. Лагутин .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007 .— 472 с.
2. Теория вероятностей и математическая статистика в задачах [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Ватутин [и др.] .— 3-е изд., испр. — М. : Дрофа, 2005 .— 315 с.

#### Дополнительная литература

1. Математическая статистика [Текст] : оценка параметров, проверка гипотез: учеб. пособие для вузов: доп. М-вом образования СССР / А. А. Боровков .— М. : Наука, 1984 .— 472 с.
2. Регрессионный анализ и его математическое обеспечение на ЕС ЭВМ [Текст] : практическое руководство / М. Л. Петрович .— М. : Финансы и статистика, 1982 .— 200 с.

### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

[www.MachineLearning.ru](http://www.MachineLearning.ru):

[http://www.MachineLearning.ru/wiki/index.php?title=Статистический\\_анализ\\_данных\\_\(курс\\_лекций,\\_К.В.Воронцов\)](http://www.MachineLearning.ru/wiki/index.php?title=Статистический_анализ_данных_(курс_лекций,_К.В.Воронцов))

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Не предусмотрено.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий курс "Прикладная статистика", должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы, методы доказательств.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях и в качестве курсового задания,
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

Литература для самостоятельной работы:

1. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. — Киев: Морион, 2002.
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика. Том 1. Теория вероятностей и прикладная статистика. — М.: Юнити, 2001.
3. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Том 2. Основы эконометрики. — М.: Юнити, 2001.
4. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс: учебное пособие — 7-е изд., испр. — М.: Дело, 2005.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. — М.: Физматлит, 2006.
6. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. — М.: Финансы и статистика, 2003.
7. Орлов А. И. Эконометрика. — М.: Экзамен, 2003.
8. Дж. Хей. Введение в методы байесовского статистического вывода. — М.: Финансы и статистика, 1987.
9. Good P. I., Hardin J. W. Common Errors in Statistics (and How to Avoid Them). — Wiley & Sons. 2009.
10. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. 2nd edition. — Springer, 2008. — 809 p.
11. Вучков И., Бояджиева А., Солаков Е. Прикладной линейный регрессионный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1987.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Математическое моделирование и компьютерные технологии Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра математических основ управления
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, профессор  
О.Ю. Бахтеев



## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладная статистика» обучающийся должен:

### знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории прикладной статистики;
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов прикладной статистики;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ новейшие численные методы эффективного решения задач прикладной статистики.

### уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач прикладной статистики;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области прикладной статистики в устной и письменной форме.
- ☐ определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач прикладной статистики;
- ☐ пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и понятий;
- ☐ давать экспертную оценку финальным результатам решения.

### владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач прикладной статистики;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов;
- ☐ предметным языком прикладной статистики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- ☐ навыками компьютерной обработки информации.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта в 8-ом семестре:

1. Понятия простой выборки и статистики. Примеры статистик: моменты, асимметрия и эксцесс, вариационный ряд, порядковые статистики, эмпирическое распределение.
2. Проверка гипотез о положении и рассеивании (параметрические критерии для нормальных выборок).
3. Проверка гипотез о положении и рассеивании (непараметрические ранговые критерии).
4. Дисперсионный анализ (ANOVA).
5. Множественная проверка гипотез.
6. Корреляционный анализ.
7. Факторный анализ.
8. Линейный регрессионный анализ.
9. Анализ регрессионных моделей.
10. Непараметрическая регрессия.
11. Анализ временных рядов.
12. Анализ выживаемости.
13. Анализ панельных данных.
14. Дискриминантный анализ.
15. Кластерный анализ.
16. Выборочный анализ.

Примеры билетов

Билет №1

1. Проверка гипотез о положении и рассеивании (параметрические критерии для нормальных выборок).
2. Кластерный анализ.

Билет №2

1. Корреляционный анализ.
2. Анализ панельных данных.

#### **Критерии оценивания**

«отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

«отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

«отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений;

«хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

«хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

«хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

«удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

«удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

«неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

«неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также калькулятором (при необходимости).

Дифференцированный зачет. проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме. Успешная сдача заданий является необходимым условием сдачи дифференцированного зачета.