

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

УТВЕРЖДЕНО

**и.о. директора физтех-школы
физики и исследований им.
Ландау**

А.А. Воронов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Практикум по прикладной статистике и машинному обучению
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра дискретной математики
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Н.А. Волков, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры дискретной математики 04.06.2020

Аннотация

Цель практикума по прикладной статистике и машинному обучению – развитие у студентов навыков решения реальных задач прикладной статистики и машинного обучения. Курс устанавливает межпредметные связи между изучаемыми параллельно предметами «Прикладная статистика» и «Машинное обучение и анализ данных». Слушатели учатся готовить наборы данных для анализа и применять существующее программное обеспечение на языке Python для решения задач прикладной статистики и построения моделей машинного обучения.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Развитие у студентов навыков решения реальных задач прикладной статистики и машинного обучения с использованием языка программирования Python. Обучение на практике использования процедуры, функции языка программирования Python и современные библиотеки машинного обучения для решения реальных практических задач.

Задачи дисциплины

- установление межпредметных связей между предметами «Прикладная статистика» и «Машинное обучение»;
- обучение практическому применению прикладной статистики и машинного обучения для решения реальных задач;
- обучение самостоятельной реализации методов прикладной статистики и машинного обучения в виде программ.
- приобретение навыков оформления результатов исследования и обоснования построенных моделей;
- приобретение практических навыков программирования на языке Python, включая работу с современными библиотеками машинного обучения.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)

ограничения различных методов решения	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
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
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- характеристики статистических рядов распределений,
- методы проверки статистических гипотез,
- статистические методы изучения связей,
- методы анализа данных, их свойства и способы использования,
- базовые модели машинного обучения,
- подходы к визуализации результатов анализа,
- основные объекты, процедуры и библиотеки языка Python, необходимые для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

уметь:

- проверять статистические гипотезы,
- выбирать и реализовывать подходящую для практической задачи модель машинного обучения;
- обосновывать оценку качества модели и метода выбора наилучшей модели;
- готовить данные для анализа,
- подбирать гиперпараметры модели,
- оформлять результаты исследования;
- работать с современными библиотеками машинного обучения;
- применять основные объекты и процедуры языка Python, необходимые для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

владеть:

- основными методами машинного обучения.
- навыками выбора наилучшей модели для машинного обучения;
- средствами разработки и тестирования программного кода на языке Python, объектами и средствами, предлагаемыми стандартными библиотеками, необходимыми для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

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	Статистические ряды распределений и их характеристики			3	6
2	Выборочный метод. Проверка статистических гипотез.			3	6
3	Статистические методы изучения связей.			3	6
4	Модели машинного обучения			3	6
5	Метод ближайших соседей			3	6
6	Методы восстановления плотности и байесовские классификаторы			3	6
7	Логистическая регрессия и метод опорных векторов			3	6
8	Бустинг над решающими деревьями			3	6
9	Визуализация и кластеризация			3	6
10	Нейронные сети			3	6
Итого часов				30	60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 3 (Осенний)

1. Статистические ряды распределений и их характеристики

Атрибутивный и вариационный (дискретный, интервальный) ряды распределений. Варианта, частота, плотность распределения. Графическое изображение рядов распределения. Статистические таблицы.

2. Выборочный метод. Проверка статистических гипотез.

Статистические гипотезы. Основные понятия. Гипотезы о законе распределения. Гипотезы о числовом значении генерального среднего и дисперсии.

3. Статистические методы изучения связей.

Дисперсионный анализ. Корреляционно-регрессионный анализ.

4. Модели машинного обучения

Обучение с учителем. Обучение без учителя.

5. Метод ближайших соседей

Метрический классификатор и метод ближайших соседей. Вычисления оценок сходства между объектами.

6. Методы восстановления плотности и байесовские классификаторы

Оптимальный байесовский классификатор. Задача восстановления плотности распределения. Наивный байесовский классификатор. Непараметрическая оценка плотности. Нормальный дискриминантный анализ. Разделение смеси распределений.

7. Логистическая регрессия и метод опорных векторов

Аппроксимация эмпирического риска. Линейный классификатор и линейная регрессия. Метод стохастического градиентного спуска. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов.

8. Бустинг над решающими деревьями

Решающие деревья. Случайный лес. Бустинг и бэггинг. Примеры решающих деревьев. Информативность. Алгоритмы построения решающих деревьев.

9. Визуализация и кластеризация

Качество кластеризации. Статистические, эвристические методы кластеризации. Иерархическая кластеризация. Сети Кохонена.

10. Нейронные сети

Модель нейрона, однослойная сеть. Метод обратного распространения ошибки для двухслойной нейросети. Методы оптимизации для нейронных сетей. Функции активации. Проблема затухания и взрыва градиента. Dropout. Batch Normalization. Автоэнкодеры. Сверточные нейронные сети.

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

Компьютерный класс, оснащенный компьютерами с установленным ПО среды программирования Python. Или стандартная учебная аудитория и ноутбуки с установленным ПО среды программирования Python.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Машинное обучение [Текст] = Real-World Machine Learning / Х. Бринк, Дж. Ричардс, М. Феверолф .— СПб. : Питер, 2017 .— 336 с.: ил. — (Библиотека программиста). - 1000 экз. - ISBN 978-5-496-02989-6.) .— Полный текст (Доступ из сети МФТИ / Удаленный доступ).
2. Python и машинное обучение [Текст] = Python Machine Learning : крайне необходимое издание по новейшей предсказательной аналитике для более глубокого понимания методологии машинного обучения / С. Рашка; пер. с англ. А. В. Логунова .— М. : ДМК Пресс, 2017 .— 418 с.: ил. - Предм. указ.: с. 408-417. - 200 экз. - ISBN 978-5-97060-409-0 (в пер.) .— Полный текст (Доступ из сети МФТИ / Удаленный доступ).
3. Прикладная математическая статистика [Текст] : для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь .— 2-е изд., испр. / [Научное изд.] .— М. : Физматлит, 2012 .— 816 с. — (Современные методы в математике). - Библиогр.: с. 737-759. - Предм. указ.: с. 806-810. - Имен. указ.: с. 811-813. - 500 экз. - ISBN 978-5-9221-1375-5 (в пер.) .— Полный текст (Доступ из сети МФТИ / Удаленный доступ).

Дополнительная литература

1. Прикладная статистика. Принципы и примеры [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. Кокс, Э. Снелл ; пер. с англ. Е. В. Чепурина ; под ред. Ю. К. Беляева .— М. : Мир, 1984 .— 200 с.
2. Математические основы машинного обучения и прогнозирования [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. В. Вьюгин ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), Лаб. структурных методов анализа данных в предсказательном моделировании (ПреМоЛаб), Ин-т проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН .— М. : МЦНМО, 2013 .— 304 с. - Библиогр.: с. 301-304. - 800 экз. - ISBN 978-5-4439-0111-4 .— Полный текст (Доступ из сети МФТИ / Удаленный доступ).

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

Не используются

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Также занятия могут проходить в дистанционном виде посредством видеоконференции. Среда программирования: Python.

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

Студент, изучающий дисциплину, 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 и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

1. По каждой теме практикума предлагается ряд практических задач, которые студенту необходимо решить за заданное время.
2. Рекомендуется успешно сдавать все работы практикума в срок, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.
3. Роль преподавателя на семинарах – консультация студентов по возникающим в ходе решения задач и написания кода программ вопросам.
4. Задания практикума могут выдаваться и оцениваться дистанционно.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра дискретной математики
курс:	2
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	Н.А. Волков, ассистент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
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
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Практикум по прикладной статистике и машинному обучению» обучающийся должен:

знать:

- характеристики статистических рядов распределений,
- методы проверки статистических гипотез,
- статистические методы изучения связей,
- методы анализа данных, их свойства и способы использования,
- базовые модели машинного обучения,
- подходы к визуализации результатов анализа,
- основные объекты, процедуры и библиотеки языка Python, необходимые для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

уметь:

- проверять статистические гипотезы,
- выбирать и реализовывать подходящую для практической задачи модель машинного обучения;
- обосновывать оценку качества модели и метода выбора наилучшей модели;
- готовить данные для анализа,
- подбирать гиперпараметры модели,
- оформлять результаты исследования;
- работать с современными библиотеками машинного обучения;
- применять основные объекты и процедуры языка Python, необходимые для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

владеть:

- основными методами машинного обучения.
- навыками выбора наилучшей модели для машинного обучения;
- средствами разработки и тестирования программного кода на языке Python, объектами и средствами, предлагаемыми стандартными библиотеками, необходимыми для решения задач прикладной статистики и машинного обучения.

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

Примеры домашнего задания

1. Обычно применяемое лекарство снимает послеоперационные боли у 70% пациентов. Новое лекарство, применяемое для тех же целей, помогло 90 пациентам из первых 100 оперированных. Можно ли на уровне значимости $\alpha = 0,05$ считать, что новое лекарство лучше? А на уровне $\alpha = 0,01$?
2. Рассчитайте среднегодовую заработную плату работников школы по имеющимся данным

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

1. Чем отличаются задачи обучения с учителем от обучения без учителя?
2. На какие виды делится обучение с учителем?
3. Что такое главные компоненты в методе главных компонент?
4. Как при построении случайного леса получаются разные решающие деревья?
5. Имеет ли смысл проводить беггинг над линейной регрессией?
6. Какой глубины стоит брать решающие деревья для построения бустинга? А для случайного леса?
7. В каком пространстве происходит градиентный спуск при построении градиентного бустинга?
8. В чем отличие XGBoost от простого градиентного бустинга?
9. Можно ли с помощью SVM получить нелинейный классификатор?
10. Что такое нейрон?

11. Из чего состоит слой в нейронной сети?
12. В чем проблема затухания градиента в нейронной сети?

Примеры контрольных заданий 2 семестра (экзамен):

Программа:

3. Постройте ряд распределения студентов по успеваемости: 2, 3, 3, 4, 2, 5, 5, 3, 3, 4, 5, 4, 5, 5, 5, 4, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 4, 4, 4. Подсчитайте локальные и накопительные частоты. Постройте полигон и кумуляту распределения. Определите моду, медиану, среднюю, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

4. На экзамене по истории студенты получили оценки:

3 4 4 4 3 4

3 4 3 5 4 4

5 5 2 3 2 3

3 4 4 5 3 3

5 4 5 4 4 4

Построить дискретный вариационный ряд распределения студентов по баллам и изобразить его графически.

5. Подготовка 9-ти школьников по физике была проведена при поступлении в олимпиадную школу, а затем после двух недель занятий. Итоги проверки в баллах оказались следующими:

(в 1-й строке число баллов при поступлении, во 2-й – после двух недель занятий)

Требуется на уровне значимости 0,05 установить, значимо или незначимо улучшилась подготовка школьников, в предположении, что число баллов распределено нормально.

6. Обычно применяемое лекарство снимает послеоперационные боли у 80% пациентов. Новое лекарство, применяемое для тех же целей, помогло 90 пациентам из первых 100 оперированных. Можно ли на уровне значимости $\alpha = 0,05$ считать, что новое лекарство лучше? А на уровне $\alpha = 0,01$?

7. Рассчитать среднегодовую заработную плату работников образовательной сферы по имеющимся данным.

8. Исходя из данных таблицы постройте причинно-следственные связи и помогите учащимся с профориентацией

9. Пусть имеется m наблюдений, каждому из которых соответствует запись в таблице. Все записи принадлежат какому-либо классу. Необходимо определить класс для новой записи.

10. Имеется множество объектов X и конечное множество имён классов Y . Множество прецедентов $X \times Y$ является вероятностным пространством с известной плотностью распределения $p(x, y) = P(y)p(x|y)$. Вероятности появления объектов каждого из классов $P_y = P(y)$ известны и называются априорными вероятностями классов. Плотности распределения классов $p_y(x) = p(x|y)$ также известны и называются функциями правдоподобия классов. Требуется построить алгоритм $a(x)$, минимизирующий вероятность ошибочной классификации.

11. Имеется множество прецедентов $X_\ell = (x_i, y_i)$ $\ell = 1, \dots, n$, выбранных случайно и независимо из неизвестного распределения $p(x, y) = P_y p_y(x)$. Требуется построить эмпирические оценки \hat{P}_y априорных вероятностей P_y и функций правдоподобия $\hat{p}_y(x)$ для каждого из классов $y \in Y$, которые приближали бы, соответственно, вероятности P_y и функции $p_y(x)$ на всём множестве X .

12. Найти наиболее подходящую линию, или гиперплоскость разделяющую данные на два класса.

13. Датасет Титаник содержит данные пассажиров корабля. Цель задачи — построить модель, которая лучшим образом сможет предсказать, остался ли произвольный пассажир в живых или нет.

14. Стоит или нет выдавать кредит клиенту по имеющимся данным?

15. Представьте, что вы министр образования страны котиков. Вам нужно решить какие школы лучше: маленькие или большие.

Вы решили, что нужно сравнить их по результатам единого кошачьего экзамена (ЕКЭ). Предлагается посмотреть на средний результат по школам: отсортировать по нему и сделать выводы исходя из топ 10 лучших школ.

Вам дан датасет `cat_exam_data.csv`

Описание данных:

`school` -- номер школы;

`test_score` -- результат одного ученика из этой школы;

`number_of_students` -- кол-во учеников в школе.

Приведены данные по всем ученикам из 500 школ страны котиков.

16. Есть распределение точек на плоскости, некоторые сливаются в области. В какую область попадет новая точка на плоскости?

17. Задан набор объектов, каждому объекту сопоставлен вектор значений признаков (строка таблицы). Требуется разбить эти объекты на классы эквивалентности.

Критерии оценивания

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

оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые были самостоятельно обнаружены и исправлены;

оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые после указания экзаменатора были самостоятельно исправлены;

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

оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает небольшие ошибки в ответе и (или) при решении задач;

оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но отвечает неуверенно и (или) допускает ошибки при решении задач;

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

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеющему некоторыми разделами учебной программы, но умеющему применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, 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;

оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, показавшему полное незнание учебной программы дисциплины.

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

Итоговая аттестация по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Дифференцированный зачет проводится в письменной форме.