

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы бизнеса
высоких технологий**

М.В. Сигова

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Работа с данными
по направлению:	Наукоёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Создание и развитие высокотехнологичного бизнеса Физтех-школа бизнеса высоких технологий Физтех-школа бизнеса высоких технологий
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 80 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 50 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 70 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Программу составил: М.В. Сигова, д-р экон. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании Физтех-школы бизнеса высоких технологий 17.05.2021

Аннотация

Дисциплина «Работа с данными» направлена на формирование у студентов компетенций, знаний, умений и навыков по большим данным и искусственному интеллекту, анализу данных на Python, жизненному циклу DS/AI моделей и их реализации в Библиотеке моделей, машинному обучению, основам Python и SQL, основам проектирования Business Intelligence, работе с суперкомпьютером Кристофари и сервисом ML Space.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- Познакомить с основными понятиями о данных, базовыми понятиями ИИ
- Дать общее представление о машинном обучении
- Познакомить с существующими задачами ИИ и основными моделями машинного обучения
- Показать возможности Python при работе с данными
- Сформировать понимание и практические навыки работы с жизненным циклом моделей и инструментом AC «Библиотека моделей»
- Развить практические навыки применения методов машинного обучения
- Погрузить слушателей в основы языка программирования Python
- Дать углубленный уровень овладения знаниями и компетенциями по языку манипуляции данными и определения данных SQL
- Дать представление о современных BI-системах, их функционале и областях их применения в бизнес-структурах
- Познакомить с организацией задач машинного обучения на суперкомпьютере Кристофари"

Задачи дисциплины

- Рассказать, что такое Data Science и как работают алгоритмы машинного обучения для глубокого анализа данных, а также о подходах к управлению в data-driven компании.
- Научить работать с данными и дать понимание принципов интеллектуальной обработки данных.
- Рассмотреть работу с библиотеками Python
- Научить применять базовые алгоритмы машинного обучения
- Рассмотреть базовые элементы приложений и панелей индикаторов на примере ПО QlikView
- Научить ориентироваться в платформе ML Space"

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-1.3 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-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
ОПК-2 Способен формулировать задачи разработки и внедрения новой наукоемкой	ОПК-2.1 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной и прикладной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

продукции и обосновывать методы их решения	ОПК-2.2 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-2.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
ОПК-3 Способен самостоятельно получать новые знания, умения и навыки для решения задач разработки и внедрения новой наукоемкой продукции	ОПК-3.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
	ОПК-3.2 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	ОПК-3.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен формулировать, формировать и применять критерии оценки эффективности результатов разработки и внедрения новой наукоемкой продукции	ОПК-4.2 Владеет современными методиками и критериями оценки эффективности разработки и внедрения новой наукоемкой продукции
	ОПК-4.1 Способен аргументировано выбирать эффективный способ проведения исследования и разработки проекта создания новой наукоемкой продукции, способен сформулировать критерии этого выбора
ОПК-5 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для профессиональной сферы деятельности	ОПК-5.1 Владеет знаниями и навыками использования информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-5.2 Способен применить знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
ОПК-7 Способен использовать на практике умения и навыки принятия и экономического обоснования управленческих решений в сфере создания новых наукоемких технологий и продуктов	ОПК-7.2 Знаком с экономическими основаниями оценки эффективности и способен применить эти знания при принятии управленческих решений в сфере инноваций и высоких технологий
	ОПК-7.3 Обладает практическим опытом принятия решений в управлении инновационными проектами
	ОПК-7.1 Знает теорию и владеет современными методами принятия управленческих решений
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:

- Что такое данные, какими они могут быть, каковы их особенности и области применения; источники данных, особенности анализа и хранения данных разных типов
- Как работает искусственный интеллект
- Что такое структуры данных, работа с индексами, чистка данных, математические операции, операции объединения данных, агрегирование и визуализация данных
- Что такое жизненный цикл моделей
- Что такое регламент жизненного цикла моделей (ЖЦМ)
- Структуру, средства и назначение BI-систем в бизнес-процессах
- Основы ETL-процессов и ассоциативной модели QlikView
- Как загружать данные в хранилище"

уметь:

- Составлять базовые конструкции в SQL
- Интерпретировать полученные с помощью искусственного интеллекта результаты
- Работать с индексами, агрегировать и визуализировать данные
- Управлять проектами, которые используют анализ данных
- Формулировать задачи анализа данных в промышленности
- Решать задачи анализа данных, используя язык программирования Python, а также оценивать качество получившегося решения.
- Использовать АС «Библиотека моделей»
- Строить простейшие BI-модели
- Работать с такими сервисами, как Environments и Deployments"

владеть:

- Типовыми средствами обработки и анализа данных: Json, Html, Hadoop
- Навыками очистки данных и выполнения математических операций и операций объединения данных
- Прикладными знаниями об использовании АС «Библиотека моделей» в рамках своей роли в ЖЦМ
- Навыками применения базовых алгоритмов машинного обучения
- Навыками практического применения функций и операторов SQL для решения задач.
- Навыками построения простейших приложений, в том числе, с использованием функций агрегации данных, на основе ПО QlikView
- Навыками автоматизации доступов к функциям ML Space через запросы из любого стороннего сервиса и приложения."

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	Введение в большие данные	4	2		4
2	Python для анализа данных	4	10		10
3	Введение в искусственный интеллект	4	4		4
4	Жизненный цикл DS/AI моделей. Реализация в Библиотеке моделей	2	2		4
5	Машинное обучение	4	10		16
6	Основы Python	4	10		16
7	Основы SQL. Задачи и решения	4	6		8
8	Основы проектирования Business Intelligence	2	2		4
9	Суперкомпьютер Кристофари и сервис ML Space	2	4		4

Итого часов	30	50		70
Подготовка к экзамену	30 час.			
Общая трудоёмкость	180 час., 4 зач.ед.			

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

Семестр: 3 (Осенний)

1. Введение в большие данные

Данные: Типы данных, Структурированные данные, Неструктурированные данные, Открытые данные, Обработка данных, Excel и SQL для обработки данных, Обработка неструктурированных данных, Решения для обработки данных

Большие данные: Принципы обработки, BI и Data Science, Специалисты по обработке данных, Технологии для больших данных, Применение больших данных

Искусственный интеллект: Искусственный интеллект, Машинное обучение

Культура работы с данными в организации: Data-driven, A/B-тестирование, Fintech, Оценка качества данных, ценность данных и своевременных решений, Этика работы с данными"

2. Python для анализа данных

Структуры данных

Работа с индексами

Чистка данных

Математические операции

Операции объединения данных

Агрегирование данных

Визуализация данных"

3. Введение в искусственный интеллект

Искусственный интеллект: Определение, структура понятия, Технологии и ПО, Примеры использования, Интеграция ИИ в бизнес-процессы, Машинное обучение

Задачи, алгоритмы и метрики: Классификация; Регрессия; Кластеризация; уменьшение размерности; Ассоциации; Обучение с подкреплением. Ансамблевые методы: стекинг, бэггинг, бустинг

Нейросети: Архитектура сетей, Алгоритм обратного распространения ошибки, Анализ изображений, Анализ естественного языка, чат-боты"

4. Жизненный цикл DS/AI моделей. Реализация в Библиотеке моделей

Введение в жизненный цикл моделей: Определение ЖЦМ, Зачем нужен ЖЦМ, Подходы к ЖЦМ, CRISP-DM

Процесс ЖЦМ в Сбербанке. Банковский регламент по ЖЦМ: Обзор регламента банка по ЖЦМ, Участники ЖЦМ по регламенту, Этапы ЖЦМ по регламенту

Инструмент ЖЦМ в Сбербанке. АС «Библиотека моделей»: Обзор АС «Библиотека моделей», Пользователи АС «Библиотека моделей» и их роли, Процесс работы в АС «Библиотека моделей»

Практикум по АС «Библиотека моделей»: 6 типов практических кейсов, в зависимости от роли в АС «Библиотека моделей»: заказчик, CDS, разработчик, валидатор, ИТ-валидатор, владелец"

5. Машинное обучение

Введение в искусственный интеллект (введение, Язык Python, необходимая математическая база)

Введение в машинное обучение (линейные модели, логистическая регрессия, логические методы классификации)

Введение в Deep Learning (введение, применение, типы нейронных сетей, модель нейрона, многослойные нейронные сети, многоклассовая классификация, обучение нейронных сетей)

Сверточные нейронные сети (введение, операция свертки, сверточный и пулинг слои, техника Transfer Learning, архитектуры)

Рекуррентные нейронные сети (RNN) (введение, обучение рекуррентных нейронных сетей, примеры задач, проблемы, архитектура рекуррентного нейрона – LSTM, схема LSTM-нейрона – GRU, Bidirectional RNN)"

6. Основы Python

Краткий обзор возможностей Python, установка Python и текстовых редакторов

Синтаксис, Типы и объект, Типы операторов

Условные операторы, Циклы, Числа, Строки

Списки, Кортежи, Словари, Множества

Функции, Исключения

Работа с файлами, Подключение модулей"

7. Основы SQL. Задачи и решения

Язык манипуляции данными в SQL

Характерные ошибки при решении задач на написание запросов на выборку (SELECT).

Новое в стандарте и реализациях языка SQL

Типы данных

Продвинутые задачи

Язык определения данных (SQL DDL)

Вопросы оптимизации"

8. Основы проектирования Business Intelligence

Общее представление о BI-системах: Что такое BI-системы, история их становления и область применения, Средства BI-систем: функционал и применимость, Инструменты BI-систем: обзор текущих решений на рынке аналитических и BI-систем, их сравнение, особенности архитектуры QlikView, Панели индикаторов (dashboard) как средство BI-систем: структура и принципы разработки

Элементы приложений (на примере QlikView): Базовые элементы: построение, настройка и области применения Списка, Поля ввода, Мультиписка, Текстового объекта, Линии, Поиска, Окна текущего выбора, Организация области приложений: построение, настройка и области применения Контейнера, Копирование объектов, Диаграммы: построение, настройка и области применения Линейной диаграммы, Комбинированной диаграммы, Радарной диаграммы, Круговой диаграммы, Блочной диаграммы, Мекко-диаграммы, Точечной диаграммы, Диаграммы типа воронка, Датчиков, Таблицы: построение, настройка и области применения Простой таблицы, Прямой таблицы, Сводной таблицы, Работа с Редактором скрипта: функции агрегирования и статистические функции"

9. Суперкомпьютер Кристофари и сервис ML Space

Суперкомпьютеры в машинном обучении и средства организации распределенных вычислений

Архитектура сервиса ML Space

Работа с данными при обучении моделей

Создание модели в ML Space

Разворачивание готовой модели

Автоматизация обучения моделей"

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

Для проведения лекций и практических занятий по дисциплине необходимо наличие проектора и компьютера с выходом в Интернет.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Основная литература предоставляется ПОА "Сбербанк"

1. Алан Ньюджент, Марсия Кауфман, Джудит Гурвиц, Ферн Халпер. Просто о больших данных
2. Пол Д.Е., Харви Д.Е. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления
3. Аллен Б. Дауни. Основы Python. Научитесь думать, как программист
4. Плас Д.Ж. Python для сложных задач"

Дополнительная литература

1. Программирование на Python 3 : Подробное руководство [Текст] = Programming in Python 3 : [учеб. пособие для вузов] / М. Саммерфилд; пер. с англ. А. Киселева .— СПб : Символ-Плюс, 2015 .— 608 с.

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

Платформы «Гранатум», «Виртуальная Школа» для дистанционного и самостоятельного обучения СберУниверситета.

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

Компьютерный класс, оснащенный необходимыми средствами для моделирования и документирования требований.

Проектор и выделенный компьютер для проведения демонстраций и презентаций.

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, понятия.

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

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;

– подготовку к экзамену

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

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

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Наукоёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Создание и развитие высокотехнологичного бизнеса Физтех-школа бизнеса высоких технологий Физтех-школа бизнеса высоких технологий
курс:	2
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	М.В. Сигова, д-р экон. наук, профессор

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-1.3 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-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
ОПК-2 Способен формулировать задачи разработки и внедрения новой наукоемкой продукции и обосновывать методы их решения	ОПК-2.1 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной и прикладной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.2 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-2.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
ОПК-3 Способен самостоятельно получать новые знания, умения и навыки для решения задач разработки и внедрения новой наукоемкой продукции	ОПК-3.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
	ОПК-3.2 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	ОПК-3.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен формулировать, формировать и применять критерии оценки эффективности результатов разработки и внедрения новой наукоемкой продукции	ОПК-4.2 Владеет современными методиками и критериями оценки эффективности разработки и внедрения новой наукоемкой продукции
	ОПК-4.1 Способен аргументировано выбирать эффективный способ проведения исследования и разработки проекта создания новой наукоемкой продукции, способен сформулировать критерии этого выбора
ОПК-5 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для профессиональной сферы деятельности	ОПК-5.1 Владеет знаниями и навыками использования информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-5.2 Способен применить знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
ОПК-7 Способен использовать на практике умения и навыки принятия и экономического	ОПК-7.2 Знаком с экономическими основаниями оценки эффективности и способен применить эти знания при принятии управленческих решений в сфере инноваций и высоких технологий

ооснования управленческих решений в сфере создания новых наукоемких технологий и продуктов	ОПК-7.3 Обладает практическим опытом принятия решений в управлении инновационными проектами
	ОПК-7.1 Знает теорию и владеет современными методами принятия управленческих решений
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 «Работа с данными» обучающийся должен:

знать:

- Что такое данные, какими они могут быть, каковы их особенности и области применения; источники данных, особенности анализа и хранения данных разных типов
- Как работает искусственный интеллект
- Что такое структуры данных, работа с индексами, чистка данных, математические операции, операции объединения данных, агрегирование и визуализация данных
- Что такое жизненный цикл моделей
- Что такое регламент жизненного цикла моделей (ЖЦМ)
- Структуру, средства и назначение BI-систем в бизнес-процессах
- Основы ETL-процессов и ассоциативной модели QlikView
- Как загружать данные в хранилище"

уметь:

- Составлять базовые конструкции в SQL
- Интерпретировать полученные с помощью искусственного интеллекта результаты
- Работать с индексами, агрегировать и визуализировать данные
- Управлять проектами, которые используют анализ данных
- Формулировать задачи анализа данных в промышленности
- Решать задачи анализа данных, используя язык программирования Python, а также оценивать качество получившегося решения.
- Использовать АС «Библиотека моделей»
- Строить простейшие BI-модели
- Работать с такими сервисами, как Environments и Deployments"

владеть:

- Типовыми средствами обработки и анализа данных: Json, Html, Hadoop
- Навыками очистки данных и выполнения математических операций и операций объединения данных
- Прикладными знаниями об использовании АС «Библиотека моделей» в рамках своей роли в ЖЦМ
- Навыками применения базовых алгоритмов машинного обучения
- Навыками практического применения функций и операторов SQL для решения задач.
- Навыками построения простейших приложений, в том числе, с использованием функций агрегации данных, на основе ПО QlikView
- Навыками автоматизации доступов к функциям ML Space через запросы из любого стороннего сервиса и приложения."

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

Текущий контроль успеваемости студентов по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: защиты самостоятельных работ, компьютерного тестирования.

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

Вопросы к экзамену

1. Имеется следующий код. Какой будет результат выполнения данного кода?

```
my_series = pd.Series([5, 6, 7, 8, 9, 10], index=['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f'])
my_series[['a', 'b', 'f']] = 0
my_series[my_series > 0] * 2
```

"

2. Имеется следующий объект типа Series. При этом мы хотим заменить индексы следующим образом: my_series.index = ['A', 'B', 'C', 'D', 'E']

Что мы получим в результате?

```
my_series = pd.Series([5, 6, 7, 8, 9, 10])"
```

3. Можно ли представить объект Series следующим образом?

```
my_series = pd.Series({'a': 5, 'b': 6, 'c': 7, 'd': 8})"
```

4. С помощью какого метода можно построить сводную таблицу в Pandas?

5. С помощью какого метода мы можем обратиться к строкам по индексу объекта DataFrame?"

6. У нас есть объект DataFrame. В каком виде будут храниться данные?

```
df = pd.DataFrame({
'country': ['Kazakhstan', 'Russia', 'Belarus', 'Ukraine'],
'population': [17.04, 143.5, 9.5, 45.5],
'square': [2724902, 17125191, 207600, 603628]
})"
```

7. У нас есть файл с данными в формате "csv". Какой тип данных лучше всего подойдет, если мы хотим работать только с единственной колонкой с данными?

8. У нас имеется файл с данными в формате "csv". Какой тип данных лучше всего подойдет, если мы хотим работать со всей информацией, хранящейся в данном файле?

9. Что из себя представляет объект DataFrame?

Пример билета.

Билет №1.

1. Что из себя представляет объект DataFrame?

2. У нас есть объект DataFrame. В каком виде будут храниться данные?

```
df = pd.DataFrame({
'country': ['Kazakhstan', 'Russia', 'Belarus', 'Ukraine'],
'population': [17.04, 143.5, 9.5, 45.5],
'square': [2724902, 17125191, 207600, 603628]
})"
```

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также конспектами (в том числе электронными) занятий, справочной литературой, вычислительной техникой.