

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

А.В. Дворкович

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Теория нейронных сетей
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра интеллектуальных информационных систем и технологий
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Программу составили:

Э.Д. Аведьян, д-р техн. наук, старший научный сотрудник

Д.В. Пантюхин

Программа обсуждена на заседании кафедры интеллектуальных информационных систем и технологий
13.04.2020

Аннотация

Дисциплина посвящена изучению базовых положений теории нейронных сетей, существующих видов, способов обучения. Рассматриваются базовые виды нейронов и способы их соединения. Исследуются свойства базовых архитектур нейронных сетей, в том числе: многослойных персептронов, сверточных сетей, рекуррентных сетей, спайковых сетей и др. Изучаются алгоритмы обучения (настройки) нейронных сетей основанные на градиентном спуске и его модификациях, а также затрагиваются другие методы обучения. Обсуждаются проблемы, достоинства и недостатки различных способов обучения. Практические занятия проходят в Матлаб.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

ознакомление слушателей с теорией обучающихся систем и основными парадигмами искусственных нейронных сетей и их применением для решения широкого круга задач, в том числе для построения сложных моделей, прогнозирования, распознавания образов, обработки изображений.

Задачи дисциплины

- приобретение слушателями теоретических и практических знаний и опыта в области обучающихся систем и нейронных сетей;
- разработка компьютерных программ моделирования различных парадигм нейронных сетей.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
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
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуры и методы создания обучающихся систем;
- основные парадигмы нейронных сетей и алгоритмы их обучения;
- области применения нейронных сетей.

уметь:

- применять теорию нейронных сетей к решению практических задач;
- создавать компьютерные модели парадигм нейронных сетей.

владеть:

- общими понятиями и определениями, связанными с теорией нейронных сетей;
- методами программирования нейронных сетей.

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 теорию обучающихся систем	4	1		7
2	Проекционные алгоритмы обучения	5	5		11
3	Детерминированные и стохастические алгоритмы оптимизации в применении к обучающимся системам	6	2		7
4	Алгоритмы метода наименьших квадратов в нерекуррентной и рекуррентной формах	5	5		10
5	Теорема Гаусса-Маркова и введение в калмановскую фильтрацию	10	2		10
6	Многослойные нейронные сети	14	5		15
7	Нейронная сеть СМАС	14	5		15
8	Другие парадигмы нейронных сетей	2	5		15
Итого часов		60	30		90
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение в теорию обучающихся систем

- 1.1 Понятие обучающихся систем, память, критерии качества, целевые функционалы обучение с учителем и без учителя
- 1.2 Алгоритмы обучения: режимы online и offline
- 1.3 Примеры обучающихся систем
 - 1.3.1 Линейная параметрическая система
 - 1.3.2 Нелинейная параметрическая система
 - 1.3.3 Искусственный нейрон

- 1.3.4 Линейный и нелинейный фильтр
- 1.3.5 Адаптивные системы управления
- 1.3.6 Многослойные нейронные сети
- 1.3.7 Нейронная сеть СМАС

2. Проекционные алгоритмы обучения

- 2.1 Проекционные алгоритмы в пространствах с различными нормами
 - 2.1.1 Синтез алгоритма Качмажа и свойства его сходимости
 - 2.1.2 Многошаговые алгоритмы Качмажа с высокой скоростью сходимости - синтез, свойства оценок, влияния свойств измерений на сходимость алгоритмов, защита от плохих измерений
- 2.2 Влияние помех измерений на сходимость проекционных алгоритмов
- 2.3 Проекционные алгоритмы в условиях нестационарных измерений

3. Детерминированные и стохастические алгоритмы оптимизации в применении к обучающимся системам

- 3.1 Детерминированные методы оптимизации без ограничений и при наличии ограничений
 - 3.1.1 Градиентные алгоритмы
 - 3.1.2 Ньютоновские алгоритмы
- 3.2 Алгоритмы стохастической аппроксимации
- 3.3 Приложение алгоритмов оптимизации и стохастической аппроксимации к нейронной сети радиальных базисных функций

4. Алгоритмы метода наименьших квадратов в нерекуррентной и рекуррентной формах

- 4.1 Метод наименьших квадратов в нерекуррентной форме. Априорная информация о решении.
- 4.2 Метод наименьших квадратов в рекуррентной форме. Начальные условия.
- 4.3 Метод наименьших квадратов с фактором забывания - нестационарный случай. Начальные условия.
- 4.4 Теорема Гаусса-Маркова. Оптимальные оценки при цветных помехах. Связь с оценками максимального правдоподобия. Рекуррентная форма оптимальных оценок при цветных помехах.

5. Теорема Гаусса-Маркова и введение в калмановскую фильтрацию

- 5.1 Постановка задачи калмановской фильтрации. Вывод оптимального фильтра Калмана на основе оптимальных оценок Гаусса-Маркова.
- 5.2 Свойства фильтра Калмана, примеры и связь с Винеровской фильтрацией.

Семестр: 8 (Весенний)

6. Многослойные нейронные сети

- 6.1 Введение в нейронные сети. Теоремы Колмогорова - Цыбенко. Архитектура многослойной нейронной сети (МНС).
- 6.2 Градиентные алгоритмы обучения МНС в режиме online и offline. Прямой метод вычисления градиента и метод обратного распространения ошибки для полносвязной и неполносвязной МНС.
- 6.3 Алгоритмы Ньютоновского для ускорения обучения МНС.
- 6.4 Градиентные алгоритмы обучения МНС с ограничениями на весовые коэффициенты - сверточные нейронные сети в приложении для обработки изображений.
- 6.5 МНС в задачах прогнозирования, классификации, построения моделей сложных статических и динамических объектов, заполнения пропусков в таблицах.
- 6.6 МНС в задачах управления динамическими объектами.

7. Нейронная сеть СМАС

7.1 Введение в НС СМАС. Особенности НС СМАС. Структура.

7.2 Алгоритмы обучения в режиме online и offline. Предельные возможности.

7.3 Базисные функции НС СМАС.

7.4 Модифицированные НС СМАС: двухслойные для устранения влияния помех, многошаговые для повышения скорости сходимости, с цифро-аналоговым преобразователем для построения моделей непрерывных объектов, со многими выходами.

7.5 НС СМАС в задачах распознавания образов, обработки изображений, построения нелинейных моделей.

8. Другие парадигмы нейронных сетей

8.1 Нейронные сети Хопфилда, Кохонена, радиальных базисных функций. Структура, назначение, возможности.

8.2 Применение в задачах распознавания образов и обработки изображений.

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

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

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Теория нейронных сетей [Текст]. Кн.1 : учеб. пособие для вузов / А. И. Галушкин .— М : Ред. журнала "Радиотехника", 2000 .— 416 с.
2. Нейронные сети: история развития теории [Текст]. Кн. 5 : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина .— М. : ИПРЖР, 2001 .— 840 с.
3. Нейронные сети : полный курс = Neural Networks. A Comprehensive Foundation, [учебное пособие] /Саймон Хайкин ; [перевод с английского]. Санкт-Петербург, Диалектика, 2019

Дополнительная литература

1. Нейрокомпьютерная техника : Теория и практика [Текст]/Ф. Уоссерман, пер. с англ. Ю. А.Зуева, В. А.Точенова , -М., Мир, 1992

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

<http://lib.mipt.ru/> - электронная библиотека Физтеха
<http://www.edu.ru> - федеральный портал «Российское образование».
<http://benran.ru> - библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
<http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека
<http://cyberleninka.ru> - научная электронная библиотека «Киберленинка»
<https://ieeexplore.ieee.org> – библиотека общества IEEE
<http://www.deeplearningbook.org/> - онлайн книга по глубокому обучению
<http://matlab.exponenta.ru> – пособия, примеры, форум по применению Матлаб, Simulink и Neural Network Toolbox

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

Для моделирования и исследования различных парадигм нейронных сетей используются языки программирования C++, C# и Object Pascal.

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

Для успешного освоения курса «Теория нейронных сетей» от студентов требуется активное участие на лекционных и семинарских занятиях, а также выполнение большого объема самостоятельных работ, которые включают в себя проработку материалов лекций и семинаров, разработку программ моделирования и анализа нейронных сетей в приложениях к различным задачам.

В качестве основного критерия оценки владения материалом курса являются успешно реализованные программы различных парадигм нейронных сетей и решение с их помощью таких задач, как прогнозирование, классификация, распознавание образов и др.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра интеллектуальных информационных систем и технологий
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Э.Д. Аведьян, д-р техн. наук, старший научный сотрудник

Д.В. Пантюхин

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
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
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Теория нейронных сетей» обучающийся должен:

знать:

- структуры и методы создания обучающихся систем;
- основные парадигмы нейронных сетей и алгоритмы их обучения;
- области применения нейронных сетей.

уметь:

- применять теорию нейронных сетей к решению практических задач;
- создавать компьютерные модели парадигм нейронных сетей.

владеть:

- общими понятиями и определениями, связанными с теорией нейронных сетей;
- методами программирования нейронных сетей.

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

Перечень контрольных вопросов:

1. Опишите сходства и различия между многослойным персептроном и сверточной нейронной сетью
2. Какие требования предъявляются к функции активации нейрона?
3. Отметьте правильный ответ:
 - а. В структурной схеме классического нейрона отсутствуют элементы -сумматоры

-умножители

-делители

-входы

б. Выход функции активации нейрона

-умножается на весовой коэффициент

-является производной от выхода нейрона

-является выходом нейрона

-складывается со смещением

в. Функция активации нейрона (в классической теории) должна быть

-квадратичной

-линейной

-синусоидальной

-непрерывной

г. Методом градиентного спуска рассчитываются новые

-значения входов в нейроны

-значения функций активации нейронов

-значения весовых коэффициентов нейронов

-значения выходов нейронов

д. В самоорганизующейся карте Кохонена нейроны удаляются:

- на каждой n-ой итерации

- если у них не осталось связей с другими нейронами

- никогда

- если число нейронов превысило допустимый порог

Примеры практических заданий:

0) На плоскости заданы три класса точек (красные\синие\зеленые):

- Зеленые точки находятся внутри прямоугольника: левый нижний угол имеет координаты (100,150); верхний правый – координаты (300,250).

- Синие точки находятся внутри круга с центром в точке (200,200) и радиусом 150 и вне прямоугольника зеленых точек.

- Красные точки находятся внутри квадрата с центром в точке (200,200) и длиной стороны 400, но при этом вне круга синих и вне прямоугольника зеленых точек.

1) (2 балла) Создать $T=5000$ точек, случайно разбросанных внутри квадрата красных точек, для всех точек определить к какому классу они относятся. Построить сгенерированные точки, отметив соответствующим цветом их класс.

2) (0.5 балла) сформировать «указания учителя» (он же желаемый выход, target) для сгенерированных точек таким образом: Для красных точек – вектор $[1;0;0]$, Для синих точек – вектор $[0;1;0]$, Для зеленых точек – вектор $[0;0;1]$

3) (2 балла) Создать и обучить нейронную сеть типа многослойный персептрон, которая может решать такую задачу классификации.

4) (1.5 балла) Просимулировать работу сети (на тех же данных). Чтобы определить номер класса при симуляции, использовать индекс максимального элемента вектора выхода нейронной сети. (пример: выход $[0.93;0.02;0.5]$ – максимальный элемент первый, это класс красных точек). Вывести на экран точки данных, с цветом определенным их классом, распознанным нейронной сетью.

5) (1 балл) Подсчитать число неверно классифицированных точек каждого цвета и вывести эти числа на экран. Суммарное число ошибок не должно превышать 200 точек.

6) (1 балл) Выбрать случайно $K=500$ точек. Для этих точек изменить (исказить) указания учителя так, чтобы красные считались зелеными, синие считались красными, а зеленые – синими. Отобразить все точки на экране (пример рис. 2)

7) (1 балл) Переобучить ту же нейронную сеть на тех же T данных, но с внесенными в указания учителя ошибками из п.6. Просимулировать работу сети аналогично п. 4 и вывести на экран точки с соответствующим цветом.

8) (1 балл) Подсчитать число неверно (по отношению к исходным данным п.0), классифицированных точек каждого цвета и вывести эти числа на экран. Суммарное число ошибок не должно превышать 500 точек.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование в программе циклов, вместо них пользуйтесь операциями с массивами, логическими операциями, логической индексацией массивов. Если необходимо, логические переменные можно сконвертировать в числовые командой `double(...)` а наоборот – командой `logical(...)`. Баллы могут быть снижены за небрежное оформление кода, вывода на экран, списывание.

За каждое задание студент получает оценку в соответствии с таблицей критериев оценивания. Эта оценка учитывается при семестровой аттестации

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

Контрольные вопросы для дифференцированного зачета по курсу "Теория нейронных сетей":

7-ой семестр:

1. Какие основные характеристики обучающихся систем?
2. Как конструируются проекционные алгоритмы обучения?
3. В чем различаются одношаговые и многошаговые алгоритмы?
4. Как влияют помехи измерений на сходимость проекционных алгоритмов?
5. В чем заключаются различия on-line и off-line обучения применительно к многослойным сетям и сетям радиальных базисных функций?
6. Какова связь между алгоритмом метода наименьших квадратов в нерекуррентной и рекуррентной форме?
7. Как учитывается априорная информация о решении в методе наименьших квадратов в нерекуррентной и рекуррентной форме?
8. В каких случаях используется метод наименьших квадратов с фактором забывания?
9. В чем заключается связь между теоремой Гаусса-Маркова и методом наименьших квадратов?
10. Как связан вывод оптимального фильтра Калмана с теоремой Гаусса-Маркова?

8 семестр:

1. Что такое полносвязная многослойная нейронная сеть и связь ее с теоремой Колмогорова?
2. Какова структура алгоритмов обучения многослойной нейронной сети?
3. В чем заключается общность и различие прямого метода вычисления градиента и метода обратного распространения ошибки для полносвязной и неполносвязной многослойной нейронной сети?
4. Как используются вторые производные функционала для обучения многослойной нейронной сети?
5. Каковы особенности градиентных алгоритмов обучения многослойных нейронных сетей с ограничениями на весовые коэффициенты и на характер связей между слоями?
6. Как устроена структура сверточных нейронных сетей в приложении для обработки изображений?
7. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах прогнозирования?
8. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах классификации?
9. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах построения моделей сложных статических и динамических объектов?
10. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах обработки изображений?
11. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах заполнения пропусков в таблицах.?
12. В чем заключается различие многослойной нейронной сети и нейронной сети СМАС?
13. Какова структура нейронной сети СМАС?
14. Какова связь между алгоритмом обучения нейронной сети СМАС и алгоритмом Качмажа?
15. Как устроен алгоритм вычисления адресов активных ячеек памяти нейронной сети СМАС?
16. Что общего между алгоритмом обучения нейронной сети СМАС в режиме online и offline?
17. Как строятся базисные функции нейронной сети СМАС?

18. Как уменьшить влияние помех измерений в нейронной сети СМАС?
19. Как ускорить процесс сходимости в нейронной сети СМАС?
20. В чем заключаются особенности применения нейронной сети СМАС в задачах распознавания образов, обработки изображений, построения нелинейных моделей?
21. Какова структура нейронной сети Хопфилда и область применения?
22. Какова структура нейронной сети Кохонена и область применения?
23. Какова структура нейронной сети радиальных базисных функций и область применения?

Примеры билетов для проведения дифференцированного зачета:

Билет №1.

1. Какова структура нейронной сети радиальных базисных функций и область применения?
2. Как конструируются проекционные алгоритмы обучения?

Билет №2.

1. Каковы особенности применения многослойной нейронной сети в задачах построения моделей сложных статических и динамических объектов?
2. Какие основные характеристики обучающихся систем?

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) 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.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) 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.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка 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 освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

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

Оценка 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

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.