

**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:	Введение в теорию кодирования информации
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Г.А. Верба, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры мультимедийных технологий и телекоммуникаций 01.03.2020

Аннотация

Данный курс ознакомит студентов с основными принципами и алгоритмами сокращения информационной избыточности, лежащими в основе кодирования информации для её передачи по каналам связи. В рамках данного курса студенты ознакомятся с основными понятиями теории информации и методами статистического кодирования. Кроме того, студент познакомится с базовыми принципами помехоустойчивого кодирования. В результате прохождения данного курса студенты будут обладать достаточными знаниями о методах устранения статистической избыточности и помехоустойчивого кодирования для изучения перспективных методов и систем передачи информации. Курс проходит в лекционном формате. Для успешного прохождения курса необходимо посещение и конспектирование лекций и самостоятельная работа с дополнительной литературой.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение основных принципов и алгоритмов сокращения избыточности, лежащих в основе кодирования видеоинформации для ее передачи по каналам связи;
- изучение основных стандартов компрессии статических и динамических изображений.

Задачи дисциплины

- освоение студентами подходов и методов сокращения избыточности видеоинформации;
- приобретение практических навыков применения современных методов и стандартов компрессии статических и динамических изображений;
- приобретение знаний для ориентации в современных технологиях цифровой передачи видеоинформации и выбора перспективных систем.

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, эффективность методов и	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общую структуру цифровых систем передачи видеоинформации;
- основы статистического (энтропийного) кодирования;
- методы устранения визуальной избыточности статических и динамических изображений;
- стандарты кодирования статических и динамических изображений.

уметь:

- применять знания основ и стандартов видеокодирования при построении, эксплуатации и техническом обслуживании сетей цифровой передачи видеоинформации.

владеть:

- основными методами устранения избыточности видеоинформации и оценки качества работы этих методов при эксплуатации и техобслуживании программно-аппаратных средств цифровой передачи видеоинформации;
- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью изучения перспективных методов и систем видеокомпрессии.

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	Основные понятия теории информации	2	3		5
2	Общие идеи статистического кодирования	2			4
3	Методы представления целых чисел	2	4		6
4	Учёт статистических взаимосвязей в сообщении	2			4
5	Словарное кодирование	2	4		6
6	Статистическое моделирование	2			4
7	Контекстное кодирование	2			4
8	Комбинаторное кодирование	2			4
9	Дискретные каналы связи без памяти	2			4
10	Основы помехоустойчивого кодирования	2	4		6
11	Блочные коды	2			4
12	Свёрточные коды	2			3
13	Циклические коды	2			2
14	Коды с низкой плотностью проверок на чётность (LDPC)	4			4
Итого часов		30	15		60
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. Основные понятия теории информации

Основные определения теории информации. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина. Многомерная энтропия, цепное равенство. Энтропия источника. Избыточность, её виды.

2. Общие идеи статистического кодирования

Классификация методов статистического кодирования. Побуквенное кодирование. Необходимое и достаточное условие однозначного декодирования, неравенство Мак-Миллана. Префиксные коды и кодовые деревья. Неравенство Крафта. Обратная и прямая теоремы Шеннона для побуквенного кодирования. Код переменной длины. Алгоритмы Шеннона-Фано и Хаффмана. Адаптивная реализация алгоритма Хаффмана. Код Танстола.

3. Методы представления целых чисел

Использование методов представления целых чисел в качестве методов статистического кодирования. Унарные коды. Гамма- и дельта-коды Элиаса. Коды Голомба и Райса. Омега-коды Элиаса и коды Ивэн-Родэ. Код Фибоначчи.

4. Учёт статистических взаимосвязей в сообщении

Блочное кодирование источников с памятью и без. Идея универсального кодирования. Арифметическое кодирование. Программная реализация арифметического кодера. Ассиметричная система счисления (ANS). Кодирование длин серий (RLE). Условное кодирование.

5. Словарное кодирование

Семейства LZ-77, LZ-78. Алгоритм LZW.

6. Статистическое моделирование

Методы RPM. Взвешивание с использованием контекстных деревьев (CTW). Метод нейронных сетей. Динамическое марковское кодирование (DMC).

7. Контекстное кодирование

Ассоциативное кодирование Буяновского. Метод Барроуза-Уиллера.

8. Комбинаторное кодирование

Понятие комбинаторного кодирования.

9. Дискретные каналы связи без памяти

Матрица переходных вероятностей. Каналы, симметричные по входу. Каналы, симметричные по выходу. Пропускная способность. Лемма об обработке данных. Лемма оценивания Фано. Теоремы Шеннона для канала с шумом.

10. Основы помехоустойчивого кодирования

Стратегии декодирования. Разделение всего пространства выходных сигналов на области по принципу наименьшей вероятности ошибки. Вывод формулы для вероятности ошибки. Два подхода – без отказов и с отказами от декодирования. Непрерывные каналы. Формула Шеннона для пропускной способности канала с белым Гауссовым шумом. Формула для пропускной способности с цветным Гауссовым шумом.

11. Блочные коды

Общие понятия. Длина, мощность и скорость кода. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова—Гилберта. Линейные коды. Порождающая матрица. Кодирование. Систематические коды. Проверочная матрица. Синдромное декодирование. Расстояние линейного кода.

12. Сверточные коды

Структура сверточного кодера. Образующие полиномы. Решётчатая диаграмма. Декодирование сверточных кодов. Алгоритм Витерби. Турбокод.

13. Циклические коды

Алгебраические методы построения циклических кодов. Порождающий многочлен.

14. Коды с низкой плотностью проверок на чётность (LDPC)

Порождающая и проверочная матрицы. Классификация кодов LDPC. Построение матриц кодов LDPC. Циклы. Коды Галлагера. Коды МакКея. Коды повторения накопления. Примеры использования в стандартах DVB. Методы декодирования кодов LDPC.

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

В процессе практических занятий используются программные пакеты Matlab и Mathematica.

Примеры расчетов типовых задач также приводятся в средах Matlab и Mathematica.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Цифровая обработка изображений [Текст], [монография]/Р. Гонсалес, Р. Вудс, -М., Техносфера, 2012
2. Сжатие данных, изображений и звука [Текст] : учеб. пособие для вузов / Д. Сэломон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. — М. : Техносфера, 2004. — 368 с.
3. Цифровые видеотелекоммуникационные системы (теория и практика) [Текст]/В. П. Дворкович, А. В. Дворкович, -М., Техносфера, 2012
4. Экономное кодирование дискретной информации [Текст], монография/В. В. Семенюк, -СПб, СПб ГИТМО, 2001

Дополнительная литература

1. Десять лекций по вейвлетам [Текст] / И. Добешигпер. с англ. Е. В. Мищенко ; под ред. А. П. Петухова - М. ; Ижевск Регулярная и хаотическая динамика, 2004, 2001
2. Применение вейвлетов для ЦОС [Текст]/Г. - Г. Штарк, -М., Техносфера, 2007
3. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 - стандарты нового поколения [Текст] / Ян Ричардсон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. — М. : Техносфера, 2005. — 368 с.
4. Цифровая обработка изображений [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Б. Яне ; пер. с англ. А. М. Измайловой. — М. : Техносфера, 2007. — 584 с.

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

1. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека Физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
4. <http://minsvyaz.ru/ru/documents/> – нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
5. <http://www.itu.int/pub/T-REC/> – Рекомендации Сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи МСЭ-Т
6. <http://www.itu.int/pub/R-REC/> – Рекомендации Сектора радиосвязи Международного союза электросвязи МСЭ-Р
7. <http://www.etsi.org/standards-search/> – стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций ETSI
8. <http://www.ietf.org/rfc.html/> – документы инженерной рабочей группы Интернет RFC IETF
9. <https://www.mathworks.com/discovery/sdr.html/> - форум MatLab SDR

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

В процессе практических занятий используются программные пакеты Matlab и Mathematica. Примеры расчетов типовых задач также приводятся в средах Matlab и Mathematica

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

Успешное освоение курса требует большой 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, семинаров, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях,
- выполнение работ в выбранных программных средах.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен

Разработчик: Г.А. Верба, ассистент

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 «Введение в теорию кодирования информации» обучающийся должен:

знать:

- общую структуру цифровых систем передачи видеоинформации;
- основы статистического (энтропийного) кодирования;
- методы устранения визуальной избыточности статических и динамических изображений;
- стандарты кодирования статических и динамических изображений.

уметь:

- применять знания основ и стандартов видеокодирования при построении, эксплуатации и техническом обслуживании сетей цифровой передачи видеоинформации.

владеть:

- основными методами устранения избыточности видеоинформации и оценки качества работы этих методов при эксплуатации и техобслуживании программно-аппаратных средств цифровой передачи видеоинформации;
- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью изучения перспективных методов и систем видеокомпрессии.

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

1. Случайная величина. Множество значений, распределение, среднее значение.
2. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства.

3. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина.
4. Многомерная энтропия, цепное равенство.
5. Энтропия источника. Избыточность, её виды
6. Виды статистического кодирования.
7. Методы представления целых чисел. Гамма- и дельта-коды Элиаса, коды Голомба, коды Райса, омега-коды Элиаса и коды Ивен-Роде, коды Фибоначчи.
8. Коды переменной длины. Неравенство Крафта-Макмиллана. Разделимые коды. Критерий Сардинаса-Паттерсона.
9. Беспрефиксные коды. Кодовое дерево. Средняя длина кода. Прямая и обратная теоремы Шеннона для кодирования источника. Условие минимума средней длины кода.
10. Алгоритмы Шеннона-Фано и Хаффмана. Принципы построения таких кодов, алгоритм Хаффмана с фиксированной таблицей.
11. Блочное и условное кодирование. Код Танстола.
12. Алгоритм группового кодирования RLE. Ассиметричная система счисления (ANS).
13. Арифметическое кодирование. Принципы адаптивного арифметического кодирования, его эффективность. Реализация алгоритма арифметического кодирования.
14. Словарные методы кодирования дискретной информации: классические алгоритмы LZ-77 и LZ-78. Алгоритм LZW.
15. Статистические методы моделирования дискретной информации. Алгоритмы PPM, PPMa, PPMd, CTW.
16. Контекстные методы энтропийного кодирования. Ассоциативное кодирование Буяновского. Метод Барроуза-Уиллера.
17. Принципы кодирования источника сообщений. Теорема Шеннона для канала связи без помех и с помехами.
18. Классификация помехоустойчивых кодов.
19. Линейные блочные коды. Математическое описание линейных блочных кодов. Порождающая и проверочная матрицы. Синдром.
20. Корректирующая способность кода и расстояние Хемминга. Граница Хемминга. Вероятность ошибки декодирования. ЭВК.
21. Коды Хемминга как пример линейных блочных кодов.
22. Циклические коды. Порождающая и проверочная матрицы циклического кода. Общий принцип декодирования циклических кодов.
23. Примеры циклических кодов: циклические коды Хемминга, CRC коды, двоичные BCH-коды.
24. Коды Рида-Соломона. Их оптимальность. Принципы декодирования.
25. Сверточные коды. Систематические сверточные коды. Выкалывание. Диаграммы состояний и кодовые решетки.
26. Декодирование сверточных кодов. Декодер Витерби. Жесткое и мягкое декодирование.
27. Турбокодирование. Сверточные и блочные турбокоды. Турбокоды с параллельным каскадированием.
28. Декодирование турбокодов. Алгоритмы MAP и SOVA.
29. Низкоплотностные коды. Классификация. Методы построения проверочных матриц.
30. Алгоритмы декодирования низкоплотностных кодов

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

Перечень контрольных вопросов для проведения экзамена:

1. Основные определения теории информации.
2. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины.
3. Энтропия (мера неопределенности) случайной величины и ее свойства.
4. Условная энтропия при условии, что задано значение другой случайной величины.
5. Условная энтропия при условии, что задана другая случайная величина.
6. Многомерная энтропия, цепное равенство. Энтропия источника. Избыточность, её виды
7. Классификация методов статистического кодирования.

8. Побуквенное кодирование.
9. Необходимое и достаточное условие однозначного декодирования, неравенство Мак-Миллана.
10. Префиксные коды и кодовые деревья.
11. Неравенство Крафта.
12. Обратная и прямая теоремы Шеннона для побуквенного кодирования.
13. Код переменной длины.
14. Алгоритмы Шеннона-Фано и Хаффмана.
15. Адаптивная реализация алгоритма Хаффмана.
16. Код Танстола.
17. Использование методов представления целых чисел в качестве методов статистического кодирования.
18. Унарные коды.
19. Гамма- и дельта-коды Элиаса.
20. Коды Голомба и Райса.
21. Омега-коды Элиаса и коды Ивэн-Родэ.
22. Код Фибоначчи.
23. Блочное кодирование источников с памятью и без.
24. Идея универсального кодирования.
25. Арифметическое кодирование. Программная реализация арифметического кодера.
26. Ассиметричная система счисления (ANS).
27. Кодирование длин серий (RLE).
28. Условное кодирование.
29. Семейства LZ-77, LZ-78.
30. Алгоритм LZW.
31. Методы PPM.
32. Взвешивание с использованием контекстных деревьев (CTW).
33. Метод нейронных сетей.
34. Динамическое марковское кодирование (DMC).
35. Ассоциативное кодирование Буяновского.
36. Метод Барроуза-Уиллера.
37. Комбинаторное кодирование
38. Дискретные каналы связи без памяти. Матрица переходных вероятностей.
39. Каналы, симметричные по входу. Каналы, симметричные по выходу.
40. Пропускная способность.
41. Лемма об обработке данных.
42. Лемма оценивания Фано.
43. Теоремы Шеннона для канала с шумом.
44. Основы помехоустойчивого кодирования
45. Стратегии декодирования.
46. Разделение всего пространства выходных сигналов на области по принципу наименьшей вероятности ошибки.
47. Вывод формулы для вероятности ошибки.
48. Два подхода – без отказов и с отказами от декодирования.
49. Непрерывные каналы.
50. Формула Шеннона для пропускной способности канала с белым Гауссовым шумом.
51. Формула для пропускной способности с цветным Гауссовым шумом.
52. Блочные коды. Общие понятия.
53. Длина, мощность и скорость кода.
54. Границы Синглтона, Плоткина, Варшамова—Гилберта.
55. Линейные коды. Порождающая матрица. Кодирование.
56. Систематические коды. Проверочная матрица. Синдромное декодирование.
57. Расстояние линейного кода
58. Структура свёрточного кодера. Образующие полиномы.
59. Решётчатая диаграмма. Декодирование свёрточных кодов.

60. Алгоритм Витерби.
61. Турбокод.
62. Алгебраические методы построения циклических кодов.
63. Порождающий многочлен.
64. Порождающая и проверочная матрицы. Классификация кодов LDPC.
65. Построение матриц кодов LDPC. Циклы.
66. Коды Галлагера.
67. Коды МакКея.
68. Коды повторения накопления.
69. Примеры использования в стандартах DVB.
70. Методы декодирования кодов LDPC

Примеры билетов для проведения экзамена:

Билет 1.

1. Основные определения теории информации.
2. Методы декодирования кодов LDPC

Билет 2.

1. Информация, содержащаяся в реализации случайной величины.
2. Примеры использования в стандартах DVB.

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 свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

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

хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

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 в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

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 освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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

Экзамен проводится в устной форме.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамен обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.