

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Теория кодирования мультимедийной информации
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

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 методами устранения визуальной избыточности в статических и динамических изображениях, а также ознакомятся с основными стандартами кодирования статических и динамических изображений. В результате прохождения данного курса студенты будут обладать достаточными знаниями о методах устранения информационной избыточности для изучения перспективных методов и систем видеокompрессии.

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 видеoinформации для ее передачи по каналам связи;
- изучение основных стандартов compрессии статических и динамических изображений.

### Задачи дисциплины

- освоение студентами подходов и методов сокращения избыточности видеoinформации;
- приобретение практических навыков применения современных методов и стандартов compрессии статических и динамических изображений.

## 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:

- 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	Системы формирования и передачи видеоинформации, видеоинформационные приложения	2			2
2	Визуальная избыточность изображений	2			2
3	Непосредственное кодирование изображений и кодирование с предсказанием	4			4
4	Групповое кодирование изображений	2			2
5	Вейвлеты и кратномасштабная обработка изображений	4			4
6	Внутрикадровое кодирование изображений	2			2
7	Методы анализа и компенсации движения в динамических изображениях	4			4
8	Стандарты кодирования статических и динамических изображений	4			4
9	Медиаконтейнеры	2			2
10	Принципы и стандарты кодирования речи и звука	4			4
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

### Семестр: 8 (Весенний)

#### 1. Системы формирования и передачи видеoinформации, видеoinформационные приложения

Форматы изображений. Аналоговые и цифровые растровые изображения. Цветовые системы. Эталонные изображения. Монохромное телевидение. Системы цветного телевидения. Цифровые компонентные телевизионные сигналы. Видеoinформация с пониженным и повышенным разрешением. Представление изображения конечным объемом данных. Фурье-преобразование, теорема о дискретизации. Видеопоследовательность. Квантование, импульсно-кодовая модуляция.

#### 2. Визуальная избыточность изображений

Статистика монохромных изображений без преобразования. Заметность пространственных и временных изменений яркости изображения. Влияние помех. Особенности восприятия цветов. Методы субъективной оценки качества изображений. Количественные меры оценки качества изображений. Компьютерные методы хранения изображений.

#### 3. Непосредственное кодирование изображений и кодирование с предсказанием

Классификация методов кодирования изображений. Импульсно-кодовая модуляция. Кодирование изображений с предсказанием, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Основные виды предсказания. Квантование сигналов, ошибки предсказания. Помехоустойчивость кодирования с предсказанием.

#### 4. Групповое кодирование изображений

Дискретные линейные ортогональные преобразования. Дискретное преобразование Фурье. Преобразование Хаара. Преобразование Уолша-Адамара. Дискретное синусное преобразование. Дискретные косинусные преобразования. Преобразование Кархунена-Лоэва. Другие виды преобразований. Квантование коэффициентов преобразования. Кодирование коэффициентов преобразования. Межкадровое или трехмерное кодирование.

#### 5. Вейвлеты и кратномасштабная обработка изображений

Непрерывное вейвлет-преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование. Кратномасштабный вейвлет-анализ. Основные сведения о субполосном кодировании. КИХ-фильтры с нечетным числом отсчетов цифровой решетки и линейной (нулевой) ФЧХ. Ортогональные КИХ-фильтры с четным числом отсчетов цифровой решетки. Квадратурно-зеркальные КИХ-фильтры. Кратномасштабное дискретное вейвлет-преобразование изображений. Использование банков трехполосных КИХ-фильтров при обработке изображений. Оценка энергетических характеристик изображения в зависимости от вида вейвлет-базиса разложения. Выбор маски квантования высокочастотных компонент вейвлет-преобразований изображений. Обработка тестовых изображений двухполосными вейвлет-фильтрами. Обработка тестовых изображений трехполосными вейвлет-фильтрами.

#### 6. Внутрикадровое кодирование изображений

Изменения коэффициентов квантования блоков в JPEG-подобных алгоритмах видеокомпрессии. Направленное пространственное внутрикадровое предсказание. Уменьшение влияния блокинг-эффекта.

#### 7. Методы анализа и компенсации движения в динамических изображениях

Классификация методов компенсации движения. Основные методы анализа движения. Основные методы компенсации движения. Глобальная компенсация движения. Анализ смены сюжета в динамических изображениях.

## 8. Стандарты кодирования статических и динамических изображений

Стандарт JPEG и его модификация. Стандарт JPEG-2000. H.261 – видеокодек для аудиовизуальных сервисов при скоростях потока  $p \times 64$  Кбит/с. H.263 – видеокодирование для систем связи с низкой пропускной способностью. MPEG-1 – кодирование видео и аудиоинформации для цифровых систем с объемом данных приблизительно до 1,5 Мбит/с. MPEG-2 – кодирование динамических изображений и связанной с ними звуковой информации. MPEG-4 – обобщенное кодирование аудиовизуальных объектов. Стандарт DIRAC. H.264/AVC – улучшенное видеокодирование. H.265/HEVC – высокоэффективное видеокодирование.

## 9. Медиаконтейнеры

Потоковые и файловые контейнеры. Растровые форматы хранения изображений. BMP, GIF, JPEG, PNG, WebP, HEIF, RAW. Векторные форматы. SVG. TIFF. Единые форматы сжатия аудио и видео. Мультимедийные контейнеры. IFF, RIFF, MP4, Matroska, Ogg, WebM.

## 10. Принципы и стандарты кодирования речи и звука

Основные характеристики и цифровое представление звуковой информации. Основные стандарты кодирования речевой информации. Стандарты кодирования звуковой информации. Подавление акустического эха в системах видеоконференцсвязи.

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

## 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.

### Дополнительная литература

1. Сверхширокополосная беспроводная связь [Текст]/Х. Арслан, Чж. Н. Чен, М. Бенедетто, -М., Техносфера, 2012
2. Голдсмит, А. Беспроводные коммуникации / А. Голдсмит; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова, Н. Р. Триски ; под ред. В. А. Березовского. — Москва : Техносфера, 2011. — 904 с. — (Мир радиоэлектроники). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 895-903. - 3000 экз. - ISBN 978-5-94836-176-5.) .

## 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

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

Не предусмотрено.

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

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, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,
- выполнение работ в выбранных программных средах,
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

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

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - 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 «Теория кодирования мультимедийной 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. Типы аналоговых и цифровых растровых изображений.
2. Основные форматы изображений, используемые в различных видеоприложениях.



3. Цветовые системы, их использование для различных приложений. Диаграммы цветностей, координаты стандартных источников белого цвета.
4. Преобразование координат цветовых систем.
5. Виды статических и динамических эталонных изображений, их применение для оценки качества кодирования при различных применениях.
6. Основные параметры систем черно-белого ТВ. Объем информации при преобразовании динамических изображений в цифровую форму.
7. Цветное телевидение. Графики цветностей различных систем ЦТВ.
8. Система NTSC. Причины использования узкополосных сигналов цветности. Объем информации при преобразовании сигналов NTSC в цифровую форму.
9. Система PAL. Особенности использования цветоразностных сигналов, специфика выбора частоты цветовой поднесущей. Различия векторных диаграмм сигналов NTSC и PAL. Объем информации при преобразовании сигналов PAL в цифровую форму.
10. Система SECAM. Методы передачи цветоразностных сигналов, их предварительная коррекция. Специфика обработки цветоразностных сигналов, обеспечивающая уменьшение влияния помех и снижения заметности на экранах телевизоров. Объем информации при преобразовании сигналов SECAM в цифровую форму.
11. Цифровые компонентные сигналы, выбор частоты дискретизации. Параметры видео для различных приложений, включая видеотелевизионные системы со многими точками наблюдения.
12. Префильтрация и постфильтрация изображений. Теорема о дискретизации. Пространственная частота, функция отсчетов и ее форма. Особенности искажений изображений при ограничении их спектра, а также из-за дискретности последовательности кадров.
13. Специфика искажений изображений из-за квантования отсчетов изображений. Выбор коэффициентов квантования Ллойда-Макса.
14. Кодирование с предсказанием. Алгоритмы предсказания по строкам, столбцам и кадрам.
15. Кодирование с дискретным преобразованием. Унитарные преобразования. Унитарное преобразование Кархунена-Лоэва, его эффективность.
16. Статистика монохромных и цветных изображений. Энергетический спектр стационарного изображения. Статистика монохромных изображений с преобразованием. Кодирование с сокращением объема передаваемой информации.
17. Факторы объективного и субъективного характера, влияющие на искажения воспроизводимых изображений.
18. Нормализованная автоковариационная функция изображений.
19. Едва заметные изменения яркости, возникающие при изменении кода, характеризующего пиксели деталей изображения.
20. Зависимости порога заметности пространственных изменений яркости от яркостей деталей и фона изображения, относительного положения деталей различной яркости, условий внешнего освещения и пр.
21. Заметности эхо-сигналов от расстояния до основного сигнала.
22. Субъективная оценка воздействия флуктуационных помех на изображение.
23. Усредненный порог цветоразличения Мак-Адама.
24. Зависимости заметности изменений насыщенности деталей изображения.
25. Зависимости заметности изменений цветового тона деталей изображения.
26. Методы субъективной оценки изображений.
27. Компьютерные технологии хранения, обмена и воспроизведения черно-белых и цветных изображений различного разрешения. Векторные и растровые файлы графических данных.
28. Унитарные преобразования. Свойства унитарных преобразований. Разделимость унитарных преобразований.
29. Базисные функции преобразования Фурье с комплексными показателями. Варианты формирования дискретного действительного Фурье преобразования (ДДФ). Быстрое преобразование Фурье.
30. Преобразования Хаара и Уолша-Адамара. Принципы создания двумерных преобразований и их эффективность.
31. Синусное двумерное преобразование. Построение базисных функций.
32. Четные и нечетные косинусные преобразования. Построение базисных функций, их эффективность. Результаты статистических исследований ортогональных преобразований.

33. Базисные функции преобразований Кархунена-Лоэва. Возможности их применения.
34. Наклонные унитарные преобразования и преобразования Лежандра.
35. Методы квантования коэффициентов унитарных преобразований, упорядочивание и кодирование коэффициентов.
36. Межкадровое или трехмерное кодирование.
37. Определения вейвлетов и масштабирующих функций.
38. Виды непрерывных вейвлет-функций и их применение для анализа сигналов. Условия использования таких вейвлет-функций.
39. Прямое и обратное дискретные вейвлет-преобразования для оценки непрерывных сигналов. Отличие вейвлетов от Фурье-преобразований.
40. Условия ортогонального кратномасштабного анализа сигналов. Разбиение путем кратномасштабного преобразования пространства  $L_2(R)$  на систему вложенных подпространств.
41. Структура двухканальной системы субполосного кодирования и декодирования сигналов и изображений.
42. Принцип двухполосных преобразований сигналов. Основные уравнения кратномасштабных преобразований.
43. Принцип расчета КИХ-фильтров с линейной фазовой характеристикой. Параметры КИХ-фильтров с несимметричным числом отсчетов.
44. Расчет КИХ фильтров с четным числом отсчетов. Особенности характеристик группового времени запаздывания. Квадратурно-зеркальные КИХ-фильтры.
45. Структура вейвлет-преобразований двумерного сигнала и форматы преобразованных изображений.
46. Использование банков трехполосных КИХ-фильтров при обработке изображений. Результаты обработки изображений с использованием трехполосных фильтров.
47. Принципы внутрикадрового кодирования и его эффективность.
48. Методики изменения коэффициентов квантования блоков в JPEG-подобных алгоритмах видеокompresии.
49. Структура реализации адаптивного квантования, используемы алгоритмы расчета коэффициентов квантования. Эффективность использования адаптивного квантования.
50. Направленное пространственное внутрикадровое предсказание блоков  $4 \times 4$  пикселей. Режимы преобразований, их эффективность.
51. Выбор направленного пространственного внутрикадрового предсказание блоков  $8 \times 8$  пикселей. Режимы преобразований, их эффективность.
52. Использование направленного пространственного внутрикадрового предсказание блоков  $16 \times 16$  пикселей. Режимы преобразований, их эффективность.
53. Направленное пространственное внутрикадровое предсказание блоков цветоразностных сигналов. Режимы преобразований.
54. Порядок фильтрации краев блоков яркости и цветности для уменьшения влияния блокинг-эффекта.
55. Проблемы анализа и компенсации движения в динамических изображениях. Требования сокращения объема вычислений при поиске близких по структуре блоков изображений.
56. Процедуры полного перебора, логарифмический, комбинированный по двум направлениям, трехшаговый и иерархический методы анализа движения блоков в смежных кадрах.
57. Моделирование движения в плоскости кадра с применением стандартных уравнений в частных производных гиперболического типа. Схема поиска векторов движения по модели Маркова 1-го порядка.
58. Использование временной и пространственной корреляции векторов с оптимизацией возмущения битового потока. Минимизация разностного сигнала после компенсации движения и объема кода, необходимого для передачи векторов движения. Корреляции соседних векторов движения.
59. Метод полного перебора с преобразованием Фурье. Методы фазовой корреляции, их эффективность. Использование корреляционной поверхности с применением линейных преобразований.
60. Оптимизация поиска векторов движения с применением быстрого поиска MVFAST. Шаги поиска вектора движения. Модели поиска по “большому бриллианту” и “малому бриллианту”. Модели поиска: крест, диагональ и уточнение.

61. Быстрый алгоритм анализа движения деталей в динамических изображениях, обеспечивающий увеличение зоны поиска векторов движения. Эффективность анализа движения по опорным точкам блоков изображений. Алгоритмы поиска опорных точек, точности оценки векторов движения.
62. Компенсация движения с адаптивным размером блока, с перекрытием, с взвешиванием.
63. Глобальная компенсация движения.
64. Дополнительные возможности компенсации движения деталей в динамических изображениях за счет незначительного незаметного для глаза изменения содержания кодируемого кадра. Адекватный критерий качества, учитывающий свойства инерции зрительного восприятия. Выигрыш по сжатию изображений.
65. Анализ смены сюжета в динамических изображениях. Алгоритмы оценки смены сюжета в динамических изображениях.
66. Требования к разработке стандартов кодирования статических изображений. Стандарты цифрового сжатия и кодирования неподвижных изображений.
67. Алгоритмы преобразований 24-битовых изображений в стандарте JPEG. Особенности преобразований RGB исходных данных. Варианты масок предсказания при ДИКМ.
68. Дискретное косинусное преобразование, квантование коэффициентов ДКП, алгоритм Z-упорядочивания ДКП матрицы в системе JPEG. Недостатки системы JPEG.
69. Структура обработки изображений по стандарту JPEG 2000. Основные преимущества обработки статических изображений по стандарту JPEG 2000. Преобразование RGB компонент в системе JPEG 2000.
70. Частотные и импульсные характеристики ФНЧ и ФВЧ вейвлет-преобразований в системе JPEG 2000.
71. Преобразование изображений с потерями и без потерь. Использование различных коэффициентов квантования в преобразуемых блоках при преобразованиях изображений с потерями.
72. Основные стандарты кодирования динамических изображений. Их специфические особенности.
73. Стандарт H.261. Специфические особенности построения и использования системы кодирования. Анализ и компенсация движения. Недостатки стандарта.
74. Стандарт H.263. Отличия от стандарта H.261, преимущества использования стандарта. Особенности обработки P и B кадров.
75. Стандарт MPEG-1. Возможности его использования. Структура кодирующих устройств. Типичная группа кадров при кодировании и декодировании. Недостатки стандарта.
76. Стандарт MPEG-2. Три основные части стандарта. Организация битового потока, формируемого в соответствии со стандартом MPEG-2. Транспортный и программный потоки MPEG-2.
77. Обобщенное кодирование аудиовизуальных объектов по стандарту MPEG-4. Профили MPEG-4/Аудио и Профили MPEG-4/Видео. Уровни профилей кодирования/декодирования динамических изображений.
78. Открытый стандарт видеокодирования с применением вейвлет-преобразования DIRAC.
79. Структура передающей части современных систем кодирования динамических изображений. Основные методы внутрикадровой и межкадровой обработки изображений.
80. Уровень видеокодирования и Уровень сетевой абстракции в стандарте H.264. Профили и уровни стандарта H.264/AVC.
81. Функциональные возможности H.264/AVC, эффективность кодирования динамических изображений.
82. Функциональные схемы кодера и декодера H.264/AVC. Базовые алгоритмы кодирования и декодирования источника информации. Слайсовая структура кодирования.
83. Внутрикадровое кодирование по стандарту H.264/AVC, его эффективность.
84. Алгоритмы анализа и компенсации движения. Варианты определения векторов движения компонент яркости и цветности с заданной точностью.
85. Сепарабельное целочисленное прямое и обратное преобразование к блокам 4x4, близкое по свойствам к ДКП. Скалярное квантование по стандарту H.264/AVC. Прямое и обратное преобразование и квантование коэффициентов блока яркости размером 4x4 коэффициентов блока цветности размером 2x2.
86. Варианты энтропийного кодирования, принципы их использования в стандарте H.264/AVC.

87. Общая структура и особенности кодера H.265/HEVC. Существенное повышение эффективности кодирования за счет улучшений, реализованных в этом стандарте.
88. Понятия «профиль», «ярус» и «уровень», их использование при обработке динамических изображений. Фронтальная параллельная обработка информации. Система кодового дерева и соответствующая ему древовидная структура.
89. Симметричные и асимметричные варианты разделения блоков предсказания. Специфические особенности внутрикадрового и межкадрового предсказания в стандарте H.265/HEVC. Специальные виды кодирования.
90. Контейнеры. Различия потоковых и файловых контейнеров. Понятие единого формата кодирования.
91. Растровые форматы хранения изображений. BMP, GIF, JPEG, PNG.
92. Растровые форматы хранения изображений. WebP, HEIF, RAW.
93. Векторные форматы. SVG.
94. Единые форматы сжатия аудио и видео.
95. Мультимедийные контейнеры. IFF, RIFF, MP4, Matřřka, Ogg, WebM.
96. Основные характеристики и цифровое представление звуковой информации.
97. Основные принципы кодирования речевой информации.
98. Основные стандарты кодирования речевой информации.
99. Основные принципы кодирования звуковой информации.
100. Стандарты кодирования звуковой информации.
101. Подавление акустического эха в системах видеоконференцсвязи.

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

Перечен вопросов для проведения экзамена:

1. Форматы изображений.
2. Аналоговые и цифровые растровые изображения.
3. Цветовые системы. Эталонные изображения.
4. Монохромное телевидение. Системы цветного телевидения.
5. Цифровые компонентные телевизионные сигналы.
6. Видеоинформация с пониженным и повышенным разрешением.
7. Представление изображения конечным объемом данных.
8. Фурье-преобразование, теорема о дискретизации.
9. Видеопоследовательность.
10. Квантование, импульсно-кодовая модуляция.
11. Статистика монохромных изображений без преобразования.
12. Заметность пространственных и временных изменений яркости изображения. Влияние помех. Особенности восприятия цветов.
13. Методы субъективной оценки качества изображений.
14. Количественные меры оценки качества изображений.
15. Компьютерные методы хранения изображений.
16. Классификация методов кодирования изображений.
17. Импульсно-кодовая модуляция.
18. Кодирование изображений с предсказанием, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция.
19. Основные виды предсказания. Квантование сигналов, ошибки предсказания.
20. Помехоустойчивость кодирования с предсказанием.
21. Дискретные линейные ортогональные преобразования.
22. Дискретное преобразование Фурье.
23. Преобразование Хаара.
24. Преобразование Уолша-Адамара.
25. Дискретное синусное преобразование. Дискретные косинусные преобразования.

26. Преобразование Кархунена-Лоэва.
27. Другие виды преобразований. К
28. вандование коэффициентов преобразования.
29. Кодирование коэффициентов преобразования.
30. Межкадровое или трехмерное кодирование.
31. Непрерывное вейвлет-преобразование.
32. Дискретное вейвлет-преобразование.
33. Кратномасштабный вейвлет-анализ.
34. Основные сведения о субполосном кодировании.
35. КИХ-фильтры с нечетным числом отсчетов цифровой решетки и линейной (нулевой) ФЧХ.
36. Ортогональные КИХ-фильтры с четным числом отсчетов цифровой решетки.
37. Квадратурно-зеркальные КИХ-фильтры.
38. Кратномасштабное дискретное вейвлет-преобразование изображений.
39. Использование банков трехполосных КИХ-фильтров при обработке изображений.
40. Оценка энергетических характеристик изображения в зависимости от вида вейвлет-базиса разложения.
41. Выбор маски квантования высокочастотных компонент вейвлет-преобразований изображений.
42. Обработка тестовых изображений двухполосными вейвлет-фильтрами.
43. Обработка тестовых изображений трехполосными вейвлет-фильтрами.
44. Изменения коэффициентов квантования блоков в JPEG-подобных алгоритмах видеокompresии.
45. Направленное пространственное внутрикадровое предсказание.
46. Уменьшение влияния блокинг-эффекта.
47. Классификация методов компенсации движения.
48. Основные методы анализа движения.
49. Основные методы компенсации движения.
50. Глобальная компенсация движения.
51. Анализ смены сюжета в динамических изображениях.
52. Стандарт JPEG и его модификация.
53. Стандарт JPEG-2000. H.261 – видеокодек для аудиовизуальных сервисов при скоростях потока  $p \times 64$  Кбит/с. H.263 – видеокодирование для систем связи с низкой пропускной способностью.
54. MPEG-1 – кодирование видео и аудиоинформации для цифровых систем с объемом данных приблизительно до 1,5 Мбит/с.
55. MPEG-2 – кодирование динамических изображений и связанной с ними звуковой информации.
56. MPEG-4 – обобщенное кодирование аудиовизуальных объектов.
57. Стандарт DIRAC.
58. H.264/AVC – улучшенное видеокодирование.
59. H.265/HEVC – высокоэффективное видеокодирование.
60. Поточковые и файловые контейнеры.
61. Растровые форматы хранения изображений.
62. BMP, GIF, JPEG, PNG, WebP, HEIF, RAW.
63. Векторные форматы. SVG. TIFF.
64. Единые форматы сжатия аудио и видео.
65. Мультимедийные контейнеры. IFF, RIFF, MP4, Matroska, Ogg, WebM.
66. Основные характеристики и цифровое представление звуковой информации.
67. Основные стандарты кодирования речевой информации.
68. Стандарты кодирования звуковой информации.
69. Подавление акустического эха в системах видеоконференцсвязи

Примеры билетов для проведения экзамена:

Билет 1.

1. Форматы изображений.
2. Подавление акустического эха в системах видеоконференцсвязи

Билет 2.

1. Аналоговые и цифровые растровые изображения.
2. Стандарты кодирования звуковой информации.

#### 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**

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 экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой.