МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа цифровых технологий

Направление подготовки: 11.03.02 (РФ) / 690300 (КР) Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: «Сети связи и системы коммутации»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: Очная

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС)

по дисциплине (модулю) «Построение цифрового телевидения»

Год начала подготовки: 2026

Семестр изучения: 7 семестр (4 курс)

Общая трудоемкость: 5 ЗЕТ (180 академических часов)

Форма промежуточной аттестации: Экзамен (7 семестр)

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине

по дисциплине «Построение цифрового телевидения»

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании высшей школы «цифровых технологий»

протокол № 1 от «02» сентября 2026 года.

Директор ВШ «Цифровых технологий» _____ Хмелёва И.В.

Согласовано РОП: к.т.н., доцент Оконов М.О. _____

Исполнители:

Ст. препод. ВШ «Цифровых технологий» _____ Мамадалиева Ж.Б.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для проведения входного контроля, текущего контроля успеваемости, рубежного контроля и промежуточной аттестации (экзамена) обучающихся по дисциплине «Построение цифрового телевидения». ФОС обеспечивает проверку уровня сформированности профессиональной компетенции:

- **ПК-4:** *Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ*.

1.2. Распределение объема дисциплины по видам занятий (по учебному плану)

- **Общая трудоемкость:** 5 ЗЕТ / 180 академических часов.
- **Лекционные занятия:** 16 часов.
- **Лабораторные занятия:** 16 часов (8 лабораторных работ).
- **Практические занятия:** 32 часа (16 практических работ).
- **Самостоятельная работа студентов (СРС):** 84 часа.
- **Контактная работа в период экзаменационной сессии (КрЭк):** 0,3 часа.
- **Часы на контроль:** 31,7 часа.
- **Вид промежуточной аттестации:** Экзамен (7 семестр).

1.3. Матрица связей разделов дисциплины, компетенций и оценочных средств

Раздел дисциплины	**Формируемые индикаторы компетенции (ПК-4)**	**Виды оценочных средств**
Раздел 1. Цифровизация и студийная обработка видео- и аудиосигналов	**Знать:** параметры цифровизации аналогового ТВ-сигнала, цветовые пространства RGB и YC_bC_r, форматы субдискретизации цветности (4:4:4, 4:2:2, 4:2:0), студийные интерфейсы SDI и SMPTE ST 2110 **Уметь:** рассчитывать битрейт несжатых цифровых видеопотоков (SDTV, HDTV, Ultra HD 4K) и полосу частот цифрового аудиосопровождения	Входной контроль, Теоретические вопросы №1–3, Практические задания №1–3, Лаб. работа №1.3, Практ. занятия №1.4, 1.5, СРС №1.6, 1.7, Кейс №10, Рефераты №4, 5, 15

Раздел дисциплины	Формируемые индикаторы компетенции (ПК-4)	Виды оценочных средств
	Владеть: навыками расчёта IP-медиасетей студий формата 4K HDR (SMPTE ST 2110, IEEE 1588 PTP)	
Раздел 2. Сжатие и компрессия медиаинформации	**Знать:** 3.1.1 — стандарты и математические алгоритмы сжатия цифровых видео- и аудиоданных (MPEG-2, H.264/AVC, H.265/HEVC, VVC/H.266, AV1, AAC, AC-3), структуру GOP (I-, P-, B-кадры) **Уметь:** 3.2.9 — выбирать оптимальные профили и уровни кодеков, рассчитывать параметры GOP и объективные метрики качества (PSNR, SSIM, VMAF) **Владеть:** 3.3.8 — методиками комплексной оценки качества видеоизображения на основе объективных (PSNR, SSIM, VMAF) и субъективных критериев	Теоретические вопросы №4–7, 20, Практические задания №4–5, Лаб. работа №2.3, Практ. занятия №2.4, 2.5, СРС №2.6, 2.7, Кейс №9, Рефераты №3, 16, 17, 18, Презентации №1, 2, 18
Раздел 3. Формирование транспортных потоков и помехоустойчивое кодирование	**Знать:** 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 — структуру MPEG-TS (ES, PES, TS, таблицы PSI/SI, метки PCR/PTS/DTS), каскадное помехоустойчивое	Теоретические вопросы №8–12, Практические задания №6–10, Лаб. работы №3.3, 3.4, Практ.

Раздел дисциплины	Формируемые индикаторы компетенции (ПК-4)	Виды оценочных средств
	кодирование (Рида–Соломона, BCH, LDPC), основы COFDM **Уметь:** 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.10 — рассчитывать информационную ёмкость MPEG-TS, выбирать параметры MODCOD, рассчитывать длительность символов и защитных интервалов COFDM **Владеть:** 3.3.1, 3.3.3 — навыками анализа MPEG-TS (TS Reader) и симуляционного моделирования узлов связи в MATLAB/Simulink	занятия №3.5–3.7, СРС №3.8, 3.9, Кейсы №1, 2, Рефераты №6, 10, Презентации №3, 4, 5
Раздел 4. Сети и стандарты цифрового ТВ-вещания (DVB, IPTV, OTT)	**Знать:** 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8 — спецификации DVB-T2, DVB-C/C2, DVB-S2/S2X, принципы SFN и MFN, архитектуру и протоколы сетей IPTV и OTT (IGMP, RTSP, UDP/RTP, HLS, MPEG-DASH, HbbTV), оборудование головных станций **Уметь:** 3.2.4, 3.2.8 — проектировать схемы головных станций, настраивать стриминг-	Теоретические вопросы №13–17, Практические задания №11–14, 20, Лаб. работы №4.3, 4.4, Практ. занятия №4.5–4.8, СРС №4.9, 4.10, Кейсы №3, 4, 7, 8, Рефераты №1, 2, 7–9, 11–14, Презентации №6–11, 16, 19, 20

Раздел дисциплины	Формируемые индикаторы компетенции (ПК-4)	Виды оценочных средств
	серверы, CDN и рассчитывать профили ABR **Владеть:** 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6 — навыками пространственно-частотного планирования SFN DVB-T2, конфигурирования оборудования и устранения сбоев в IP-сетях	
Раздел 5. Измерения, контролепригодность и системное проектирование ТВ-сетей	**Знать:** 3.1.9, 3.1.10 — методики измерений параметров ТВ-сигналов (BER, MER, C/N, задержки, джиттер), стандарты QoS/QoE и ETSI TR 101 290 **Уметь:** 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7 — рассчитывать зоны покрытия и запас мощности радиолиний, анализировать потоки и ошибки (TS Reader, Wireshark), оценивать MER и BER **Владеть:** 3.3.2, 3.3.7 — методикой измерений на спектроанализаторах и измерителях DVB, опытом работы со стандартами МСЭ-R (ITU-R) и ETSI/DVB	Теоретические вопросы №18–20, Практические задания №15–19, Лаб. работы №5.3, 5.4, Практ. занятия №5.5–5.7, СРС №5.8, Кейсы №5, 6, Рефераты №19, 20, Презентации №12–15, **Экзамен**

2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «ЗНАТЬ» (20 теоретических вопросов)

Перечень из 20 теоретических вопросов сформирован строго в соответствии с пунктом 5.1 «Категория „ЗНАТЬ“ (Теоретические вопросы)» РПД:

1. **Дискретизация и квантование ТВ-сигнала:** Перечислите основные параметры цифровизации аналогового видеосигнала (частоты дискретизации, разрядность квантования). В чём заключаются особенности цветовых пространств RGB и YC_bC_r?
2. **Форматы субдискретизации цветности:** Раскройте физическую природу и принципы формирования форматов 4:4:4, 4:2:2 и 4:2:0. Какая экономия скорости передачи данных достигается при их использовании?
3. **Студийные цифровые видеоинтерфейсы:** Сравните стандарты интерфейсов серии SDI (SD-SDI, HD-SDI, 3G-SDI, 12G-SDI). В чём заключаются преимущества и особенности перехода к сетевой передаче некомпрессированного видео по стандарту SMPTE ST 2110?
4. **Виды избыточности в ТВ-изображениях:** Дайте классификацию типов избыточности (пространственная, временная, психовизуальная, статистическая) и укажите математические методы их устранения.
5. **Методы сжатия видео (MPEG / H.26x):** Раскройте смысл дискретного косинусного преобразования (ДКП) и вектора компенсации движения. Опишите структуру группы кадров (GOP) и роли I-, P- и B-кадров.
6. **Эволюция видеокодеков:** Сравните кодирующие стандарты MPEG-2, H.264/AVC, H.265/HEVC и VVC/H.266 по степени сжатия, вычислительной сложности и областям применения (SD, HD, Ultra HD 4K/8K).
7. **Кодирование звукового сопровождения:** Раскройте принципы работы психоакустических моделей слуха. Чем отличаются форматы сжатия аудио MPEG-1 Layer II, AAC и Dolby Digital (AC-3)?
8. **Элементарные и транспортные потоки MPEG-TS:** Сформулируйте понятия элементарного (ES), пакетированного элементарного (PES) и транспортного (TS) потоков. Какова длина пакета MPEG-TS и какова структура его заголовка?
9. **Синхронизация в MPEG-TS:** Опишите назначение и физический смысл временных меток PCR (Program Clock Reference), PTS (Presentation Time Stamp) и DTS (Decode Time Stamp).
10. **Сервисная информация PSI/SI:** Перечислите назначение основных таблиц сервисной информации: PAT, PMT, NIT, SDT, EIT, CAT. Как происходит процесс настройки приёмника (STB) на конкретную программу?
11. **Помехоустойчивое кодирование в DVB:** В чём заключается суть каскадного кодирования? Сравните комбинации кодов Рида–Соломона + свёрточный код (DVB-T/C/S) и BCH + LDPC (DVB-T2/C2/S2).
12. **Многочастотная модуляция OFDM / COFDM:** Раскройте принцип обеспечения ортогональности несущих. За счёт чего защитный интервал T_g предотвращает межсимвольную интерференцию (МСИ) при многолучевом приёме?
13. **Стандарт эфирного вещания DVB-T2:** Перечислите ключевые технологические новшества DVB-T2 по сравнению с DVB-T (технологии T2-MI, режимы контента Multiple PLP, поворот созвездия, MISO).
14. **Сети вещания SFN и MFN:** В чём состоят принципиальные различия между одночастотными (SFN) и многочастотными (MFN) сетями наземного вещания? Каковы требования к синхронизации передатчиков в SFN?
15. **Кабельные и спутниковые стандарты DVB:** Опишите особенности физического уровня и формата модуляций в стандартах DVB-C/C2 (QAM) и DVB-S2/S2X (QPSK, 8PSK, 16/32APSK, адаптивная модуляция ACM/VCM).

16. **Архитектура сетей IPTV:** Раскройте назначение компонентов сети IPTV (Headend, Middleware, DRM, CDN, Edge-коммутаторы). Какие протоколы используются для управления (IGMP, RTSP) и доставки данных (UDP/RTP Multicast)?
17. **Технологии OTT-вещания:** В чём принципиальные отличия OTT от классического IPTV? Опишите принципы адаптивного потокового стриминга по протоколам HLS и MPEG-DASH.
18. **Измерения качественных параметров ТВ-сигнала:** Дайте определения показателям качества: уровень RF-сигнала, отношение сигнал/шум (C/N), коэффициент ошибок модулятора (MER) и вероятность ошибки (BER).
19. **Диаграммы созвездий (Constellation Diagram):** Как по виду созвездия определить характер помехи в тракте (амплитудная нелинейность, фазовый шум, квадратурный дисбаланс, аддитивный белый шум)?
20. **Оценка качества видео (QoS / QoE):** Чем отличаются критерии качества обслуживания (QoS) от качества восприятия (QoE)? Назовите объективные метрики качества видео (PSNR, SSIM, VMAF).

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «УМЕТЬ» (20 практических заданий и расчётов)

Задания сформированы строго в соответствии с пунктом 5.1 «Категория „УМЕТЬ“ (Практические задания и расчеты)» и разделом 4 РПД:

3.1. Расчётные и аналитические задания уровня «Уметь» (20 заданий)

1. **Расчёт несжатого видеопотока SDTV:** Рассчитать скорость передачи данных для стандартного цифрового видеосигнала SDTV (576i, 50 Гц, формат цветности 4:2:2, 8 бит/сэмпл).
2. **Расчёт несжатых видеопотоков HDTV и Ultra HD:** Сравнить битрейты несжатого видео HD 1080p60 (4:2:2, 10 бит) и Ultra HD 4K 2160p60 (4:2:0, 10 бит).
3. **Определение объёма хранилища для видеомассива:** Вычислить необходимую ёмкость серверного дискового массива для хранения 24 часов видеоматериала в формате ProRes 422 HQ (1080p).
4. **Расчёт длины и структуры GOP:** Рассчитать битрейт P- и B-кадров при заданном среднем битрейте потока H.264 $R = 8\text{ Мбит/с}$, если структура GOP зафиксирована как $N = 12$, $M = 3$.
5. **Оценка метрик качества PSNR:** По заданным значениям среднеквадратичной ошибки ($MSE = 4{,}2$) для 8-битного видеокадра вычислить объективный показатель качества PSNR в децибелах.
6. **Анализ оверхеда служебных пакетов MPEG-TS:** Рассчитать процентное соотношение полезных данных и служебных заголовков в пакете MPEG-TS длиной 188 байт при наличии поля адаптации (Adaptation Field) длиной 18 байт.
7. **Расчёт информационной ёмкости TS-мультиплекса:** Вычислить суммарный битрейт мультиплекса DVB-T2, состоящего из 10 ТВ-программ HD-качества (3,5 Мбит/с каждая), 3 радиопрограмм (192 Кбит/с) и служебных таблиц PSI/SI (0,8 Мбит/с).
8. **Расчёт энергетического выигрыша от LDPC-кодирования:** Вычислить пороговое отношение C/N, необходимое для обеспечения $BER = 10^{-11}$ в DVB-T2 при скорости кода (Code Rate) $R = 3/5$ и модуляции 64-QAM.
9. **Выбор защитного интервала T_g в COFDM:** Вычислить минимально необходимый защитный интервал для SFN-сети DVB-T2, если максимальное расстояние между соседними передатчиками составляет $D = 35\text{ км}$.

10. **Расчёт параметров символа OFDM в режиме DVB-T2 8K:** Для режима DVB-T2 8K (полезная длительность символа $T_u = 896\text{ мкс}$) определить длительность защитного интервала T_g при соотношении $1/16$ и суммарную длительность символа T_s.
11. **Расчёт скорости передачи данных в канале DVB-C2:** Рассчитать полезную скорость передачи данных кабельного мультиплекса DVB-C2 при использовании полосы 8 МГц, модуляции 256-QAM и скорости кода $R = 5/6$.
12. **Расчёт полосы пропускания транспондера DVB-S2:** Определить необходимую полосу частот спутникового ствола для передачи потока с символьной скоростью $R_s = 27{,}5\text{ МСимв/с}$ при заданном коэффициенте скругления спектра (Roll-off).
13. **Расчёт нагрузки на IP-сеть при передаче IPTV Multicast:** Вычислить пиковую полосу частот в магистральном канале связи при одновременной трансляции 50 каналов SD (2,5 Мбит/с), 30 каналов HD (8 Мбит/с) и 5 каналов 4K (25 Мбит/с).
14. **Расчёт профилей ABR для OTT-вещания (HLS):** Сформировать оптимальную сетку (Ladder) профилей битрейтов и разрешений HLS для вещания на мобильные устройства и Smart TV (от 240p до 1080p).
15. **Анализ ошибок TR 101 290:** По лог-файлу анализатора определить приоритет и причину ошибки: пропадание таблиц PAT (период $> 0{,}5\text{ с}$), отсутствие метки Sync Byte, рассогласование временных меток PCR.
16. **Идентификация помех по созвездию QAM:** По графическому изображению диаграммы созвездия 64-QAM (размытие точек по окружности) определить вид помехи и предложить способ её устранения.
17. **Расчёт радиолинии DVB-T2 (Power Budget):** Вычислить мощность на входе приёмника $P_{\text{вх}}$ при мощности передатчика РТПС $P_{\text{пер}} = 1\text{ кВт}$, коэффициенте усиления передающей антенны $G_t = 12\text{ дБи}$, высоте подвеса 150 м и дальности приёма $R = 40\text{ км}$.
18. **Расчёт диаметра антенны спутникового приёма (DVB-S2):** Вычислить необходимый диаметр приёмной зеркальной антенны для обеспечения запаса по C/N 5 дБ при приёме сигнала с ЭИИМ спутника 48 дБВт.
19. **Расчёт индекса MDI (Media Delivery Index) для IPTV:** По заданным параметрам задержки $DF = 25\text{ мс}$ и числу потерянных IP-пакетов $MLR = 0$ дать оценку качеству передачи потока в IP-сети.
20. **Составление таблицы распределения элементов PLP:** Рассчитать распределение полосы частот мультиплекса DVB-T2 для режимов PLP0 (общероссийские каналы), PLP1 (региональные вставки) и PLP2 (данные).

3.2. Лабораторный практикум (16 часов / 8 лабораторных работ, раздел 4 РПД)

- **Лабораторная работа №1.3 (1,5 ч.):** Исследование эффективности алгоритмов субдискретизации цветности и квантования.
- **Лабораторная работа №2.3 (3 ч.):** Исследование характеристик видеокодеков H.264/AVC и H.265/HEVC.
- **Лабораторная работа №3.3 (1,5 ч.):** Анализ структуры и сервисных таблиц транспортных потоков MPEG-TS.
- **Лабораторная работа №3.4 (1,5 ч.):** Моделирование тракта помехоустойчивого кодирования и модуляции COFDM.
- **Лабораторная работа №4.3 (2 ч.):** Приём и измерение параметров сигнала цифрового эфирного ТВ формата DVB-T2.
- **Лабораторная работа №4.4 (2 ч.):** Развёртывание и исследование работы сервера IPTV/OTT стриминга.

- **Лабораторная работа №5.3 (1,5 ч.):** Диагностика ошибок в транспортном потоке по стандарту TR 101 290.
- **Лабораторная работа №5.4 (1,5 ч.):** Оценка качества обслуживания (QoS) и восприятия (QoE) в IPTV/OTT-сетях.

3.3. Практические занятия (32 часа / 16 практических работ, раздел 4 РПД)

- **Практическое занятие №1.4 (3 ч.):** Расчёт битрейта несжатых цифровых видеопотоков различных стандартов.
- **Практическое занятие №1.5 (3 ч.):** Расчёт параметров и полосы частот цифрового аудиосопровождения.
- **Практическое занятие №2.4 (3 ч.):** Расчёт параметров сжатия и структуры GOP для различных типов контента.
- **Практическое занятие №2.5 (3 ч.):** Оценка объективных показателей качества видеоизображения (PSNR, SSIM, VMAF).
- **Практическое занятие №3.5 (2 ч.):** Расчёт информационной ёмкости транспортного потока MPEG-TS.
- **Практическое занятие №3.6 (2 ч.):** Расчёт параметров каскадного помехоустойчивого кодирования (BCH + LDPC).
- **Практическое занятие №3.7 (2 ч.):** Расчёт параметров сигнала COFDM (длительность символа, защитный интервал).
- **Практическое занятие №4.5 (2 ч.):** Расчёт параметров физических каналов PLP в стандарте DVB-T2.
- **Практическое занятие №4.6 (2 ч.):** Пространственно-частотное планирование одночастотных сетей вещания (SFN).
- **Практическое занятие №4.7 (2 ч.):** Расчёт полосы пропускания и производительности оборудования сети IPTV.
- **Практическое занятие №4.8 (2 ч.):** Расчёт профилей адаптивного битрейта (ABR) для OTT-вещания.
- **Практическое занятие №5.5 (2 ч.):** Анализ диаграмм созвездий (Constellation Diagram) при различных типах помех.
- **Практическое занятие №5.6 (2 ч.):** Расчёт зоны покрытия РТПС цифрового наземного вещания DVB-T2.
- **Практическое занятие №5.7 (2 ч.):** Расчёт параметров спутникового ТВ-канала связи (DVB-S2).

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «ВЛАДЕТЬ» (10 комплексных задач и кейсов)

Перечень из 10 сквозных задач сформирован строго в соответствии с пунктом 5.1 «Категория „ВЛАДЕТЬ“ (Комплексные задачи и кейсы)» РПД. Задачи используются на экзамене, при защите курсовой работы и для верификации инженерно-проектировочных компетенций:

- **Задача 1. Проектирование системы кодирования и мультиплексирования цифрового ТВ-центра**

  Задание: Для телецентра, формирующего 12 программ HD 1080p и 2 программы Ultra HD 4K, выполнить расчёт параметров кодеров H.265/HEVC, определить параметры адаптивного статистического мультиплексирования (StatMux) и составить спецификацию оборудования головной станции.

- **Задача 2. Моделирование тракта передачи DVB-T2 в MATLAB/Simulink**

Задание: В среде MATLAB/Simulink собрать модель цифрового тракта DVB-T2 (кодер LDPC, созвездие 256-QAM, модулятор COFDM, модель канала с релеевскими замираниями). Построить семейство кривых зависимости $BER(C/N)$ для защитных интервалов 1/16 и 1/128.

- **Задача 3. Расчёт пространственно-частотного плана одночастотной сети вещания (SFN DVB-T2)**

  Задание: Для географического региона размером 120 км спроектировать одночастотную сеть DVB-T2 из 4 передающих станций. Рассчитать мощности передатчиков, высоты антенн, выбранный режим FFT (16K/32K), защитный интервал и задержки в линии доставки T2-MI.

- **Задача 4. Проектирование головной станции (Headend) интерактивной сети IPTV/OTT**

  Задание: Разработать архитектурную схему и выполнить расчёт оборудования головной станции IPTV/OTT на 150 ТВ-каналов: расчёт числа DVB-S2 приёмных спутниковых стримеров, транскодеров, серверов скремблирования (CAS/DRM) и мощности Origin-серверов HLS/DASH.

- **Задача 5. Анализ и диагностика неисправностей транспортного потока MPEG-TS**

  Задание: С помощью специализированного ПО (TS Reader / Wireshark) провести декодирование реального дампа транспортного потока MPEG-TS. Выявить ошибки 1-го и 2-го приоритетов по стандарту TR 101 290, восстановить дерево сервисных таблиц (PAT, PMT, SDT) и дать заключение о работоспособности мультиплекса.

- **Задача 6. Системный расчёт спутникового тракта распределения телепрограмм (DVB-S2X)**

  Задание: Выполнить полный расчёт линий вверх (Uplink) и вниз (Downlink) для спутникового тракта распределения федерального мультиплекса DVB-S2X через геостационарный ИСЗ. Определить параметры MODCOD, диаметры антенн Земных станций и запас на затухание в осадках для надёжности 99,99%.

- **Задача 7. Проектирование гибридной кабельной сети HFC / DVB-C2**

  Задание: Запроектировать головное оборудование и оптическую распределительную сеть HFC на 1000 абонентов. Выполнить расчёт уровней RF-сигналов, выбрать параметры модуляторов Edge-QAM (DVB-C2) и проверить выполнение нормативов по MER и C/N.

- **Задача 8. Оптимизация сети доставки видеоконтента (CDN) для OTT-сервиса**

  Задание: Для OTT-видеосервиса с 100 000 одновременных зрителей (Concurrent Users) спроектировать топологию сети CDN. Вычислить суммарный исходящий трафик, рассчитать необходимое количество Edge-кэширующих серверов и пропускную способность каналов связи.

- **Задача 9. Комплексная оценка качества видеопередачи по объективным метрикам (VMAF/SSIM)**

  Задание: Провести автоматизированное тестирование видеокодеков H.264, H.265 и AV1 с использованием утилиты FFmpeg и библиотеки VMAF. Построить зависимости $VMAF(Bitrate)$ для разного типа контента, определить точки насыщения качества (Quality Saturation Point).

- **Задача 10. Расчёт тракта студийной медиасети на базе стандарта SMPTE ST 2110**

  Задание: Разработать структуру IP-медиасети телестудии формата 4K HDR. Рассчитать нагрузку на PTP-генератор Grandmaster (IEEE 1588), полосу пропускания Spine-Leaf IP-коммутаторов для некомпрессированных потоков ST 2110-20 (видео), ST 2110-30 (аудио) и ST 2110-40 (метаданные).

5. ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ, ПРЕЗЕНТАЦИЙ И КУРСОВОЙ РАБОТЫ (СРС)

5.1. Перечень тем рефератов (20 тем, п. 5.3 РПД)

1. История и эволюция стандартов телевизионного вещания: от аналоговых систем к цифровым мультиплексам.
2. Сравнительный анализ международных стандартов цифрового ТВ: DVB (Европа), ATSC (США), ISDB (Япония), DTMB (Китай).
3. Перспективы и проблемы внедрения видеокодеков нового поколения (VVC/H.266 и AV1) в вещательные системы.
4. Технологии расширенного динамического диапазона (HDR10, HLG, Dolby Vision) в цифровом телевещании.
5. Организация многоканального звукового сопровождения в цифровом ТВ (Dolby Atmos, MPEG-H Audio).
6. Принципы построения и алгоритмы работы систем условного доступа (CAS) в платных ТВ-сетях.
7. Цифровая защита медиаконтента (DRM) в средах открытого интернет-вещания (OTT).
8. Сравнительный анализ систем спутникового ТВ-вещания прямого телевещания (СТВ) и распределительных спутниковых сетей.
9. Применение технологии MISO (Multiple Input Single Output) в стандарте DVB-T2 для повышения помехоустойчивости.
10. Особенности формирования и транспортировки T2-MI потоков в распределительных сетях DVB-T2.
11. Технология HbbTV: объединение вещательного ТВ-сигнала и веб-интерактивных сервисов.
12. Анализ причин возникновения и способов устранения задержек (Latency) в OTT-стриминге.
13. Роль сетей доставки контента (CDN) в обеспечении масштабируемости современных видеосервисов.
14. Облачные технологии в телевещании: виртуализация кодеров, мультиплексоров и систем автоматизации вещания (Playout).
15. Стандарты SMPTE ST 2110 и NDI: революция в технологиях построения телевизионных студий.
16. Методы оценки качества видеоизображения: от субъективных экспертных оценок (ITU-R BT.500) к нейросетевым метрикам VMAF.

17. Использование искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения в задачах оптимизации кодирования видео.
18. Перспективы развития цифрового вещания Ultra HD 8K: требования к инфраструктуре и сетям доставки.
19. Радиочастотный мониторинг и обнаружение несанкционированных помех в сетях цифрового ТВ.
20. Экологическая и энергетическая эффективность современных систем вещания и дата-центров видеостриминга.

5.2. Перечень тем презентаций (20 тем, п. 5.3 РПД)

1. Сравнительный анализ видеокодеков H.264, H.265 (HEVC) и AV1.
2. Принцип работы группы кадров (GOP) при межкадровом сжатии видео.
3. Структура пакета MPEG-TS и таблицы сервисной информации PSI/SI.
4. Технология помехоустойчивого кодирования BCH + LDPC в стандарте DVB-T2.
5. Физический смысл многочастотной модуляции COFDM и функция защитного интервала.
6. Отличия и преимущества стандарта DVB-T2 по сравнению с DVB-T.
7. Одночастотные сети вещания (SFN): принцип построения и проблемы синхронизации.
8. Спутниковое вещание DVB-S2/S2X: особенности модуляций APSK и режимов ACM.
9. Построение кабельных сетей DVB-C2 на базе технологии поднесущих OFDM.
10. Принцип функционирования сети IPTV: от головной станции до абонентского STB.
11. Протоколы адаптивного видеостриминга HLS и MPEG-DASH.
12. Измерение качественных параметров цифрового ТВ-сигнала: MER, BER, C/N.
13. Анализ диаграмм созвездий (Constellation Diagram) при диагностике помех.
14. Нормативы диагностики ошибок транспортного потока по стандарту TR 101 290.
15. Оценка качества обслуживания (QoS) и качества восприятия (QoE) в IP-видеосетях.
16. Архитектура головной станции цифрового ТВ (Headend).
17. Технологии передачи студийного несжатого видео по IP (SMPTE ST 2110).
18. Использование метрики VMAF (Netflix) для тестирования качества видеокодеков.
19. Облачные решения для транскодирования и доставки потокового видео.
20. Будущее ТВ-вещания: переход к персонализированному и интерактивному медиаконтенту.

5.3. Курсовая работа (п. 5.2 и раздел 8 РПД)

- *Примечание по РПД:* В пункте 5.2 указано «Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены», однако в разделе 8 «Методические указания для обучающихся» предусмотрено выполнение комплексного расчётно-проектировочного задания (12 академических часов из объёма СРС) по индивидуальной теме: расчёт информационной ёмкости мультиплекса, параметров кодирования источника (H.264/HEVC), параметров помехоустойчивого кодирования и модуляции (QAM/COFDM), расчёт радиолинии связи (Power Budget) / головной станции IP-сети и оформление пояснительной записки по ГОСТ 2.106 с защитой в форме доклада (5–7 минут).

6. ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КОНТРОЛЯ

В соответствии с пунктом 5.4 и разделом 8 РПД для оценки качества освоения дисциплины используются следующие виды оценочных средств:

1. **Входной контроль (Экспресс-тестирование):**

   Проверка начального уровня базовой подготовки студентов перед началом освоения дисциплины (теорема Котельникова, спектральный анализ, основы кодирования и базовые протоколы сетей передачи данных).

2. **Устный опрос (Коллоквиум):**

   Текущий контроль усвоения теоретических понятий, математических моделей сжатия (MPEG, H.264, HEVC), принципов построения транспортных потоков MPEG-TS и стандартов вещания (DVB-T2/C2/S2X, IPTV, OTT).

3. **Расчётно-графическая работа (РГР) / Домашнее задание (32 ч. практических занятий и 24 ч. СРС):**

   Индивидуальные практические задания по расчёту скоростей передачи данных, параметров модуляции COFDM/QAM, структуры GOP и защитных интервалов в одночастотных сетях (SFN).

4. **Отчёт по лабораторной работе с защитой (16 ч. / 8 лабораторных работ):**

   Комплексное оценочное средство, включающее протокол-заготовку с предварительными расчётами, экспериментальные графики, таблицы измерений (RF level, MER, BER, MDI) и устные ответы по результатам работы с TS-анализаторами и измерительными приборами.

5. **Компьютерное / Симуляционное тестирование (MATLAB / TS Reader / Wireshark / FFmpeg):**

   Практическая проверка навыков программного анализа реальных транспортных потоков MPEG-TS, сервисных таблиц PSI/SI, дампа IP-мультикаст пакетов и моделирования помехоустойчивого кодирования.

6. **Промежуточная аттестация — Экзамен (7 семестр):**

   Условия допуска к экзамену: выполнение и успешная защита всех 8 лабораторных работ, сдача всех практических заданий, реферата/презентации и защита расчётно-проектировочной работы.

   Структура экзаменационного билета:

   - *Вопрос 1 (теоретический):* физические основы кодирования, сжатия, модуляции или формирования потоков MPEG-TS (Разделы 1–3);
   - *Вопрос 2 (теоретический):* архитектура сетей DVB-T2/C/S, IPTV, OTT или методология измерений (Разделы 4–5);
   - *Практическая задача (категория «Владеть»):* комплексный расчёт параметров радиолинии, диагностика ошибок TR 101 290 или расчёт SFN-сети.

7. КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)

7.1. Балльно-рейтинговая система оценивания

Оценка итоговой успеваемости обучающихся по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале с последующим переводом в пятибалльную академическую оценку. Пороговый балл для допуска к экзамену и получения положительной оценки составляет **60 баллов**.

7.2. Шкала перевода баллов и дескрипторы оценивания (ПК-4)

Шкала баллов	**Академическая оценка**	**Требования к уровню сформированности компетенции ПК-4 (Знать, Уметь, Владеть)**
85 – 100 баллов	**Отлично (5)**	Обучающийся демонстрирует глубокие, системные знания стандартов сжатия (H.264/HEVC/VVC), структуры транспортных потоков MPEG-TS (PSI/SI, PCR/PTS/DTS), помехоустойчивого кодирования (BCH + LDPC), модуляции COFDM и архитектур сетей DVB-T2/C2/S2X, IPTV и OTT; безошибочно решает комплексную практическую задачу билета из блока «Владеть», наглядно иллюстрирует взаимосвязь системных параметров структурными схемами и диаграммами созвездий; полностью и в срок защитил все 8 лабораторных работ, РГР, реферат/презентацию и проектировочную работу.
70 – 84 балла	**Хорошо (4)**	Обучающийся твёрдо знает основной теоретический материал всех пяти разделов дисциплины, допускает незначительные неточности при ответе на дополнительные вопросы по таблицам PSI/SI, расчёту параметров защитного интервала T_g, анализу ошибок TR 101 290 или метрикам качества VMAF/SSIM; уверенно решает практическую задачу билета; защитил лабораторные работы, практические задания и реферат с незначительными замечаниями.
60 – 69 баллов	**Удовлетворительно (3)**	Обучающийся усвоил только базовый теоретический минимум (принципы дискретизации и субдискретизации цветности, назначение I-, P-, B-кадров, базовую структуру пакета MPEG-TS 188 байт, основные отличия

Шкала баллов	Академическая оценка	Требования к уровню сформированности компетенции ПК-4 (Знать, Уметь, Владеть)
		DVB-T2, IPTV и OTT); испытывает существенные затруднения при выполнении расчётов энергобюджета радиолинии, полосы пропускания транспондера и диагностике потоков в TS Reader / Wireshark; лабораторные и практические работы выполнены в минимально допустимом объёме при помощи преподавателя.
Менее 60 баллов	**Неудовлетворительно (2)**	Обучающийся не знает принципов формирования транспортных потоков MPEG-TS, алгоритмов сжатия медиаданных, стандартов цифрового ТВ-вещания и методик измерения параметров сигналов (MER, BER, C/N), не справляется с практической задачей экзаменационного билета и имеет академические задолженности по лабораторным работам и практическим расчётам.