МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»
(МТУСИ)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела «Приемная комиссия»



_____ / С.Р. Сабитова

М.П.

«17» января 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

«Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

ПВИ-А-02

Москва 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Цели и задачи вступительного испытания.

Целью вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности *2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения* является проверка уровня знаний поступающего в профессиональной сфере деятельности, достаточного для продолжения высшего образования в аспирантуре по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров.

В аспирантуру принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование, подтвержденное дипломом специалиста или магистра, или имеющие высшее профессиональное образование, полученное в образовательных учреждениях иностранных государств. За счет бюджетных средств имеют право обучаться лица, получающие образование данного уровня впервые (специалисты и магистры). Прием в аспирантуру регламентируется «Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре МТУСИ в 2025-2026 учебном году» (далее – Правила приема).

2. Требования к уровню подготовки поступающих.

Программа вступительных испытаний включает основные темы дисциплин ОП ВО базовой части профессионального цикла подготовки специалистов и магистров по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи», дополненные дисциплинами вариативной части профессионального цикла, отражающими отраслевые особенности в сфере инфокоммуникаций. Программа сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

3. Порядок и форма проведения вступительного испытания.

Оценка знаний по специальной дисциплине проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде.

На вступительном испытании не допускается использование аудио- или видеоустройства с использованием электронных или других типов носителей,

позволяющих принимать, передавать, хранить и обрабатывать информацию (инженерные калькуляторы, рации, переговорные устройства, мобильные телефоны, планшеты, компьютеры, электронные и умные часы, Bluetooth и Wi-fi аксессуары, включая наушники, смарт-очки, иные средства связи)

4. Описание вида контрольно-измерительных материалов.

Поступающий получает два вопроса, соответствующих программе экзамена, третье задание предполагает проверку уровня владения иностранным языком (чтение и краткий пересказ текста по специальности со словарем).

5. Продолжительность вступительного испытания.

Поступающему предоставляется 40 минут на подготовку ответов по вопросам билета, после чего его заслушивает комиссия. Поступающему могут быть заданы дополнительные вопросы или задачи в рамках программы экзамена.

6. Шкала оценивания.

1. Максимальный балл за вступительное испытание 100 баллов = 40 баллов (вопрос 1)+ 40 баллов (вопрос 2)+ 20 баллов (задание 3 «чтение и перевод текста на иностранном языке»).
2. Критерии оценки **1-го и 2-го вопроса**:

40-31 баллов – вопросы раскрыты полно и правильно, поступающий демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

30-21 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, но неполные, при этом поступающий недостаточно аргументирует ответы, пропускает ряд важных деталей или затрагивает посторонние вопросы; базовой терминологией владеет.

20-11 баллов – в знаниях имеются существенные пробелы; выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает ошибки и неточности в использовании терминологии; определения понятий даёт недостаточно четкие.

10-0 баллов – поступающий демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

3. Критерии оценки задания 3 «**чтение и перевод текста на иностранном языке»**:

20-14 баллов - поступающий демонстрирует полное понимание технического текста на иностранном языке, отвечая на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией.

13-8 баллов - поступающий демонстрирует неполное понимание технического текста на иностранном языке, отвечая на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией.

7-0 баллов – поступающий демонстрирует непонимание технического текста на иностранном языке, не может ответить на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией.

4. Индивидуальные достижения поступающего оформляются в виде списка согласно приложению 1 Правил приема (отдельно для каждой научной специальности, указанной в заявлении) и сдаются в бумажном или электронном виде при подаче документов.

Баллы, полученные за индивидуальные достижения суммируются с баллами, полученными на вступительном испытании.

7. Язык проведения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится на русском языке. По решению комиссии вступительное испытание может быть проведено на английском языке.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И РАЗДЕЛОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Основные разделы науки и темы, по которым проверяются знания:

1. Общая теория радиотехники.

Обобщённая структурная схема радиотехнической информационной системы. Классификация сигналов. Динамическое представление сигналов. Геометрическое представление сигналов. Обобщенное спектральное представление сигналов. Сообщение, помехи и сигналы. Передача, извлечение и разрушение информации. Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Процессы близкие к гауссовскому.

2. Алгоритмы обработки радиосигналов.

Цифровой спектральный анализ. Преобразование Фурье. Быстрое преобразование

Фурье. Преобразование Гильберта. Линейные и дискретные фильтры и их характеристики. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота радиосигнала. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина. Согласованный фильтр, его характеристики. Корреляционный прием сигнала. Отношение правдоподобия и обнаружение сигнала. Критерий максимального правдоподобия. Критерий идеального наблюдателя. Критерий Неймана – Пирсона. Многолучевой радиоканал. Импульсная характеристика радиоканала в городской застройке.

3. Методы обеспечения электромагнитной совместимости радиотехнических систем и устройств.

Источники электромагнитных помех. Механизмы появления помех. Помехоустойчивость чувствительных элементов радиотехнических устройств. Пассивные помехоподавляющие и защитные компоненты.

4. Методы моделирования радиотехнических устройств и систем, включая системы цифрового телевидения.

Математические модели и действия над ними. Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание. Математические модели нелинейных систем. Математические модели случайных величин, процессов и полей. Методы математической статистики и их применение в радиотехнике. Основные понятия математической статистики. Оценка вероятности случайного события. Определение неизвестных функции распределения и плотности вероятности. Определение неизвестных параметров распределения. Элементы регрессионного и дисперсионного анализа. Оценивание характеристик случайных процессов и полей. Методологические основы моделирования.

5. Устройства генерирования и формирования сигналов.

Основы теории и расчета высокочастотных резонансных усилителей мощности (генераторов с внешним возбуждением (ГВВ)). Анализ режимов работы резонансного усилителя мощности (УМ) при линейной аппроксимации статических характеристик

усилительного элемента. Широкополосные усилители мощности. Ключевые режимы в УМ. Сложение мощностей генераторов. Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний. Методы повышения стабильности частоты АГ. Кварцевые АГ. Синтезаторы частот (СЧ) прямого и косвенного типа. Цифровые СЧ. Спектральные, шумовые и динамические характеристики СЧ. Методы модуляции и формирования сигналов в аналоговых и цифровых радиотехнических устройствах

6. Устройства приема и обработки сигналов (УПОС):

Общие сведения о радиоприеме и основные методы приема сигналов. Основные характеристики радиоприемных устройств. Структурные схемы радиоприемных устройств. Входные цепи и малошумящие усилители сигналов радиочастоты. Усилители сигналов промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Демодуляторы сигналов различных видов модуляции. Автоматические регулировки. Частотная и фазовая автоподстройки частоты (ЧАП и ФАПЧ). Помехоустойчивость УПОС по отношению к помехам различного вида.

7. Свет и его восприятие зрительной системой человека.

Основные энергетические и световые светотехнические величины. Строение и характеристики (пространственные, временные, цветовые) зрительной системы. Основные закономерности восприятия (законы Тальбота, Вебера-Фехнера). Основы колориметрии. Основные законы колориметрии. Параметры, характеризующие цвет объекта.

8. Основы формирования и передачи изображений.

Уменьшение мерности изображения. Развёртки: прогрессивная, чересстрочная, сегментные кадры. Обзор стандартов разложения изображений. Синхронизация. Форма и спектр телевизионного сигнала. Номинальные уровни и длительности. Передача и выделение сигналов синхронизации. Определение верхней и нижней частоты. «Тонкая» структура спектра ТВ сигнала. Фоточувствительные матрицы преобразователей свет-телевизионный сигнал. ПЗС – матрицы с кадровым, строчным, строчно-кадровым переносом заряда. КМОП – матрицы. Структурная схема телевизионной камеры

9. Системы цифрового телевидения.

Стандарты наземного цифрового телевизионного вещания DVB-T и DVB-T2. Стандарты спутникового цифрового телевизионного вещания DVB-S/S2, Структурная схема формирователя сигнала. Особенности модуляции. Передача видеоданных с использованием стека DVB IP. Системы интернет-телевидения (OTT TV)

10. Аудиосигналы и их свойства. Представление аудиосигналов.

Объясните механизм распространения звуковых волн. Определите понятия: звуковое поле, звуковая волна, звуковое давление. Реверберация и время реверберации Основные физические характеристики звукового поля. Определение интенсивности звуковой волны, формулы для расчета ее значения. Распределение мгновенных значений амплитуды и спектральные характеристики музыкального и речевого сигналов. Поясните феномен естественной избыточности звукового сигнала Как определяется и чему соответствует уровень, динамический диапазон и пик-фактор аудиосигналов. Цифровое представление аудиосигналов. ИКМ с равномерным квантованием. Дельта - сигма модуляция. Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция.

11. Восприятие аудиоинформации.

Громкость звука, абсолютный и относительный пороги слышимости, критические полоски слуха, частотные группы слуха, маскирование сигналов. Кривые равной громкости. Локализация источника звука.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Содержание заданий по научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения соответствует основным темам, включенным в программу вступительного испытания.

Пример билета

Билет №1

1. Многолучевой радиоканал. Импульсная характеристика радиоканала в городской застройке.
2. Стандарты спутникового цифрового телевизионного вещания DVB-S/S2. Структурная схема формирователя сигнала. Особенности модуляции.
3. Чтение и перевод текста на иностранном языке:

RADIO DETECTION OF COSMIC RAYS WITH THE AUGER ENGINEERING RADIO ARRAY

The Auger Engineering Radio Array (AERA) complements the Pierre Auger Observatory with 150 radio-antenna stations measuring in the frequency range from 30 to 80 MHz. With an instrumented area of 17 km2 , the array constitutes the largest cosmic-ray radio detector built to date, allowing us to do multihybrid measurements of cosmic rays. We give an overview of AERA results and discuss the significance of radio detection for the validation of the energy scale of cosmicray detectors as well as for mass-composition measurements. Introduction The Pierre Auger Observatory exploits hybrid detection of extensive air showers measured at the same time with multiple detection techniques for optimum determination of the energy and mass of cosmic ray primaries. Following this spirit, its baseline surface detector (SD) and fluorescence detectors (FD) have been complemented by an array of radio detectors. This Auger Engineering Radio Array (AERA) was deployed in the region where many enhancements, focused in particular at the detection of air showers with energies in the EeV energy regime, have been set up. In this article, we briefly review the characteristics and capabilities of the radio detectors of the Pierre Auger Observatory and discuss how they contribute valuable information in particular for the determination of the energy scale of cosmic rays as well as mass composition studies. The Auger Engineering Radio Array When work on AERA began in 2008, the nature and characteristics of the radio emission from extensive air showers were still largely unclear — unlike today, where the emission physics and signal characteristics are very-well understood. Furthermore, many questions regarding the best strategy for the measurement of these pulsed radio signals were still open. The goal of AERA, illustrated by the explicit mentioning of “engineering” in its name, was to explore different options for implementing a radio detector that can be scaled to areas significantly larger than a km2. These efforts resulted in the setup of a

17 km2 array of radio detectors. The individual detector stations are autonomous and can thus be freely spaced. Many of the experimental challenges, for example related to power supply, communications and data acquisition, were indeed related to this autonomous design, which is a key and unique feature of AERA that differentiates it from purely cabled setups for radio detection of cosmic rays. The radio antennas are co-located with the 750 m surface detector array, the Coihueco and HEAT fluorescence telescopes, and the AMIGA underground muon detectors. This combination of detectors at the same location maximizes the information gathered on each individual air shower by multi-hybrid detection. The antennas have been set up on a graded array, with grid constants of 144, 250, 375 and 750 meters, probing different energy and zenith angle ranges. Two different types of antennas, Logarithmic Periodic Dipole Antennas (LPDAs) and “butterfly antennas” are in use. Both measure in the frequency band from 30 to 80 MHz. Furthermore, two different types of digital electronics, both of them capable of “internal” triggering on radio signals and one of them, in addition, allowing data buffering for up to 8 seconds and thus exploitation of external triggering by the SD and FD, have been developed and deployed. AERA started taking data in 2011 and has been finalized in its current form in 2015. Its current dataset encompasses more than 10,000 extensive air showers measured with both the SD and the radio antennas. In the following, we give a concise overview of the most important results derived with AERA up to now.

Tim Huege

The European Physical Journal, Web

Conferences 210, 05011 (2019)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература.

1. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. — 3-е над., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 656 с.

2. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие / В.Г.Коберниченко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : изд-во Урал. ун-та, 2018 — 150 с.

3. Формирование колебаний и сигналов. Учебник для вузов / А.Р. Сафин [и др.]; под

редакцией В.Н. Кулешова, Н.Н. Удалова.-2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023.-391с.-(Высшее образование).-ISBN 978-5-534-11281-8 .- Текст:электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].- URL: https://urait.ru/viewer/formirovanie-kolebaniy-i-signalov-516567#page/2

4. Электромагнитная совместимость: учебное пособие // Д.М. Валиуллина, В.К. Козлов. 2-е изд., доп. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018 - 95 с.

5. Гельцер, А. А. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем : учебное пособие / А. А. Гельцер. — Москва : ТУСУР, 2013. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110373

6. Мамчев, Г. В. Цифровое телевидение. Теоретические основы и практическое применение : учебник / Г. В. Мамчев, С. В. Тырыкин. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 564 с. — ISBN 978-5-7782-3825-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152234 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Мамчев Г.В. Цветоведение телевизионных систем [Электронный ресурс]: монография/ Мамчев Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 152 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/40555.— ЭБС «IPRbooks»

8. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Грязин Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.— 276 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/59515.— ЭБС «IPRbooks»

9. Балобанов А.В. Сети цифрового телевидения [Электронный ресурс] : учебное пособие для ВУЗов / А.В. Балобанов, В.Г. Балобанов. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 223 c. — 5-256-01542-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/71880.html

10. Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/239828 (дата обращения: 28.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература.

1. Попов О.Б. Компьютерный практикум по цифровой обработке аудиосигналов. Учебное пособие для вузов. – М.; Горячая Линия - Телеком, 2018, 176 с. ЭБС МТУСИ

2. Дингес С.И., Иванюшкин Р.Ю., Козырев В.Б., Кукк К.И., Шахгильдян В.В., Шумилин М.С. Радиопередающие устройства — учебник для вузов — под общей редакцией Иванюшкина Р.Ю., М.: Горячая линия — Телеком, 2019 г., 1200 с.

3. Горгадзе С.Ф. СВЧ-усилители мощности для мобильной связи и радиодоступа. - М.: Горячая Линия - Телеком, 2023. - 456 стр.

4. Головин О. В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2021. – 782 с., ил.

5. В.В. Логвинов. Приемники систем фиксированной и мобильной связи: Учебное пособие. — М.: СОЛОН-Пресс, 2021. – 904 с.: ил.