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:
Ректор МТУСИ
_____ С.Д. Ерохин

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.2.14. Антенны, свч-устройства и их технологии

Москва, 2023

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Целью вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности **2.2.14. Антенны, свч-устройства и их технологии** 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 в аспирантуру МТУСИ».

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.

2. СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Вступительные испытания для поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.2.14. Антенны, свч-устройства и их технологии** состоят из двух частей: экзамена по специальности и учета индивидуальных достижений.

Вступительные испытания могут проводиться как в очном, так и в дистанционном формате с использованием информационных технологий.

Сумма конкурсных баллов поступающего складывается из суммы баллов, полученных на экзамене по специальности и суммы баллов, начисленных за индивидуальные достижения.

В случае набора поступающими равного количества баллов, преимущество получает поступающий, соответствующий перечисленным ниже критериям. Критерии представлены в порядке убывания значимости.

1) преимущество при зачислении получают поступающие, набравшие наибольшую общую сумму конкурсных баллов за вступительное испытание и за индивидуальные достижения;

2) при равенстве суммы конкурсных баллов - по убыванию количества баллов по результатам вступительного испытания, по убыванию суммы конкурсных баллов, начисленных за индивидуальные достижения. В спорных случаях окончательное решение принимается приемной комиссией.

2.1. Экзамен по специальной дисциплине.

Оценка знаний по специальной дисциплине проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Абитуриент получает два вопроса, соответствующих программе экзамена (см. пункт 3), третье задание предполагает проверку уровня владения иностранным языком (чтение и краткий пересказ текста по специальности со словарем). Поступающему предоставляется 40 минут на подготовку, после чего он отвечает на вопросы. Абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы или задачи в рамках программы экзамена.

Максимальная возможная оценка за экзамен по специальности составляет 100 баллов (максимальный балл складывается из 40 баллов за каждый из первых двух вопросов и 20 баллов за третье задание). Для участия в конкурсе по итогам экзамена по специальности необходимо набрать не менее 30 баллов. Оценка от 1 до 29 баллов считается неудовлетворительной.

2.2. Оценка индивидуальных достижений и исследовательского потенциала.

2.2.1. Оценка индивидуальных достижений и исследовательского потенциала (портфолио поступающего) основывается на представленных поступающим подтверждающих документах. Абитуриент вправе предоставить подтверждения индивидуальных достижений в соответствии с разделом 2.2, в том числе рекомендацию научного руководителя, в которой излагается мнение о научных способностях поступающего, сформированное в ходе собеседования или предшествующей научно-исследовательской деятельности и согласие на осуществление научного руководства. В случае не предоставления поступающим подтверждающих индивидуальное достижение документов, баллы за данное достижение не засчитываются. Максимально возможная оценка индивидуальных достижений составляет 80 баллов.

2.2.2. Критерии оценки портфолио:

N п/п		Вид достижения	Статус достижения	Способ подтверждения	Начисляемый балл	Максимальное число баллов
1	1.1	Публикационная активность	Наличие опубликованных статей из перечня Scopus или Web of Science (за последние 2 года)**, ****	Ссылка на страницу в соответствующей базе данных	10 баллов/число соавторов*	25
	1.2		Наличие опубликованных статей из перечня, утвержденного ВАК РФ (за последние 2 года)**, ****	Ссылка на страницу в соответствующей базе данных	5 баллов/число соавторов*	
	1.3		Наличие научных публикаций в	Ссылка на страницу в соответству	3 балла/число соавторов*	

			изданиях всероссийских, международных, индексируемых в наукометрической базе данных РИНЦ (за последние 2 года)**, ***, ****	ющей базе данных		
	1.4		<u>В случае отсутствия научных публикаций</u>	Реферат на тему планируемых научных исследований в рамках выбранной для обучения в аспирантуре специальности	0-5 баллов	5
2	2.1	Результаты интеллектуальной деятельности	Патент на полезную модель или свидетельство о регистрации программы для ЭВМ и баз данных	Копия патента с указанием авторов	6	10
	2.2		Наличие заявки на патент на изобретение на полезную модель, промышленный образец, регистрацию программы ЭВМ	Копия заявки с указанием авторов	4	

3	3.1	Участие в научно-технических мероприятиях, проводимых Минобрнауки России или организациями, подведомственными федеральным органам исполнительной власти РФ	Апробации (доклады) результатов научно-исследовательской работы на научно-технических конференциях и симпозиумах всероссийского уровня	Титульный лист, обложка издания, страница содержания с публикацией, первой страницы публикации (ссылка на публикацию)	2	10
	3.2		Апробации (доклады) результатов научно-исследовательской работы на научно-технических конференциях и симпозиумах международного уровня	Титульный лист, обложка издания, страница содержания с публикацией, первой страницы публикации (Ссылка на публикацию)	4	
	4.1	Результаты образовательной деятельности	Диплом о предыдущем уровне образования с отличием	Копия диплома	5	5
5	5.1	Рекомендация научного руководителя	Согласие предполагаемого научного руководителя	Письменное согласие предполагаемого научного руководителя	30	30
Итого максимум						80

* - Округление баллов осуществляется по правилам математического округления, достижения менее 0,5 баллов не учитываются.

**- Документы о принятии статьи в печать, при условии отсутствия публикации на момент окончания срока приема документов, не рассматриваются.

***- Публикации в журналах, исключенных из списка РИНЦ, не принимаются.

****- Публикации, имеющие одновременно несколько статусов (WOS/SCOPUS, ВАК, РИНЦ и др.), учитываются один раз по наивысшей категории.

Полученные баллы суммируются и прибавляются к баллам, полученным на вступительном испытании.

2.2.3. Подсчетом баллов за индивидуальные достижения занимается экзаменационная комиссия после завершения экзамена по специальной дисциплине.

2.2.4. Преимущественное право на зачисление при прочих равных условиях имеют поступающие, набравшие наибольшее количество баллов за публикационную активность. Следующими по приоритетности являются: наличие рекомендательного письма научного руководителя, средний балл диплома магистра или специалиста, в случае соответствия диплома научной специальности, по которой подаются документы в аспирантуру.

2.2.5. Индивидуальные достижения должны соответствовать указанной в заявлении научной специальности.

2.2.6. Документы, подтверждающие индивидуальные достижения, должны быть подлинными.

2.2.7. Приемная комиссия оставляет за собой право отзыва индивидуального достижения на любом этапе приемной кампании без уведомления поступающего, если индивидуальное достижение не соответствует пунктам 2.2.5., 2.2.6.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ЭКЗАМЕНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.2.14. Антенны, свч-устройства и их технологии

1. Общие вопросы электродинамики

1. Основные параметры, определяющие электромагнитные свойства сред – диэлектрическая и магнитная проницаемость, проводимость.
2. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Физический смысл уравнений Максвелла.
3. Электромагнитные свойства различных сред и их деление на диэлектрики, проводники, полупроводники и сверхпроводники.
4. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов электромагнитного поля. Идеальные граничные условия. Импедансные граничные условия (граничные условия Леонтовича-Щукина).
5. Уравнение Максвелла для гармонических электромагнитных полей. Электрическая и магнитная проницаемости, тангенс угла потерь.
6. Волновой характер процесса распространения электромагнитного поля. Объяснение физического смысла этого процесса. Баланс мощности электромагнитного поля
7. Однородные волновые уравнения и их решение. Плоские волны. Вектор Пойнтинга и ориентация векторов поля в плоской волне.
8. Фазовая и групповая скорости электромагнитной волны. Физический смысл волнового числа при решении волновых уравнений.
9. Теоремы взаимности, эквивалентности и двойственности в электродинамике.
10. Решение однородных волновых уравнений в неограниченной среде с электрическими и магнитными потерями. Физический смысл действительной и мнимой частей волнового числа.
11. Особенности распространения электромагнитных радиоволн в гиротропной среде и эффект Фарадея.
12. Отражение и преломление плоских волн на границе раздела. Законы Снеллиуса и формулы Френеля. Угол Брюстера. Обобщенные формулы Френеля для плоской границы двух анизотропных сред.
13. Наклонное падение плоской волны на плоскую границу поглощающей среды. Поверхностный эффект.

14. Типы элементарных излучателей. Диполь Герца. Выражения для составляющих электромагнитного поля диполя на различных расстояниях от диполя. Зоны Фраунгофера и Френеля.
15. Основные параметры элементарных излучателей. Элементарный магнитный излучатель. Апертурные антенны. Принцип Гюйгенса. Формула Кирхгофа.
16. Различие полей в разных зонах излучения. Сопротивление излучения элементарных электрических и магнитных диполей.
17. Дифракция электромагнитных волн. Задачи дифракции как разновидность граничных задач. Строгие и приближенные методы решения задач дифракции

2. Электромагнитные волны в линиях передачи и устройства СВЧ

1. Направляемые электромагнитные волны. Понятие о линиях передачи. Типы регулярных линий передачи. Классификация направляемых волн: волны Т, Е, Н. Гибридные волны, квази-Т волна.
2. Решение уравнений Гельмгольца для направляемых волн. Связь поперечных составляющих векторов поля с продольными. Постоянная распространения, критическая частота (критическая длина волны), длина волны в линии передачи, фазовая скорость, характеристическое сопротивление.
3. Общие свойства волн типа Т, Е, и Н. Скорость распространения энергии. Дисперсия. Понятие об одноволновом и многоволновом режимах работы. Мощность, переносимая электромагнитной волной в линии передачи. Затухание волн в регулярных линиях.
4. Линии передачи с Т-волной. Электромагнитное поле в двухпроводной, многопроводной, коаксиальной линии. Электромагнитные волны в полосковой и микрополосковой линии.
5. Электромагнитные волны в полых металлических волноводах. Прямоугольный, круглый, эллиптический волновод.
6. Линии передачи поверхностной волны. Диэлектрический волновод круглого сечения. Типы волн в диэлектрическом волноводе. Структура поля. Основная волна в диэлектрическом волноводе. Область применения.

7. Волоконные световоды. Одноволновые и многоволновые волокна. Градиентные волокна. Типы дисперсий в волоконном световоде.
8. Волновые процессы в нерегулярных линиях передачи. Понятие падающей и отраженной волн. Понятие о длинной линии, эквивалентной произвольной линии передачи в одноволновом режиме работы. Волновое сопротивление линий передачи с волнами типа Е и Н. Процессы в линиях передачи конечной длины. Коэффициент отражения, коэффициент бегущей (стоячей) волны. Входное сопротивление нагруженной линии.
9. Условие согласования линии с нагрузкой. Эквивалентное сопротивление линии передачи в произвольном поперечном сечении. Пересчет эквивалентного сопротивления из одного сечения в другое. Влияние отражения от нагрузки на КПД линии передачи.
10. Классификация и электрические параметры СВЧ резонаторов. Связь резонаторов с нагрузкой, их настройка. Теория и устройство возбуждения открытых и закрытых резонаторов.
11. Направленные ответвители, принцип действия и их параметры. Делители (сумматоры) мощности.
12. Поперечный и продольный ферромагнитный резонанс. Вентиль на прямоугольном волноводе. Y- циркулятор на волноводных тройниках.
13. Основы матричной теории устройств СВЧ. Виды матриц, физический смысл их элементов. Свойства матриц рассеяния реактивных многополюсников. Методы анализа и синтеза устройств СВЧ. Принцип декомпозиции и рекомпозиции.
14. СВЧ фильтры. Типы частотных характеристик. Низкочастотные прототипы. Реализация многозвенных фильтров на СВЧ.
15. Управляющие устройства СВЧ. Фазовращатели, коммутаторы, аттенюаторы, поляризаторы
16. Элементы антенно-фидерных трактов. Возбуждающие устройства, разъемы и фланцы, поршни, повороты и изгибы, вращающиеся сочленения, поляризационные фильтры, диафрагмы и штыри, волноводные стыки.

3. **Антенны**

1. Назначение и классификация антенн. Основные электрические параметры передающих антенн. КНД, КПД и коэффициент усиления. Параметры диаграммы направленности. Поляризационные характеристики антенны
2. Математическое описание вибраторных антенн. Вибраторные антенны. Виды интегральных уравнений для тока вибраторной антенны. Диаграмма направленности и входное сопротивление антенны. Щелевые антенны. Связанные вибраторы
3. Линейные антенные решетки. Математическое описание вибраторных и антенных решеток. Режимы излучения решетки. Влияние амплитудно-фазового распределения на направленные свойства решетки.
4. Задачи анализа и синтеза для линейной антенны. Интегральное уравнение и корректность задач амплитудного и фазового синтеза. Оптимальный выбор диаграмм направленности. Приближенные методы решения задач синтеза антенн.
5. Основные параметры антенн в режиме приёма. Связь с параметрами антенн в режиме передачи. Условие выделения максимальной мощности в нагрузке антенны.
6. Излучение возбужденных поверхностей. Рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. КИП антенны.
7. Простые вибраторные УКВ антенны. Симметрирующие устройства. Щелевые резонаторные антенны. Активные вибраторные антенны.
8. Антенны с вращающейся поляризацией. Турникетные антенны. Спиральные антенны.
9. Сложные вибраторные и щелевые антенны УКВ. Синфазные вибраторные АР. Директорные антенны. Логопериодические антенны. Многощелевые волноводные антенны. Печатные антенны.
10. Антенны поверхностных волн. Диэлектрические и ребристо-стержневые антенны. Плоские антенны поверхностных волн.

11. Фазированные антенные решётки. Взаимное влияние элементов. Требования, предъявляемые к излучателю решётки. Способы фазирования. Диаграммообразующие схемы решёток. Адаптивные антенные решетки.
12. Особенности антенн различных систем. Передающие и приемные радиовещательные антенны.
13. Особенности антенн различных систем. Передающие и приемные телевизионные антенны
14. Антенны систем спутниковой связи. Антенны земных станций. Бортовые антенны с многолучевой и контурной диаграммой направленности.
15. Антенны систем подвижной радиосвязи. Антенны базовых станций. Антенны мобильных терминалов.
16. Связные антенны систем фиксированной связи. Антенны радиорелейных линий связи. Антенны систем радиодоступа.
17. Вопросы электромагнитной совместимости в антенно-фидерной технике. Методы оценки взаимного влияния близкорасположенных антенн. Способы повышения помехозащищенности и развязок антенн.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

4.1. Основная литература:

1. Пименов Ю.В. Линейная макроскопическая электродинамика. Вводный курс для радиофизиков и инженеров. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. -536 с.
2. Седов В.М, Гайнутдинов Т.А. Электромагнитные поля и волны.– М. Горячая линия Телеком 2018. – 284 с.
3. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия–Телеком, 2003. -558 с.
4. Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Г. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. –М. :Горячая линия Телеком, 2004, –491с.

5. Чебышев В.В. Основы проектирования антенных систем Учебное пособие— М.: Горячая линия - Телеком, 2018.— 150 с.
6. Баранов С.А Устройства СВЧ и антенны.— Москва.: Горячая линия Телеком 2019. – 343с.
7. Сомов А. М. Антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / А.М. Сомов, В.В. Старостин, Р.В. Кабетов. - Москва : Горячая Линия–Телеком, 2017. - 404 с.

4.2. Дополнительная литература:

1. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика - М:Радио и Связь, 2000.-536 с.
2. Электродинамика. Учебное пособие для вузов. Сомов А.М., Старостин В.В., Бенеславский С. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011.— 200 с.
3. Фальковский О. И. Техническая электродинамика: Учебник. 2-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2009. — 432 с
4. Неганов В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М: Радиотехника 2009, –744с.
5. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.Н., Пономорев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. – М: Радиотехника 2008, –384с.
6. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии: учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Б. Нечаева, В.И. Николаева – Воронеж, ОАО Концерн «Созвездие», 2008. – 629 с.
7. Основы теории антенн и распространения радиоволн. Учебное пособие для вузов. Кубанов В.П., Ружников В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. - М.: Горячая линия - Телеком, 2021.— 276 с.

Программу подготовил:

Секретарь кафедры ТЭДиА к.т.н, доцент Гайнутдинов Т.А. 

«3» ноября 2022 г.