

**Публичное акционерное общество
«Научно-производственное объединение «Алмаз»
имени академика А.А. Расплетина»**

ПРИНЯТО
НТС ПАО «НПО «Алмаз»
Протокол № 8
«12» ноября 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ»**

для поступающих на программу подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре в 2026/2027 учебном году

Москва

Программа вступительного испытания составлена с учетом требований, предъявляемых федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета или федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам магистратуры.

Программа утверждена научно-техническим советом (протокол от 12 ноября 2025 г. № 8)

I. Общие положения.

Программа предназначена для поступающих на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в ПАО «НПО «Алмаз» по научной специальности 2.2.16. Радиолокация и радионавигация.

К вступительным испытаниям допускаются лица, имеющие высшее профессиональное образование, подтвержденное дипломом специалиста или дипломом магистра.

Цель вступительных испытаний заключается в оценке знаний поступающих в области радиолокации и радионавигации и готовности поступающего к освоению основной образовательной программы.

Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет состоит из двух вопросов по специальной дисциплине и собеседования по тематике диссертационного исследования. Собеседование по тематике предполагаемого исследования проводится на основе реферата, который поступающий должен подготовить заранее самостоятельно.

Ответ поступающего оценивается экзаменационной комиссией по пятибалльной шкале, баллы подлежат переводу в оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Максимальное и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, устанавливается равным: 5 (пять) баллов - макс. и 3 (три) балла - мин.

Критерии оценивания приведены в Таблице:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 баллов	Показывает полные и глубокие знания, логично и аргументированно отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные, показывает высокий уровень теоретических знаний.
4 балла	Показывает глубокие знания, грамотно излагает ответ, достаточно полно отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности.
3 балла	Показывает достаточные, но не глубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы.
0-2 баллов	Показывает недостаточные знания, не способен аргументированно и последовательно излагать материал, допускает грубые ошибки, неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом.

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы по научной специальности 2.2.16. Радиолокация и радионавигация, которыми должен владеть специалист или магистр для успешного освоения программы.

Экзаменуемый должен продемонстрировать:

- знание материала, предусмотренного данной программой;
- обоснованность, полнота и четкость ответов;
- умение кратко изложить содержание своего реферата или имеющихся у него опубликованных работ;
- уровень коммуникативной культуры;
- владение всем кругом вопросов, связанных с узкой областью, к которой относится реферат.

Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему.

Пересдача вступительных испытаний не допускается.

II. Основные разделы для подготовки к вступительному испытанию по специальной дисциплине «Радиолокация и радионавигация».

РАЗДЕЛ 1. Теоретические основы и физика.

1. Детерминированные сигналы. Периодические сигналы. Представление периодических сигналов рядом Фурье. Спектры сигналов. Радиосигналы, виды модуляции.
2. Непериодические сигналы. Преобразование Фурье. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Узкополосные сигналы. Аналитический сигнал. Комплексная огибающая.
3. Случайные сигналы. Закон распределения случайной функции. Стационарный случайный процесс.
4. Эргодический процесс. Нормальный случайный процесс. Корреляционная функция и энергетический спектр случайного процесса. Формулы Винера-Хинчина.
5. Дискретные сигналы. Дискретизация и восстановление сигналов. Дискретное преобразование Фурье, Z-преобразование. Цифровая фильтрация.
6. Назначение и классификация радиолокационных систем. Основные задачи, решаемые радиолокационными системами (РЛС).
7. Основные тактико-технические характеристики РЛС. Физические основы активного и пассивного обнаружения радиолокационных целей. Однопозиционные, бистатические (разнесенные) и многопозиционные РЛС.
8. Физические основы определения координат и параметров движения целей.

РАЗДЕЛ 2. Радиолокационные системы

1. Диапазоны радиоволн, используемые в радиолокации. Классификация сигналов и помех в РЛС.
2. Применение детерминированных, квазидетерминированных и случайных функций для построения моделей сигналов и помех.
3. Простые, сложные, узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные радиолокационные сигналы.
4. Виды вторичного излучения электромагнитных волн. Эффективная площадь рассеяния объектов (ЭПР). Поляризационная матрица рассеяния и матрица ЭПР.
5. Классификация радиолокационных объектов. ЭПР элементарных объектов. ЭПР сложных объектов. ЭПР поверхностно-распределенных объектов. ЭПР объемно-распределенных объектов.
6. Экспериментальное определение ЭПР. Способы изменения радиолокационной заметности объектов. Малоаметные радиолокационные цели.

РАЗДЕЛ 3. Классификация и типы систем

1. Дальность действия радиолокационной системы. Дальность действия в свободном пространстве; дальность действия радиолинии, пассивной системы, активной системы, бистатической системы, активной системы с активным ответом. Влияние атмосферы и земной поверхности на дальность действия. Дальность прямой видимости.

2. Статистическое описание сигналов и помех в радиотехнических системах. Обнаружение сигналов как двухальтернативная проверка гипотез. Решающие правила оптимального обнаружения; критерий Байеса, критерий Неймана-Пирсона. Последовательное обнаружение, критерий Вальда. Показатели качества обнаружения.

3. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне белого шума. Корреляционная, фильтровая и корреляционно-фильтровая обработка сигналов. Обнаружение радиосигналов со случайной начальной фазой и амплитудой. Обнаружение пачки когерентных радиоимпульсов на фоне белого шума. Обнаружение нефлуктуирующих и флуктуирующих пачек некогерентных радиоимпульсов на фоне белого шума. Методика расчета пороговой мощности сигналов.

4. Задача оценки параметров в радиолокации. Фильтрация, интерполяция, экстраполяция в радиолокации. Информативные и неинформативные параметры сигналов. Байесовские оценки и их свойства. Небайесовские оценки. Оценка максимального правдоподобия параметра сигнала и ее свойства. Неравенство Крамера-Рао. Потенциальная точность измерения параметра сигнала. Многоканальные и следящие измерители.

5. Общие сведения о разрешении, различении и распознавании объектов и сигналов. Признаки объектов и сигналов, используемые при радиолокационном распознавании. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Статистическая оптимизация разрешения, различения и распознавания сигналов; решающие правила и показатели качества. Алгоритмы разрешения, различения и распознавания детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне белого шума.

РАЗДЕЛ 4. Принципы работы и методы. Технические средства и системы

1. Обнаружение радиолокационных целей на фоне пассивных помех, селекция движущихся целей (СДЦ). Особенности борьбы с пассивными помехами в РЛС. Фильтры череспериодной компенсации (ЧПК). ЧПК-1, ЧПК-2. Фильтровая СДЦ. Слепые скорости. Слепые дальности. Методы борьбы со слепыми скоростями и слепыми дальностями.

2. Обзор пространства и поиск радиолокационных целей. Методы определения координат объектов. Методы измерения дальности до цели; импульсный, фазовый и частотный методы. Основные погрешности радиодальнометрии. Импульсный радиодальномер. Следящие импульсные радиодальномеры; режимы поиска и слежения. Фазовый радиодальномер; точность и однозначность измерения. Частотный радиодальномер; точность и разрешающая способность. Измерение радиальной скорости движения объекта.

3. Методы измерения угловых координат (радиопеленгации); пеленгационная характеристика. Амплитудные и фазовые методы измерения угловых координат. Следящие измерители угловых координат. Моноимпульсные измерители угловых координат.

III. Вопросы для подготовки к вступительному испытанию по специальной дисциплине «Радиолокация и радионавигация»

1. Случайные величины, законы распределения, числовые характеристики. Функции от случайных величин. Нормальный закон распределения.

2. Основы теории статических решений, функция правдоподобия.

3. Простые импульсные сигналы, выбор длительности сигнала и формы импульса. Частота посылки импульсов и длительность действия РЛС. Связь между длительностью импульса и шириной его спектра. Когерентные и некогерентные пачки импульсов.

4. Понятие сложного сигнала, классификация. Функция неопределенности, ее свойства. Разрешающая способность и точность измерения дальности и скорости. Фазоманипулированные и частотно-модулированные сигналы, их свойства.

5. Физические основы радиолокации, тактико-технические характеристики РЛС. Уравнение радиолокации, дальность действия РЛС, влияние атмосферы, земной поверхности.

6. Основы теории обнаружения сигналов, критерии обнаружения, оптимальный приемник. Корреляционное приемное устройство и устройство с согласованным фильтром.

7. Понятие об оптической обработке сигналов. Основные методы и элементы.

8. Режим работы радиолокаторов. Поиск, обнаружение и захват цели на сопровождение. Методы обзора пространства, многоэтапный обзор, способы управления лучом антенны.

9. Активные помехи, классификация, методы защиты, понятие об электромагнитной совместимости электронных средств. Пассивные помехи, классификация, методы защиты.

10. Классификация радиопередающих устройств, режимы работы, основные схемы.

11. Входные цепи приемных устройств, малошумящие усилители СВЧ, преобразователи СВЧ. Понятие чувствительности и коэффициента шума.

13. Дискретное преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).

IV. Рекомендуемая литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М., Радио и связь, 2015– 248 с.
2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М., Радио и связь, т. 1, 2012, т. 2, 1976– 288 с.
3. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М., Радио и связь, 2016.
4. Справочник по радиолокации, под ред. М. Сколника, 1,2,3,4 тома М., Радио и связь, 2012.
5. Свистов В.М. Радиолокационные сигналы и их обработка. М., Радио и связь, 2020.
6. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. М., Радио и связь, 2020.
7. Теоретические основы радиолокации. Под ред. Я.Д. Ширмана. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2014 – 560 с.
8. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е. Дулевича. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2014 – 608 с.
9. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. Учебник для вузов. –М.: Радио и связь, 2020 – 496 с.
10. Горбунов Ю.Н., Лобанов Б.С., Куликов Г.В. Введение в стохастическую радиолокацию. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2015. – 376 с.
11. Информационные технологии в радиотехнических системах. Под ред. И.Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2004, 297 с.
12. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М., Мир, 2020.
13. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации. М., Радио и связь, 2020.
14. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. М., Радио и связь, 2012.

Автор программы:

Парамонов Алексей Анатольевич, заведующий кафедрой № 2 Радиолокация и радионавигация, доктор технических наук, профессор.