**Акционерное общество**

**«Северо-Западный региональный центр**

**Концерна ВКО «Алмаз - Антей» - Обуховский завод»**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Научно-образовательный центр**

УТВЕРЖДАЮ

Начальник научно-образовательного центра,

д.в.н., профессор

С.В. Баушев

« \_\_\_\_ » июля 2022 г.

# КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

# «РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ»

**подготовки аспирантов**

**по научной специальности 2.2.16. Радиолокация и радионавигация**

Форма обучения:

**очная**

Санкт-Петербург

2022

**Цель экзамена** – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Сдача кандидатского экзамена планируется на четвертый год обучения.

Сдача кандидатского экзамена по дисциплине «Радиолокация и радионавигация» является составной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров. Сдача кандидатского экзамена обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

**Организация и прием кандидатского экзамена**

1. Аспирант (соискатель) сдает экзамен в устной форме.

2. Оценка ответа аспиранта (соискателя) складывается из следующих составляющих:

- оценки за раздел 1 «Исследование особенностей построения и ТТХ наземных РЛС и РНС»;

- оценки за раздел 2 «Исследование особенностей построения и ТТХ бортовых РЛС и РНС»;

- оценки за раздел 3 «Исследование особенностей построения и ТТХ метеорологических РЛС»;

- оценки за раздел 4 «Исследование особенностей построения и ТТХ спутниковых РНС»;

- оценки за раздел 5 «Исследование особенностей построения и ТТХ основных составных частей РЛС и РНС»;

- оценки за раздел 6 «Исследование методов обеспечения помехозащищенности РЛС и РНС».

Оценка определяется как средняя из вышеназванных, при условии, что все они положительные.

3. Необходимость пересдачи экзамена возникает только в случае смены темы диссертационной работы, приводящей к существенному изменению профиля подготовленной диссертации (изменение первых двух цифр шифра научной специальности).

**ВОПРОСЫ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ**

**1 Исследование особенностей построения и ТТХ наземных РЛС и РНС**

1. Типовые сигналы в радиолокации и радионавигации.
2. Факторы, определяющие отражательную и излучающую способность объектов активной и пассивной радиолокации.
3. Электродинамические эффекты, влияющие на характер вторичного излучения.
4. Влияние условий распространения радиоволн на характеристики сигналов.
5. Модели временных, пространственно-временных и поляризованных сигналов передаваемых сообщений и помех в задачах обнаружения, измерения, фильтрации и разрешения.
6. Модели сигналов теплового излучения.
7. Модели движения объектов в задачах навигации.
8. Показатели качества обнаружения, измерения, фильтрации и разрешения.
9. Решение задачи оптимизации обнаружения, измерения и фильтрации.
10. Использование критерия отношения правдоподобия для нахождения оптимальных алгоритмов обнаружения, измерения и фильтрации параметров временных, пространственно-временных и поляризованных сигналов на фоне различных помех.
11. Особенности обнаружения, измерения и фильтрации при неизвестных параметрах сигнала и помех.
12. Принципы адаптивной обработки сигналов.

**2 Исследование особенностей построения и ТТХ бортовых РЛС и РНС**

1. Обнаружение когерентных сигналов с известными и случайными параметрами.
2. Корреляционные, корреляционно-фильтровые и фильтровые обнаружители когерентных сигналов.
3. Особенности построения обнаружителей когерентных сигналов на фоне помех со случайной интенсивностью и негауссовых помех.
4. Обнаружение некогерентных, в том числе шумовых, сигналов.
5. Показатели качества обнаружения когерентных и некогерентных сигналов.
6. Обнаружение когерентных и некогерентных пространственно-временных и поляризованных сигналов.
7. Особенности обнаружения шумовых сигналов применительно к задачам пассивной локации источников их излучения.
8. Автокорреляционные функции, тела и диаграммы неопределенности основных видов когерентных временных, пространственно-временных и поляризованных сигналов.
9. Примеры построения различного типа обнаружителей (корреляционных, корреляционно-фильтровых и фильтровых) узкополосных сигналов, как одиночных, так и пачечных, линейно-частотно-модулированных сигналов, фазоманипулированных сигналов при использовании линейных рекуррентных последовательностей: кодов Баркера, многофазовых кодов, М-кодов и др.
10. Методы сжатия радиоимпульсов.
11. Фильтры сжатия.
12. Цифровые обнаружители некогерентных и когерентных сигналов с обработкой во временной и частотной областях.
13. Использование быстрого преобразования Фурье.
14. Общие особенности и принципы статистического подхода к синтезу обнаружителей сигналов в инфракрасном и оптическом диапазонах волн.

**3 Исследование особенностей построения и ТТХ метеорологических РЛС**

1. Алгоритмы и структурные схемы неследящих и следящих измерителей параметров (времени прихода, частоты, фазы, амплитуды и т.п.) когерентных и некогерентных сигналов.
2. Линейная фильтрация.
3. Фильтры Калмана.
4. Оптимальная нелинейная фильтрация.
5. Гауссовское приближение в теории нелинейной фильтрации.
6. Структурные схемы оптимальных аналоговых измерителей дальности и скорости.
7. Структурные схемы измерителей угловых координат для моноимпульсных устройств и антенных решеток.
8. Структурные схемы устройств приема и обработки радионавигационных сигналов: доплеровских измерителей скорости, радиотехнических систем ближней и дальней навигации и т.п.
9. Цифровые измерители дальности и угловых координат.
10. Принципы измерения параметров траектории движения целей.
11. Особенности фазовых и частотных измерений.
12. Многоканальные измерители.
13. Принцип измерений с использованием данных пассивной радиолокации.
14. Синтез и оценка потенциальной точности и помехоустойчивости дальномерных, разностно-дальномерных, угломерных и доплеровских устройств приема и обработки информации в радионавигационных системах.
15. Оптимальная обработка радионавигационных сигналов, поступающих от нескольких измерителей
16. Оптимизация доплеровских и инерциально-доплеровских комплексных систем навигации.
17. Коррекция комплексных систем навигации от радиотехнических измерителей.
18. Особенности построения измерителей параметров сигналов инфракрасного и оптического диапазонов волн.

**4 Исследование особенностей построения и ТТХ спутниковых РНС**

1. Оптимальное обнаружение когерентных пространственно-временных и поляризованных сигналов на фоне стационарных и коррелированных по пространству и поляризации помех.
2. Потенциальные показатели качества обнаружения.
3. Возможная постановка задач разрешения и распознавания целей.
4. Основные результаты статистического анализа задачи разрешения.
5. Признаки, используемые при радиолокационном распознавании.
6. Особенности распознавания по совокупности признаков.
7. Роль обучения в задачах распознавания.
8. Адаптивные обнаружители пространственно-временных и поляризованных сигналов на фоне маскирующих активных помех в РЛС с антенными решетками.
9. Алгоритмы и структурные схемы оптимальных обнаружителей когерентных временных сигналов на фоне пассивных и комбинированных помех.
10. Принципы построения РЛС с синтезированной апертурой.

**5 Исследование особенностей построения и ТТХ основных составных частей РЛС и РНС**

1. Фотометрия и колориметрия в телевидении.
2. Цветовая фотометрия. Основные характеристики зрительной системы.
3. Пространственно-временная дискретизация оптических изображений.
4. Ошибки фильтрации и дискретизации.
5. Ошибки квантования.
6. Преобразование оптических изображений с накоплением энергии.
7. Основные характеристики преобразователей с зарядовой связью.
8. Спектры сигналов изображения.
9. Пространственно-временные фильтры для обработки сигналов изображения.
10. Аналоговая и цифровая обработка сигналов изображений.
11. Кодирование цветовых сигналов в системах цветного телевидения.
12. Цифровое кодирование сигналов изображения.
13. Помехоустойчивость системы синхронизации.
14. Сжатие цифрового потока, сигналов изображения на основе дискретного косинусного преобразования Фурье и дифференциально-кодовой модуляции.
15. Характеристики наземных, спутниковых и кабельных систем телевидения.
16. Цифровые каналы связи и их характеристики.
17. Фазовая манипуляция.
18. Квадратурная амплитудная манипуляция.
19. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением несущих.
20. Помехоустойчивость при различных методах манипуляции.
21. Канальное кодирование цифровых телевизионных сигналов.
22. Коды Рид-Соломона и сверточные коды.
23. Цифровые телевизионные системы DVB, ATSC.
24. Параметры телевизионных систем высокой четкости.
25. Характеристики телевизионных систем обнаружения и измерения координат.

Литература

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов. –   
   М.: Радиотехника, 2007.
2. Сколник М. Справочник по радиолокации. 2015.
3. Синицын В.А. и др. Методы формирования и обработки сигналов в первичных радиолокационных станциях. – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2016.
4. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения: состояние и тенденции развития – М.: Радиотехника, 2008.
5. Смирнов В.В. Системотехническое проектирование обзорных радиолокационных станций: учебное пособие [для вузов] – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ»   
   им. Д.Ф. Устинова, 2016.
6. Бабуров В.И. и др. Принципы интегрированной бортовой авионики. – СПб.: РДК-принт, 2005.
7. Красюк В.Н. и др. Антенны с малой радиозаметностью –СПб.: Наука, 2011.
8. Меркулов В.И. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития. – М.: Радиотехника, 2003.
9. Шишов Ю.А. Проектирование радиоэлектронных приборов управления: учебное пособие, ч. 2. – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2001.
10. Шишов Ю.А. Проектирование радиоэлектронных приборов управления: учебное пособие, ч. 3. – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2002.
11. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003.
12. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения: состояние и тенденции развития. – М.: Радиотехника, 2008.
13. Беседа А.Л. Методы обработки сложных радиолокационных сигналов   
    со средней и малой базой: учебно-практическое пособие [для вузов] – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2010.
14. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS, NAVSTAR и ГЛОНАСС М.: – Горячая линия-Телеком, 2005.

Программу составил доктор технических наук, доцент

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Сайбель

(подпись)

« \_\_\_\_ » июня 2022 г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании научно-образовательного центра.

Протокол № 25 от 07.07.2022 г.

Начальник отдела аспирантуры,

кандидат военных наук, доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Волгин

(подпись)