Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ВУЦ СФУ
_____Е.Н. Гарин
«23» 04 2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Радиолокация и радионавигация
1 группа научных специальностей	2.2 Технические науки
Научная специальность	2.2.16 Радиолокация и радионавигация

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями

Группа научных специальностей /научная специальность
2.2 Технические науки 2.2.16 Радиолокация и радионавигация

Программу составили:
Тяпкин В.Н._____
Сушкин И.Н._____
Дмитриев Д.Д._____

Заведующий базовой кафедрой
Специальных радиотехнических систем
Сушкин И.Н._____
«___» _____2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании базовой кафедры СРТС
«___»_____04_____2022 г. протокол №_____8_____
Заведующий базовой кафедрой Сушкин И.Н.

Дополнения и изменения в учебной программе на 20___/20___учебный год.
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1Цель преподавания дисциплины.

Основной целью преподавания дисциплины является подготовка аспирантов к сдаче кандидатского экзамена. Курс посвящен обобщению и систематизации физических основ радиолокации и радионавигации, их теоретических и экспериментальных методов, получивших наибольшее признание, а также тенденций развития. Формирование обобщенных и целостных подходов к освоению радиолокационных и радионавигационных методов в науке, их применение при разработке устройств, а так же ознакомление аспирантов с перспективами развития этой области знаний.

1.2 Задачи изучения дисциплины.

Преподавание дисциплины направлено на обобщение знаний в области радиолокации и радионавигации, как подготовка сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате изучения данной дисциплины аспирант должен знать основные теоретические методы используемые в радиолокации и радионавигации.
Уметь пользоваться терминологией, обширными справочными данными по материалам для разработки конкретных устройств; делать оценки и расчеты для нахождения необходимых параметров, ориентироваться в периодической литературе и отыскивать необходимые данные; правильно излагать результаты исследований.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина Радиолокация и Радионавигация относится к образовательной компоненте учебного плана и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности

1.5 Особенности реализации дисциплины.

Дисциплина реализуется на русском языке

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины	108(3)	36 (1)	72(2)
Контактная работа с преподавателем:			
занятия лекционного типа	36 (1)	18 (0,5)	18 (0,5)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары практические занятия			
другие виды контактной работы			
Самостоятельная работа аспирантов:			
изучение теоретического курса (ТО)	36 (1)	18 (0,5)	18 (0,5)
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Зачет	Экзамен

Во втором столбце указывается общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (часах), объем контактной работы и самостоятельной работы с разбивкой по видам в соответствии с учебным планом.

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий).

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад.час)	Занятия семинарского типа (Семинары и/или Практические занятия (акад.час))	Самостоятельная работа, (акад.час),
1	2	3	4	5
1.	Статистическая теория радиотехнических систем.	18		18
2.	Радиотехнические системы.	10		9

3.	Радиотехнические устройства	8		9

В таблице указываются наименования модулей (тем, разделов) В столбцах, обозначающих предусматриваемые виды занятий, проставляется количество часов.

3.2 Занятия лекционного типа.

Указывается название модулей, тем (разделов) лекционных занятий дисциплины, их содержание и объем.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме
1	1	Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры.	2	
2	1	Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов.	2	
3	1	Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина. Стационарность и эргодичность случайных процессов. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции.	2	
4	1	Критерии и решающие правила оптимального обнаружения: критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий Неймана-Пирсона, критерий Вальда и др. Показатели качества обнаружения сигналов. Методы синтеза оптимальных обнаружителей.	2	

5	1	Обнаружение пространственно-временных сигналов, многоканальная схема обработки. Условия разделения пространственно-временной обработки на раздельные пространственную и временную. Пространственный фильтр и коррелятор. Реализация пространственных фильтров и корреляторов с помощью ФАР.	2	
6	1	Адаптивные алгоритмы. Адаптивные многоканальные (в том числе двухканальные) компенсаторы помех с корреляционной обратной связью. Автокомпенсаторы коррелированных помех. Методы синтеза алгоритмов при непараметрической априорной неопределенности.	2	
7	1	Информативные и неинформативные параметры сигналов. Оценки параметров сигналов. Байесовские и небайесовские оценки и их свойства. Оценка максимального правдоподобия и ее свойства. Неравенство Крамера-Рао. Потенциальная точность измерения параметра. Многоканальный и следящий измерители. Оценивание энергетических и неэнергетических параметров сигнала на фоне «белого» шума. Функция рассогласования сигнала и ее связь с потенциальной точностью измерений.	2	
8	1	Общие сведения о разрешении и распознавании сигналов (объектов). Характеристики (признаки) объектов и сигналов, используемые для разрешения и распознавания. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Показатели качества разрешения и распознавания и решающие правила. Упрощенная процедура распознавания. Алгоритмы разрешения и распознавания детерминированных и квазидетерминированных сигналов.	2	

9	1	Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений. Искусственные нейронные сети (ИНС). Обучающиеся и самообучающиеся ИНС. Обработка сигналов с помощью ИНС. Распознавание сигналов и образов объектов с помощью ИНС.	2	
10	2	Системы и устройства радиолокации. Области применения и задачи радиолокации. Виды радиолокации. Обзор пространства. Виды обзора, зона обзора и время обзора. Физические основы радиолокации. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) целей.	2	
11	2	Устройства обнаружения (обнаружители) радиолокационных сигналов. Структуры обнаружителей. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов на фоне шума и коррелированных помех. Цифровые обнаружители. Знаковые, ранговые, робастные и адаптивные обнаружители. Методы стабилизации уровня ложных тревог. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.	2	
12	2	Методы измерения координат и параметров движения целей. Следящие и неследящие измерители. Фазовые, частотные и импульсные дальномеры. Радиодальномеры со сложными сигналами. Пределы однозначного измерения, разрешающая способность и точность радиодальномеров.		
13	2	Системы и устройства радионавигации. Методы определения местоположения объекта и способы вывода его в заданную точку пространства. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств(РНУ).	2	

14	2	Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС. Влияние атмосферы и космической среды на характеристики СРНС. Методы определения местоположения в СРНС: доплеровский, дальномерный, разностно-дальномерный.	2	
15	3	Излучение, распространение и прием радиоволн. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Свободные электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Решение электродинамической задачи рассеяния радиоволн на телах заданной формы. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.		
16	3	Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ. Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн. Техническая реализация антенн в различных диапазонах радиоволн.		
16	3	Устройства генерирования и формирования сигналов. Генераторы и автогенераторы в РЛС и РНС. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частот.	2	

17	3	Устройства приема и преобразования сигналов. Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Частотный план радиоприемника. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках.	2	

3.3 Занятия семинарского типа (*названия тем – одинаковое, содержание – авторское*).

Приводится перечень занятий семинарского типа, их краткое содержание, объем или делается запись: «учебным планом не предусмотрены».

№ п/п	№ раздела дисциплины			
				в том числе в инновационной форме

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

1. Радиолокационные системы : учебник для студентов военных кафедр и курсантов учебных военных центров Военно-воздушных сил, обучающихся по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов противовоздушной обороны Военно-воздушных сил» / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.] ; ред. В. П. Бердышев ; Сиб. федер. ун-т, Воен.-инж. ин-т. - 2-е изд. - Красноярск : СФУ, 2021 (2021-03-25). - 400 с., 25.0 усл. печ. л. : граф., рис. - Библиогр.: с. 391-392. - 500 экз. - ISBN 978-5-7638-4487-0 : Б. ц. - Изд. № 2021-13221. - Текст : непосредственный + Текст : электронный.

2. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск : учебник для студентов военных кафедр и курсантов учебных военных центров Военно-воздушных сил, обучающихся по военноучетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов противовоздушной обороны Военно-воздушных сил» / В. Н. Тяпкин, А. Н. Фомин, Е. Н. Гарин [и др.] ; ред. В. Н. Тяпкин ; Сиб. федер. ун-т, Воен.-инж. ин-т. - 2-е изд. - Красноярск : СФУ, 2021 (2021-03-25). - 536 с., 34.0 усл. печ. л. : граф., рис. - Библиогр.: с. 523-524. - 500 экз. - ISBN 978-5-7638-4488-7 : Б.

ц. - Изд. № 2021-13223. - Текст : непосредственный + Текст : электронный.Ярив. А., Юх. П. Оптические волны в кристаллах. М., Мир, 1987.
3. Тяпкин, Валерий Николаевич. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС : монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин ; Сиб. федер. ун-т, Ин-т воен. обучения. - Красноярск : СФУ, 2012. - 259 с. : ил. - Библиогр.: с. 246-259. - 100 экз. - ISBN 978-5-7638-2639-5 : 216.00 р. - Изд. № 2012-8770. - Текст : непосредственный + Текст : электронный.
4. Специальные вопросы обработки радионавигационных сигналов : учебно-методическое пособие по курсу лекций [для студентов напр. 12.04.01 «Приборостроение», магистерской программы 12.04.01.01 «Измерительные информационные технологии»; напр. 11.04.01 «Радиотехника», магистерской программы 11.04.01.00.03 «Радиоэлектронные системы и устройства локации, навигации и управления»] / Сиб. федер. ун-т, Ин-т инж. физики и радиоэлектроники ; сост.: А. В. Гребенников, В. Н. Тяпкин. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 0,8 Мб). - Красноярск : СФУ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Библиогр.: с. 25. - Изд. № 2016-3873 : Б. ц. - Текст : непосредственный.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

1.Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов.–5-е изд., перераб. и доп. -М.: Радио и связь, 1994.
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. –М.: Радио и связь, 1991.
3. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов .–М.: Радио и связь, 1993.
4. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ.–М.: Высш. шк., 1990.
5. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов./ Под ред. Воскресенского Д.И.-М: Издательство МАИ, 1999.
6. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов .–М: «ИПРЖР» 2004.
7. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. пособие для вузов.-М.: Радио и связь, 1992.
8. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы. –М.: Радио и связь, 1994.
9. Сетевые спутниковые радионавигационные системы./ Под ред. Шабшаевича В.С.-М.: Радио и связь, 1993.
10. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. –М.: Радио и связь., 1993.
11. Основы радиоуправления: Учеб. пособие для вузов./ Под ред. Вейцеля В.А.-М.: Радио и связь, 1995.

12. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие. –М.: Издательство МАИ, 1998.
13. Устройства генерирования и формирования радиосигналов./Под ред. Уткина Г.М., Благовещенского М.В., Кулешова В.Н.–М.: Радио и связь, 1994.
14. Радиотехнические системы передачи информации./ Под ред. Калмыкова В.В.-М.: Радио и связь, 1990.
15. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. –Учебник для вузов. «Радиотехника», 2004.

Дополнительная литература:

1. Самойленко В.И., Пузырев В.А., Грубрин И.В. Техническая кибернетика: Учеб. пособие для вузов. –М: Издательство МАИ, 1994.
2. Радиотехнические системы: Учебник для вузов./ Под ред. Казаринова Ю.М.-М.: Высш. шк., 1990.
3. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации. Сопровождение целей.: Пер. с англ. –М.: Радио и связь, 1993.
4. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория.: Справочник./ Под ред. Ширмаана Я.Д.–М.: ЗАО «МАКВИС», 1998.
5. Демин В.П., Куприянов А.И., Цветнов В.В. Рдиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. –М.: Издательство МАИ, !999.
6. Спутниковая связь и вещание./ Под ред. Кантора Л.Я. Справочное издание.–М.: Радио и связь, 1997.
7. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами. -М.: Радио и связь, 1991.23. Цифровые процессоры обработки сигналов.: Справочник. / Под ред. Остапенко А.Г..-М.: Радио и связь, 1994.
8. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию. – Киев: Издательство ВЦ, 2000.
9. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебное пособие.–М.: Радиотехника, 2003.
10. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием./Под ред. Ю.М. Перунова.,–М: Радиотехника. 2003.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: - http://elibrary.ru
2. Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: - http://www.znanium.com
3. Электронная естественнонаучная библиотека [Электронный ресурс]: - http://bib.tiera.ru

7. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина Оптика является спецкурсом по специальности аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Текущая работа включает контактную работу с преподавателем (посещение лекций) и самостоятельную работу студента (изучение теоретического материала и написание реферата).

Теоретическая подготовка студентов предполагает, наряду с чтением лекций, использование учебников и учебных пособий по приведенному списку литературы. Для подготовки к занятиям студенты должны повторить пройденный теоретический материал, желательно иметь при себе конспект лекций.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает изучение теоретического материала и написание реферата по 1 разделу. Темы реферата сформулированы таким образом, чтобы востребовать знания из различных разделов дисциплины и привлечь аспиранта к поиску и анализу современной научной литературы. Студент, не сдавший реферат до конца семестра, к зачету не допускается.

Форма контроля самостоятельного изучения 1 раздела теоретического курса – зачет. Рекомендуется проведение зачета в устной форме: ответ на один из вопросов из списка, выбранный преподавателем и один из вопросов, выбранный студентом. При удовлетворительном ответе на оба вопроса выставляется зачет.

Текущая работа по 2-4 раздам включает контактную работу с преподавателем (посещение лекций) и самостоятельную работу аспиранта (изучение и повторение теоретического материала пройденных специальных дисциплин).

В силу ограниченности аудиторного времени часть материала рассматривается достаточно кратко. В связи с этим, возникает необходимость самостоятельного обобщения пройденного материала . Самостоятельная работа позволяет аспирантам лучше разобраться в проблемах оптической физики и быстрее освоить основные разделы курса с целью подготовки и сдаче государственного экзамена.

Теоретическая подготовка студентов предполагает, наряду с чтением лекций, использование учебников и учебных пособий по приведенному списку литературы. Для подготовки к кандидатскому экзамену аспиранты должны повторить пройденный теоретический материал по разделам: Оптическая физика, Электронная спектроскопия молекулярных и квантово-размерных систем, Оптические волны в кристаллах, спектроскопия кристаллов.

Для самостоятельного изучения теоретического материала рабочей программой предусмотрено 0.5 з.е. (18часов).

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

1. Операционная система MS Windows
2. Офисный пакет MS Office

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Аннотация к рабочей программе дисциплины Радиолокаци и радионавигация.
Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: Основной целью преподавания дисциплины является подготовка аспирантов к сдаче кандидатского экзамена. Курс посвящен обобщению и систематизации физических основ оптики, ее теоретических и экспериментальных методов, получивших наибольшее признание, а также тенденций развития. Формирование обобщенных и целостных подходов к освоению оптических методов в науке, их применение при разработке устройств, а так же ознакомление аспирантов с перспективами развития этой области знаний.

Задачей изучения дисциплины является: Преподавание дисциплины направлено на обобщение знаний в области оптической физики, как подготовка сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.2.16 Радиолокаци и радионавигация.

Структура дисциплины (распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий и самостоятельной работы): Всего 108 часов (3 з.е.), лекции – 36 часов (1 з.е.), СР – 36 часов (1 з.е.), экзамен

Основные разделы:

1. Статистическая теория радиотехнических систем**.**
2. Радиотехнические системы
3. Радиотехнические устройства
4.

Планируемые результаты обучения: В результате изучения данной дисциплины аспирант должен знать основные теоретические методы используемые в оптической физике, характеристики оптических материалов и устройств.
Уметь пользоваться терминологией, обширными справочными данными по материалам для разработки конкретных устройств; делать оценки и расчеты для нахождения необходимых параметров, ориентироваться в периодической литературе и отыскивать необходимые данные; правильно излагать результаты исследован

Форма промежуточной аттестации : зачет, кандидатский экзамен