Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.5.1 Системы радионавигации»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.5.1 Системы радионавигации*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
наименование кафедры

протокол № 6 от " 22 " февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники — подпись — А.П. Русинов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
Заведующий кафедрой РФиЭ — подпись — А.П. Русинов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика — Т.М. Чмерева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
С.А. Бекетникова / Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Русинов А.П., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Цель изучения дисциплины: освоение принципов радионавигации, методов реализации радионавигационных систем и комплексов, принципов построения радионавигационных систем и комплексов. По завершению освоения данной дисциплины студент способен самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности, принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании радионавигационных систем и комплексов, а также использовать информацию о новых технических решениях и новых видах навигационной аппаратуры.

Задачи:

Сформировать знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно применять методы анализа радионавигационных систем и комплексов и отдельных их подсистем; анализировать физические процессы, происходящие в системах и устройствах радионавигационных систем и комплексов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Молекулярная физика*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности ПК-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-2-В-3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных	**Знать:** - основные теоретические понятия, расчетные методы и принципы построения радионавигационных систем и комплексов **Уметь:** - применять методы анализа, синтеза и оптимизации, а также технические решения, используемые в области разработки и проектирования радионавигационных систем и комплексов. **Владеть:** -практическими навыками анализа физических процессов, происходящих в устройствах радионавигационных систем и комплексов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**72**	**72**	**144**
Контактная работа:	**30,25**	**15,25**	**45,5**
Лекции (Л)	16	8	24
Практические занятия (ПЗ)	14	6	20
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Основы электротехники и электроники»;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**41,75**	**56,75**	**98,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о радионавигационных системах	24	6	4		14
2	Дальность действия и точность радионавигационных систем	22	4	4		14
3	Спутниковые радионавигационные системы	26	6	6		14
	Итого:	72	16	14		42

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Наземные радионавигационные системы и комплексы	38	4	4		30
5	Авиационные радионавигационные системы	34	4	2		28
	Итого:	72	8	6		58
	Всего:	144	24	20		100

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел №1: Общие сведения о радионавигационных системах

Радионавигационные системы их задачи и функции. Системы координат применимые при радионавигации. Место РНС в схеме управления движущимся объектом. Информативные параметры сигнала. Принцип определения различных навигационных элементов в РНС. Метод счисления пути. Применение доплеровского измерителя скорости. Позиционный метод радионавигации. Обзорно-сравнительный метод. Тактические параметры РНУ и РНС. Технические параметры РНУ и РНС. Основные классификационные признаки РНУ и РНС: назначение; характер источника информативного сигнала; вид определяемого навигационного элемента; вид информативного параметра сигнала и степень автономности.

Раздел №2: Дальность действия и точность радионавигационных систем

Дальность действия позиционного пассивного РНУ. Дальность действия активных РНУ с активным ответом. Дальность действия(максимальная рабочая высота) активных РНУ. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия и точность РНУ. Источники погрешностей местоопределения. Точность определения геометрического элемента, характеризующего положение объекта. Предельная точность радионавигационных измерений.

Раздел №3: Спутниковые радионавигационные системы

Синхронизация временных шкал. Особенности дальномерных систем. Особенности квазидальномерных систем. Особенности разностно-дальномерных систем. Особенности определения местоположения потребителя. Состав РНС. GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, IRNSS (Индия), CNSS compass (КНР), Quasi-Zenith (Япония). Наземный командно-измерительный комплекс. Подсистема потребителей. Требования к сигналам. Общие свойства сигналов. Сигналы системы GPS и ГЛОНАСС, их индивидуальные отличия. Основные функции аппаратуры потребителей. Выбор спутников. Поиск сигналов. Выделение служебной информации. Процесс первичной обработки. Навигационный процессор. Опорный генератор. Одноканальная и многоканальная аппаратура. Неточности информации о местоположении спутников. Изменение скорости распространения радиоволн в ионосфере и тропосфере. Оценка точности спутниковой РНС. Методы дифференциальных определений. Метод коррекции координат. Метод коррекции навигационных параметров. Функционирующее дифференциальное дополнение спутниковой РНС.

Раздел №4: Наземные радионавигационные системы и комплексы

Принцип действия фазовых радиодальномеров. Однозначность отсчета дальности. Точность измерения дальности. Принцип действия цифрового фазового радиодальномера. Амплитудный автоматический радиопеленгатор (антенна, сигналы, структурная схема, точность). Фазовый доплеровский автоматический радиопеленгатор. Антенная система автоматического радиокомпаса. Амплитудный радиокомпас. Обобщенная структурная схема радиокомпаса. Фазовый радиокомпас с амплитудной модуляцией. Фазовый радиокомпас с фазовой модуляцией. Принцип определения составляющих вектора скорости. Зондирующий сигнал ДИС. Отраженный сигнал. Развязка передающего и премного трактов. Особенности обработки сигналов. Структурная схема ДИС.

Раздел №5: Авиационные радионавигационные системы

Угломерные радионавигационные системы. Дальномерные системы. Угломерно-дальномерные системы. Разностно-дальномерные системы. Радиомаячные системы посадки. Измерители путевой скорости. Реализация методов комплексирования в бортовых пилотажно-навигационных комплексах.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Системы координат применимые при радионавигации.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Информативные параметры сигнала. Метод счисления пути. Применение доплеровского измерителя скорости.	
2	1	Позиционный метод радионавигации. Обзорно-сравнительный метод. Технические параметры РНУ и РНС.	2
3	2	Дальность действия позиционного пассивного РНУ и активных РНУ с активным ответом. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия и точность РНУ.	2
4	2	Источники погрешностей местоопределения. Предельная точность радионавигационных измерений.	2
5	3	Особенности разностно-дальномерных систем. Состав РНС GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, IRNSS (Индия), CNSS compass (КНР), Quasi-Zenith (Япония).	2
6	3	Сигналы системы GPS и ГЛОНАСС, их индивидуальные отличия. Выбор спутников. Поиск сигналов.	2
7	3	Оценка точности спутниковой РНС. Метод коррекции координат. Метод коррекции навигационных параметров.	2
8	4	Радиодальномеры. Радиопеленгаторы	2
9	4	Фазовый радиокомпас с амплитудной модуляцией. Фазовый радиокомпас с фазовой модуляцией.	2
10	5	Разностно-дальномерные системы. Радиомаячные системы посадки. Измерители путевой скорости	2
		Итого:	20

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

(В личном кабинете преподавателя, в разделе «Начало» размещены «Рекомендации к оформлению раздела 5 рабочих программ учебных дисциплин»)

5.1 Основная литература

1. Общая теория радиолокации и радионавигации: распространение радиоволн / А. Н. Фомин, В. А. Копылов, А. А. Филонов, А. В. Андронов ; под общ. ред. А. Н. Фомина ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 318 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497384. – ISBN 978-5-7638-3738-4.
2. **Данилов, С. Н.** Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учебное пособие / С. Н. Данилов, А. В. Иванов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 90 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499007– ISBN 978-5-8265-1693-5.
3. Радиолокационные системы : учебник / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин и др. ; ред. В. П. Бердышев. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 400 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229384. – ISBN 978-5-7638 2479-7.

5.2 Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы: Учебник под ред. Ю. М. Казаринова —Москва: Высшая школа, 1990. — 496 с.
2. **Титов, Е. П.** Воздушная радионавигация : учебное пособие : [12+] / Е. П. Титов, Н. А. Носов ; ред. И. Ф. Мосцепан, Ф. А. Патрикеев. – Москва : Гос. воен. изд-во Наркомата обороны Союза

ССР, 1940. – 268 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220562. – ISBN 978-5-4458-4977-3.

5.3 Периодические издания

1. Научно-технический журнал. «Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника». Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ».
2. Научно-технический журнал. «Радиотехника и электроника». Изд. «Наука».
3. Научно-технический журнал «Радиотехника». Изд. «Радиотехника»

5.4 Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека (http://elibrary.ru)
2. Электронно-библиотечная система (http://elanbook.com)
3. Онлайн-курс: Основы электротехники и электроники, разработчик курса Уральский федеральный университет Режим доступа: https://openedu.ru/course/urfu/ELB/.

Информационно-справочные системы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
3. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.