

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М. 1.3.4.2 «Глобальные радиотехнические системы навигации и локации»

*«11.04.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"»
Профиль 1 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"*

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 2

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 18

коллоквиумы – нет

практические занятия – 54

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 126

зачет – нет

экзамен – 2 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение принципов и алгоритмов построения радионавигационных систем и комплексов, основанных на использовании различных сигналов и помех в пространственной и временной областях. Усвоение студентами основ теории радиолокации, освоение методологии, применяемой при проектировании радиолокационных систем и комплексов управления .

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина рассчитана на слушателей, имеющих базовую подготовку по общей физике, высшей математике, теории случайных процессов, основ радиоэлектроники (теория цепей и сигналов, электродинамика и распространения радиоволн, антенно-фидерные устройства, аналоговая и цифровая электроника, устройства радиоавтоматики). Для изучения дисциплины необходимы знания дисциплин «Математическое моделирование и проектирование радиотехнических устройств и систем», «Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов в средствах радиоэлектронной борьбы». Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Спутниковые навигационные системы» необходимы для освоения таких дисциплин, как «Устройства обработки сигналов в спутниковых навигационных системах», «Радиолокационные системы и устройства локации, навигации и управления»

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-3: способность осваивать современные и перспективные направления развития ИКТ и СС.

Студент должен знать: основы теории обнаружения и различения сигналов, оценивания параметров сигналов и фильтрации информационных процессов.

Студент должен уметь: использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.

Студент должен владеть: методиками расчета основных характеристик радиолокационных систем и комплексов; основными понятиями, терминами и определениями в области навигации и радиолокации; методами излучения и приема радиолокационных сигналов при наличии аддитивных шумовых помех; методами реализации цифровой обработки радиолокационных сигналов.

ПК-8: готовность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТСиСС.

Студент должен знать: принципы радионавигации и методы реализации радионавигационных радиолокационных устройств, систем и комплексов; принципы построения устройств обработки сигналов в радиосистемах и комплексах различного назначения.

Студент должен уметь: применять статистические методы теории обнаружения-различения сигналов, оценивания их параметров и фильтрации информационных процессов; применять алгоритмы цифровой обработки сигналов.

Студент должен владеть: методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов; спектральными методами анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в электрических цепях; теоретическими основами статистического представления радиолокационных сигналов со случайными параметрами; статистическими методами анализа и синтеза радиотехнических систем и устройств.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
3 семестр									
1	1-3	1	Принципы построения радиолокационных систем (РЛС)	18	4			6	8
1	4-8	2	Физические основы радиолокационного обнаружения	20	4				16
2	9-12	3	Поиск сигналов в РЛС и выделение сигналов	40	4			16	20

			движущихся целей на фоне помех						
2	13 - 15	4	Особенности построения радионавигационных систем (РНС) различного назначения	86	4		18	16	48
3	16 - 17	5	Особенности фазовых и импульсно-фазовых РНС	52	2			16	34
Всего				216	18		18	54	126

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Л1. Основные понятия и определения.	1,2,3,4,9
			Радиотехнические методы измерения координат и их производных. Классификация РЛС и РНС, их тактические и технические характеристики. Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	
2	2	2	Л2. Физические основы радиолокационного оборудования.	4,8,10
			Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. Эффективная площадь рассеяния групповых и распределенных объектов. Статистические свойства ЭПР целей и отраженных сигналов.	
3	2	3	Л3. Дальность действия радиосистем (РЛС и РНС).	2,6,7
			Дальность действия радиолоний. Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. Влияние отражения радиоволн от земной поверхности на дальность действия	

			ПЛС. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия РЛС и РНС.	
4	2	4	Л4. Точность радиотехнических методов местоопределения	3,6,9
			Погрешность измерения радионавигационного параметра. Погрешности измерения линий положения радионавигационных систем. Погрешности определения координат объекта позиционным методом. Рабочие зоны РНС. Влияние геометрического фактора РНС и условий распространения радиоволн на точность определения местоположения объекта.	
5	2	5	Л5. Поиск сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах.	5,8,9
			Поиск сигналов по угловым координатам, дальности и скорости. Методы последовательного обзора пространства. Многоканальный и управляемый обзор пространства. Особенности поиска сигналов в РНС.	
6	2	6	Л6. Выделение сигналов движущихся целей на фоне пассивных помех.	1,2,7,9
			Методы защиты от пассивных помех. Селекция движущихся целей на основе эффекта Доплера. Аналоговая и цифровая фильтрация в системах селекции движущихся целей. Эффективность системы селекции движущихся целей и ее зависимость от параметров РЛС. Методы повышения эффективности систем селекции движущихся целей.	
7	2	7	Л7. Фазовые и импульсно-фазовые РНС.	4,7,9
			Особенности фазовых РНС. Фазовый метод измерения дальности. Многочастотные фазовые РНС. Устранение многозначности измерений в многочастотных фазовых РНС. Импульсно-фазовые РНС. Построение цифровых приемоиндикаторов импульсно-фазовых РНС.	
8	2	8	Л8. Спутниковые РНС.	8,9,10
			Спутниковые РНС первого и последующих	

			поколений. Основные направления совершенствования спутниковых РНС. Принципы построения аппаратуры потребителей спутниковых РНС.	
9	2	9	Л9. Оптическая локация. радиотеплолокация.	2,7,9,10
			Физические основы оптической локации и радиотеплолокации. Оптимальные методы обработки сигналов в оптических локационных системах. Обнаружение радиотепловых сигналов. Структурные схемы радиометров. Измерение координат объектов с помощью радиотеплолокаторов	

6. Содержание коллоквиумов - нет

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно-методическое обеспечение.
1	2	3	4	5
1	2	1	Классификация современных РЛС и РНС	1,2,3,4,9
2	4	2-3	Дальность действия РЛС и РНС	4,8,10
3	4	4-5	Физические основы радиолокационного оборудования объектов	2,6,7
4	8	5-9	Точность радиотехнических методов местоопределения	3,6,9
5	8	10-13	Поиск сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах	5,8,9
6	10	14-18	Выделение сигналов движущихся целей на фоне пассивных помех	1,2,7,9
7	12	19-23	Фазовые и импульсно-фазовые РНС	4,7,9
8	16	24-27	Спутниковые РНС	8,9,10

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
1	2	ЛР1. Исследование алгоритмов координатных преобразований	1-10
2	4	ЛР2. Исследование точности определения местоположения позиционным методом	1-10
2	4	ЛР3. Построение и исследование рабочих зон РНС	1-10
3	4	ЛР4. Исследование характеристик радиотехнических методов измерения угловых координат	1-10
4	4	ЛР5. Исследование характеристик методом измерения дальности	1-10

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	4	Расчет тактических характеристик РЛС	1-10
1	4	Анализ технических характеристик РЛС различного назначения.	1-10
2	4	Методика расчета дальности действия РЛС.	1-10
2	4	Методика измерения параметров	1-10
2	4	Особенности РНС различного назначения.	1-10
2	4	Комплекс разведки и управления	1-10
3	4	Методы защиты от пассивных и активных радиопомех	1-10
3	4	Обобщенное уравнения дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве	1-10
3	4	Обзор элементов рабочей зоны РЛС	1-10
3	4	Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов, эффективная площадь рассеяния объектов	1-10
3	4	Статистические характеристики ЭПР целей	1-10
4	4	Байесовские оценки случайных параметров сигналов	1-10
4	4	Критерии оценки неслучайных параметров сигналов и граница Крамера-Рао	1-10

4	4	Оценка по максимуму правдоподобия	1-10
4	4	Обнаружение детерминированного сигнала	1-10
4	4	Особенности обработки сигналов с ЛЧМ и с ФМн	1-10
4	4	Реализация согласованных фильтров	1-10
4	4	Синтез устройств оптимального обнаружения	1-10
4	4	Оптимальные обнаружители когерентных пачечных импульсных сигналов	1-10
4	4	Основные характеристики пассивных помех	1-10
4	4	Методы борьбы с пассивными помехами	1-10
4	4	Потенциальная точность измерения дальности	1-10
4	4	Раскрытие неоднозначности измерений	1-10
5	4	Основные преимущества и недостатки однопозиционных и многопозиционных РЛС	1-10
5	4	Энергетические соотношения, дальность и зона действия многопозиционных РЛС различных типов	1-10
5	4	Требования к технической реализации алгоритмов обработки	1-10
5	4	Основные области применения многопозиционных РЛС	1-10
5	6	Бистатистическая эффективная поверхность рассеяния целей	1-10
5	6	Многоканальные цифровые обнаружители	1-10
5	6	Бистатистическая ЭПР различных объектов	1-10

10. Расчетно-графическая работа
Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа
Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект
Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Этапы формирования компетенций

Компетенция		Этапы формирования
ОПК-3 ПК-8	Знать	Последовательно, в течение всего курса, по мере прослушивания лекций
	Уметь	Последовательно, по мере выполнения практических работ.
	Владеть	Итерационно, по мере выполнения лабораторных работ

Формы контроля компетенций

Виды аттестации	Оцениваемые компетенции	Темы	Форма оценочных средств
Текущий контроль	ОПК-3, ПК-8	Все разделы	Практические задания
Промежуточный контроль	ОПК-3, ПК-8	Все разделы	Экзамен

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка	Компетенция		Критерии сформированности
«удовлетворительно»	ОПК-3 ПК-8	Знать	Фрагментарные, поверхностные знания учебного материала, затруднение с использованием понятийного аппарата, научным языком и терминологией соответствующей научной области
		Уметь	Допустимы погрешности в умении решать типичные упражнения на основе воспроизведения стандартных алгоритмов, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
		Владеть	Решать типовые задачи на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в типичных ситуациях
«Хорошо»	ОПК-3 ПК-8	Знать	Полное знание учебного материала, достаточное владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области
		Уметь	Решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения
		Владеть	Решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в нетипичных ситуациях и

			незначительными орехами, но обладающими необходимыми знаниями для их устранения под контролем преподавателя
«Отлично»	ОПК-3 ПК-8	Знать	Воспроизводить и объяснять весь учебный материал, владение понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области, логически корректно и убедительно излагает свои знания
		Уметь	Решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения
		Владеть	Решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний и умений, с их применением в нетипичных ситуациях

Фонд оценочных средств по дисциплине «Глобальные радиотехнические систем навигации и локации» позволяют оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает в себя:

- Контрольные вопросы;
- Задания для расчетов;
- Задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Автоматизация проектирования радиотехнических устройств систем связи» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию.

Контрольные вопросы по дисциплине:

1. Блок-схема РЛС.
2. Радиолокационная информация.
3. Радиолокационные сигналы и помехи.
4. Принцип неопределенности в радиолокации.
5. Линейная частотная модуляция.
6. Автокорреляционная функция радиолокационных сигналов
7. Импульсный сигнал.
8. Сигналы сложной формы.
9. Искажения при обработке сигналов.
10. Анализ радиолокационных сигналов.
11. Синтез радиолокационных сигналов.
12. Отношение правдоподобия.
13. Оптимальные обнаружители.
14. Схемы построения оптимальной фильтрации сигнала.
15. Принципы построения импульсных РЛС.

16. Оптимальный радиолокационный измеритель.
17. Методы определения местоположения объектов
18. Диаграммы определения геометрических величин (навигационных параметров) и линий положения.
19. Диаграммы определения местоположения объекта на плоскости.
20. Псевдо дальномерный метод определения местоположения объекта.
21. Точность определения линий положения при дальномерном методе
22. Точность определения линий положения при угломерном методе
23. Точность определения линий положения при разностно-дальномерном методе
24. Точность определения линий положения при суммарно-дальномерном методе
25. Точность определения местоположения объектов. Параллелограмм погрешностей
26. Рабочая зона угломерной системы
27. Рабочая зона дальномерной системы
28. Рабочая зона угломерно-дальномерной системы
29. Рабочая зона разностно-дальномерной системы
30. Рабочая зона суммарно-дальномерной системы
31. Рабочая зона суммарно-разностно-дально мерной системы
32. Доплеровские измерители скорости и угла сноса (ДИСС) летательных аппаратов (ЛА).
33. Влияние диаграммы направленности на ширину спектра доплеровского сигнала
34. Влияние подстилающей поверхности на форму спектра доплеровского сигнала.

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом

Вопросы для экзамена

1. Приведите классификацию сигналов.
2. В чем отличие активного и полуактивного методов радиолокации?
3. Что такое радиолокационный сигнал и какую информацию о цели он содержит?
4. Укажите достоинства и недостатки угломерного, дальномерного и разностно-дальномерного методов местоопределения.
5. Какова форма линий положения дальномерных и разностно-дальномерных РНС?
6. Каковы причины вторичного излучения различных радиолокационных целей?
7. Что характеризует поляризационная матрица рассеяния цели?

8. Дайте определения ЭПР цели и приведите общую форму для ее расчета.
9. Почему диаграмма рассеяния уголкового отражателя значительно шире, чем плоского листа?
10. При каких условиях площадь поперечного сечения шара можно считать равной его ЭПР?
11. Что такое разрешаемый объем и разрешаемая площадь?
12. В каких случаях их используют?
13. Назовите основные характеристики РЛС, влияющие на выбор способа обзора заданной рабочей зоны.
14. Какие параметры характеризуют эффективность выбранного метода обзора?
15. В чем отличие винтового и спирального методов последовательного обзора пространства?
16. В чем отличие параллельного, последовательного и параллельно-последовательного методов обзора?
17. Каковы пути снижения времени обзора заданной рабочей зоны РЛС?
18. В чем суть управляемого по программе и адаптивного способа обзора?
19. В чем заключается корреляционный метод измерения путевой скорости и угла сноса?
20. Сравните преимущества и недостатки ДИСС с непрерывным и импульсным излучением.
21. С какой целью объединяют отдельные навигационные измерители в единый навигационный комплекс?
22. В чем различие между пассивными и активными радиопомехами?
23. Какими факторами определяется эффективность защиты?
24. Какие существуют методы защиты РТС?
25. Какие факторы определяют скрытность действия РТС?
26. Задачи, решаемые РНС.
27. Укажите достоинства и недостатки угломерного, дальномерного и разностно-дальномерного методов местоопределения.
28. Какова форма линий положения дальномерных и разностно-дальномерных РНС?
29. Укажите основное преимущество комбинированного угломерно-дальномерного метода местоопределения.
30. По каким признакам классифицируют радиолокационные и радионавигационные системы?
31. Что такое антенные решетки и каковы их преимущества?
32. Какие сигналы используются в современных радарх?
33. Перечислите состав РЛС.
34. Приведите характеристику спутниковых РНС.
35. Перечислите задачи радионавигационного обеспечения.
36. Каковы основные направления РНС в РФ?

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Глобальные радиотехнические систем навигации и локации» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+	+	+	+
Практико-ориентированные технологии		+	+	+
Развивающие проблемно-ориентированные технологии	+	+	+	+
Личностно-ориентированные технологии		+		+

Информационно-развивающие технологии имеют главной целью формирование стройной системы знаний и дают значительный запас информации. Когнитивные цели здесь достигаются путем специального структурирования учебного материала. Его подают более или менее небольшими порциями таким образом, чтобы была обеспечена логическая завершенность и целостность учебного материала и одновременно возможность его полноценного контроля. Такая организация процесса обучения дает возможность глубоко изучить и прочно запомнить материал, обеспечивая при этом отсутствие так называемых черных дыр, провалов в знаниях студентов. Информационно-развивающие технологии позволяют также развивать и формировать личностные качества будущего специалиста благодаря разнообразию форм и методов, применяемых в процессе обучения.

Практико-ориентированные технологии имеют главной целью формирование профессиональных умений и умений квалифицированно решать профессиональные задачи. Технологии включают в себя анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, моделирование производственной деятельности и т.д.

Развивающие проблемно-ориентированные технологии имеют главной целью способность не только увидеть проблему, но и предложить способы ее решения. В состав развивающих проблемно-поисковых технологий входят следующие виды деятельности: организация экспериментально-творческих и

научных работ, организационно-деятельностные игры, проектирование и разбор профессиональных ситуационных задач, организация коллективной мыслительной деятельности в малых и больших группах, проблемные лекции и семинары, исследовательские лабораторные работы и т.д.

Личностно-ориентированные технологии имеют главной целью формирование активной личности, способной к самообразованию. Это технологии активного учения. Оно самомотивируемо, в нем формируется ситуация успеха, оно удовлетворяет личностные потребности обучающегося. Особенностью личностно-ориентированных технологий является перераспределение времени, отводимого на аудиторную и внеаудиторную работы в пользу последней, а так же перераспределение основных учебных функций. Обучающиеся присваивают себе некоторые функции преподавателя: выбор способов выполнения задания и частично контроль выполнения задания, его коррекцию. Роль преподавателя сводится в основном к консультированию.

Интерактивные формы обучения

№ пп.	Модуль	Применение технологии интерактивного обучения	Количество часов
1	1	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Подготовка и отчет по лабораторным работам. Дискуссия.	24
2	2	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Подготовка и отчет по лабораторным работам. Дискуссия. Курсовая работа.	24

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Скрышник О.Н. Радионавигационные системы воздушных судов. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 348 с. + Доп. Материалы (электронный ресурс <http://www.znaniium.com>).
2. Соколов, О. Л. Радиотехнические системы передачи информации: письменные лекции/ О. Л. Соколов, А. Б. Войцеховский. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008.- 65 с.
3. Радиосистемы передачи информации: учебное пособие для вузов/ В. А. Васин (и др.).- М.: Горячая линия – Телеком, 2008. - 471 с.
4. Радиотехнические системы. Учебник / Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Академия. 2008, 589с
5. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации / Под ред. В.Ф. Кравченко.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.- 704 с.
6. Распространение радиоволн / О.И. Яковлев, В.П. Якубов, В.П.

Урядов, А.Г, Павельев; под ред. О.И. Яковлева.-М ЛЕНАНД,
2009.-496с.

7. Радиотехнические системы: учебник для студ. вызов. / автор Ю.М. Казаринов., Ю.А Коломенский, В.М. Кутузов; под ред. Ю.М.Казаринова. М.: Академия, 2008 – 592с.

8. Радиотехнические системы передачи информации: учебно-методический комплекс /сост. О. С. Голод, О. Л. Соколов - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. - 132 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2003. 608с.

9. Горностаев, Ю. М. Перспективные спутниковые системы связи/ Ю. М. Горностаев, В. В. Соколов, Л. М. Невдяев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 132

10.Теория и техника радиолокации и радионавигации: учебное пособие для студентов вузов./В.Н, Гряник, С.Н, Павликов, Е.Н Убанкин; Владивосток. Гос.ун-т экономики и сервиса. – Владивосток Изд-во ВГУЭС. 2005 – 156с.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

16. <http://racl.ru/>

ИСТОЧНИКИ ИОС

17. Лекции папка 1.1.

БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

18. <http://twirpx.com/>

19. <http://elibrary.ru/>

16. Материально-техническое обеспечение

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной компьютерным оборудованием.