


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)



**УТВЕРЖДАЮ**

Первый  
проректор - проректор  
по учебной работе  
 Н.Н. Сухих  
2017 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теоретические основы радионавигации и радиолокации**

Специальность  
**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Специализация  
**«Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных  
судов»**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2017

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» являются:

- дать студентам систематические знания об основах теории построения и функционирования устройств радиолокации и радионавигации;
- дать студентам систематические знания об обнаружения сигналов и измерения координат, способов обработки простых и сложных сигналов и способами защиты от воздействия помех;
- дать студентам систематические знания по принципам построения и функционирования существующих и перспективных систем навигации и посадки в соответствии с концепцией CNS/ATM.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение физических основ использования радиоволн и радиосигналов для радионавигации и радиолокации;
- изучение методов навигационных определений и измерения координат объектов;
- изучение методов обнаружения сигналов, их разрешения и оценки параметров;
- изучение процессов обработки и преобразования простых и сложных сигналов в устройствах радионавигации и радиолокации;
- изучение основных методов борьбы с помехами;
- формирование представлений о перспективах развития систем радионавигации и радиолокации.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологической деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО**

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» представляет собой дисциплину вариативной части профессионального цикла дисциплин и относится к общеинженерным дисциплинам и требует от студентов знаний по дисциплинам математического и естественнонаучного цикла в объеме, определяемом соответствующими программами. Вопросы применения радиоэлектронных систем для целей навигации, посадки, связи и управления воздушным движением и конкретные типы этих систем изучаются в соответствующих специальных дисциплинах на последующих курсах.

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика» и «Теория радиотехнических цепей и сигналов».

Дисциплина (модуль) «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» является обеспечивающей для дисциплин «Радиотехнические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения».

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» изучается в 6 семестре

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способность и готовность осуществлять проверку работоспособности эксплуатируемого оборудования (ПК-60)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять радионавигационные и радиолокационные системы при решении профессиональных задач.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.</li> </ul>

### **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры
		6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа	54	54
лекции,	18	18
практические занятия,	36	36
семинары,		
лабораторные работы,		
курсовой проект (работа)		
другие виды аудиторных занятий.		
Самостоятельная работа студента	18	18
Контрольные работы		

в том числе контактная работа		
Промежуточная аттестация	36	36
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

## 5 Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	ПК-60	Образовательные технологии	Оценочные средства
Тема 1.1. Основные принципы радионавигационных и радиолокационных измерений	8	*	ВК, Л, ПЗ,СРС	У
Тема 1.2. Методы радионавигационных и радиолокационных измерений	8	*	ВК, ЛД, ИМ,СРС	У
Тема 1.3. Методы определения навигационных параметров	10	*	ВК, ЛБ, МШ, СРС	У
Тема 1.4. Влияние геометрического фактора на точность навигационных определений, эллипс погрешностей	6	*	ВК,Л, ИМ,СРС	У
Тема 2.1. Классификация радиолокационных и радионавигационных устройств	2	*	ВК, МШ,СРС	У
Тема 2.2. Разрешающая способность по дальности, углу, скорости	6	*	ВК, Л, ПЗ,СРС	У
Тема 2.3. Дальность действия в свободном пространстве для первичных и вторичных систем	6	*	ВК, Л, ИМ,СРС	У
Тема 2.4. Диаграмма направленности антенны (ДНА), виды ДНА. Методы обзора пространства. Зона действия, рабочая область РНС	2	*	ВК, ИМ, СРС	У
Тема 3.1. Виды сигналов и их основные параметры, временное и спектральное представление	2	*	ВК, МШ, СРС	У
Тема 3.2. Сложные сигналы: линейно-частотно модулированный, фазоманипулированный, методы их генерации и обработки	8	*	ВК, ЛД, ИМ, СРС	У

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	ПК-60	Образовательные технологии	Оценочные средства
Тема 4.1. Обнаружение целей, вероятностные характеристики обнаружения. Критерии обнаружения	6	*	ВК, ЛБ, ПЗ, СРС	У
Тема 4.2. Структура оптимального обнаружителя: корреляционный приёмник, согласованный фильтр	6	*	ВК, ЛБ, ПЗ, СРС	У
Тема 4.3. Квазиоптимальный приёмник. Рециркулятор.	2	*	ВК, ИМ, СРС	У
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>72</b>			
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>			Экзамен
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>			

Сокращения: Л – лекция, ЛБ - лекция-беседа, ЛД - лекция-диспут, ПЗ- практические занятия, ИМ - исследовательский метод, МШ - мозговой штурм, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1.1. Основные принципы радионавигационных и радиолокационных измерений	2	4			2		8
Тема 1.2. Методы радионавигационных и радиолокационных измерений	2	4			2		8
Тема 1.3. Методы определения навигационных параметров	2	6			2		10
Тема 1.4. Влияние геометрического фактора на точность навигационных определений, эллипс погрешностей	2	2			2		6
Тема 2.1. Классификация радиолокационных и радионавигационных устройств	-	2			-		2
Тема 2.2. Разрешающая способность по дальности, углу, скорости	2	2			2		6

Тема 2.3. Дальность действия в свободном пространстве для первичных и вторичных систем	2	2			2		6
Тема 2.4. Диаграмма направленности антенны (ДНА), виды ДНА. Методы обзора пространства. Зона действия, рабочая область РНС	-	2			-		2
Тема 3.1. Виды сигналов и их основные параметры, временное и спектральное представление	-	2			-		2
Тема 3.2. Сложные сигналы: линейно-частотно модулированный, фазоманипулированный, методы их генерации и обработки	2	4			2		8
Тема 4.1. Обнаружение целей, вероятностные характеристики обнаружения. Критерии обнаружения	2	2			2		6
Тема 4.2. Структура оптимального обнаружителя: корреляционный приёмник, согласованный фильтр	2	2			2		6
Тема 4.3. Квазиоптимальный приёмник. Рециркулятор.	-	2			-		2
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>18</b>	<b>36</b>			<b>18</b>		<b>72</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>							<b>36</b>
Итого по дисциплине:	<b>18</b>	<b>36</b>			<b>18</b>		<b>72</b>
Всего по дисциплине:							<b>108</b>

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Физические основы радионавигации и радиолокации

##### Тема 1.1. Основные принципы радионавигационных и радиолокационных измерений

Понятие радионавигации и радиолокации. Основные свойства радиоволн, используемых в радионавигации и радиолокации, особенности распространения. Отражение радиоволн, радиолокационные цели: точечные, объемно распределенные, поверхностно распределенные и их характеристики.

##### Тема 1.2. Методы радионавигационных и радиолокационных измерений

Основные методы радионавигации: счисление пути, позиционный, обзорно-сравнительный, квазидальномерный. Виды навигационных параметров: расстояние, разность расстояний, угол. Линии и поверхности

положения. Точность определения координат, градиент линий положения, коэффициент геометрии. Особенности определения координат в спутниковых системах навигации.

### **Тема 1.3. Методы определения навигационных параметров**

Временные, частотные, фазовые методы измерения навигационных параметров, их достоинства и недостатки, особенности использования.

**Тема 1.4.** Влияние геометрического фактора на точность навигационных определений, эллипс погрешностей.

## **Раздел 2. Характеристики систем радиолокации и радионавигации**

**Тема 2.1.** Классификация радиолокационных и радионавигационных устройств.

**Тема 2.2.** Разрешающая способность по дальности, углу, скорости. Совместное разрешение по дальности и скорости. Соотношение неопределенности в радиолокации, тело неопределенности простых сигналов.

**Тема 2.3.** Дальность действия в свободном пространстве для первичных и вторичных систем. Влияние на дальность действия длины волны. Дальность прямой радиовидимости, влияние отражений от земной поверхности.

**Тема 2.4.** Диаграмма направленности антенны (ДНА), виды ДНА. Методы обзора пространства. Зона действия, рабочая область РНС.

## **Раздел 3. Виды сигналов, применяемых в радионавигации и радиолокации**

**Тема 3.1.** Виды сигналов и их основные параметры, временное и спектральное представление. Модуляция сигналов. Когерентные и некогерентные сигналы.

**Тема 3.2.** Сложные сигналы: линейно-частотно модулированный (ЛЧМ), фазоманипулированный (псевдослучайная последовательность, код Баркера), методы их генерации и обработки, преимущества сложных сигналов, тело неопределенности сложных сигналов.

## **Раздел 4. Обнаружение сигналов**

**Тема 4.1.** Обнаружение целей как вероятностный процесс, вероятностные характеристики обнаружения. Критерии обнаружения: идеального наблюдателя, Неймана-Пирсона, весовой критерий. Отношение правдоподобия.

**Тема 4.2.** Структура оптимального обнаружителя: корреляционный (достаточный) приемник (для сигналов с известной и неизвестной начальной фазой), согласованный фильтр (для одиночного видеоимпульса и пачки видеоимпульсов, для одиночного радиоимпульса и пачки радиоимпульсов).

**Тема 4.3.** Квазиоптимальный приемник. Рециркулятор. Критерий последовательного наблюдения (критерий Вальда).

## **5.4 Практические занятия (семинары)**

Номер темы дисциплины (модуля)	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
6 семестр		
1.1	Практическое занятие №1. Классификация систем радионавигации и радиолокации	2
1.1	Практическое занятие №2. Отражение радиоволн, радиолокационные цели	2
1.2	Практическое занятие №3 (ИМ) Виды навигационных параметров. Линии и поверхности положения	2
1.2	Практическое занятие № 4. (ИМ) Особенности определения координат в спутниковых системах навигации.	2
1.3	Практическое занятие № 5. (МШ) Достоинства, недостатки и особенности использования временного метода	2
1.3	Практическое занятие № 6. (МШ) Достоинства, недостатки и особенности использования частотного метода	2
1.3	Практическое занятие № 7. (МШ) Достоинства, недостатки и особенности использования фазового метода	2
1.4	Практическое занятие № 8. Эллипс погрешностей измерения местоположения	2
2.1	Практическое занятие № 9. (МШ) Сравнительный анализ различных систем радионавигации и радиолокации	2
2.2	Практическое занятие № 10. Соотношение неопределенности в радиолокации, тело неопределенности.	2
2.3	Практическое занятие № 11. (ИМ) Дальность прямой радиовидимости, влияние отражений от земной поверхности на дальность действия	2
2.4	Практическое занятие № 12. (ИМ) Зона действия, рабочая область РНС	2
3.1	Практическое занятие № 13. (МШ) Модуляция сигналов. Когерентные и некогерентные сигналы.	2
3.2	Практическое занятие № 14. (ИМ) Методы генерации и обработки сложных сигналов	2
3.2	Практическое занятие № 15. (ИМ) Преимущества	2



Номер темы дисциплины (модуля)	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	сложных сигналов, тело неопределённости сложных сигналов	
4.1	Практическое занятие № 16. Отношение правдоподобия	2
4.2	Практическое занятие № 17. (ИМ) Структура согласованного фильтра	2
4.3	Практическое занятие № 18. Рециркулятор	2
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>36</b>
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>36</b>

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

№ раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	6 семестр	
1-4	Подготовка к лекциям [1,2]	8
1-4	Подготовка к практическим занятиям [1,2,4]	10
Итого за 6 семестр		18
ИТОГО		18

### 5.7 Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В. Основы радионавигации. М.: Транспорт, 1994, 368 с., Количество экземпляров - .
2. Белавин О.В. Основы радионавигации. М.: Советское радио, 1977, 320 с., Количество экземпляров - .

3. Тучков Н.Т. Автоматизированные системы и радиоэлектронные средства управления воздушным движением. М.: Транспорт, 1994, 368 с. Количество экземпляров - .
4. Григорьев С.В. Теоретические основы радионавигации и радиолокации. Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы.- СПб: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА,, 2013, -24 с., Количество экземпляров – 200.

б) дополнительная литература:

5. Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: Советское радио, 1970, 560 с., Количество экземпляров – .
6. Верещака А.И., Олянюк П.В. Авиационная радиоэлектроника, средства связи и радионавигации: Учебник для вузов, М.:Транспорт, 1993, 343 с., Количество экземпляров – .
7. Григорьев С.В. Организация радиотехнического обеспечения полетов. Часть 2. Оптимизация РТОП по экономическому критерию [Текст]: учебное пособие. – СПб.: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2008. – 116 с. Количество экземпляров 160.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

8. AVIADOCS Документы ИКАО [Электронный ресурс]/Режим доступа: свободный.
9. Федеральные авиационные правила РФ [Электронный ресурс]/Режим доступа: свободный.

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

10. **MATHCAD-14** [Программное обеспечение] - Лицензия №2566427 от 27 декабря 2010 года.
11. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 29.01.2018).

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.242.
2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры. Ауд.250

### **8 Образовательные и информационные технологии**

**Входной контроль** проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

Учебным планом предусмотрено 36 часов для проведения интерактивных занятий (10 часов интерактивных лекций и 26 часов интерактивных ПЗ).

При изучении дисциплины используются как традиционные **лекции**, так и интерактивные лекции.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематическое и последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу

Интерактивные лекции проводятся в нескольких вариантах:

-лекция-дискуссия. Преподаватель при изложении лекционного материала не только использует ответы студентов на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

Применяется в темах:

1.2. Методы радионавигационных и радиолокационных измерений - 2 часа;

4.1. Обнаружение целей, вероятностные характеристики обнаружения. Критерии обнаружения - 2 часа.

- лекция-беседа предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией, позволяет привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, вовлечь в двусторонний обмен мнениями, выяснить уровень их осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала, позволяет адресовать вопрос к конкретному студенту, спросить его мнение по обсуждаемой проблеме.

Применяется в темах:

1.3. Методы определения навигационных параметров - 2 часа;

4.1. Обнаружение целей, вероятностные характеристики обнаружения. Критерии обнаружения - 2 часа;

4.2. Структура оптимального обнаружителя: корреляционный приёмник, согласованный фильтр - 2 часа.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков. При проведении практических занятий также применяются интерактивные методы обучения:

- мозговой штурм - метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе

самых фантастичных. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Является методом экспертного оценивания. На первом этапе проведения «мозгового штурма» группе задается определенная проблема для обсуждения, участники по очереди высказывают предложения. На втором этапе обсуждаются высказанные предложения, при этом возможна дискуссия. На третьем этапе группа представляет презентацию результатов.

Применяется в темах:

1.3. Методы определения навигационных параметров - 6 часов;

2.1. Классификация радиолокационных и радионавигационных устройств - 2 часа;

3.1. Виды сигналов и их основные параметры, временное и спектральное представление - 2 часа.

- исследовательский метод - в основе метода лежит проблемное обучение, направленное на развитие активности, ответственности и самостоятельности в принятии решений. Исследовательская форма проведения занятий предполагает: ознакомление с областью и содержанием предметного исследования, формулировку целей и задач исследования, сбор данных об изучаемом объекте, проведение исследований, объяснение полученных данных, формулировка выводов, оформление результатов. Метод может быть реализован в виде компьютерного моделирования.

Применяется в темах:

1.2. Методы радионавигационных и радиолокационных измерений - 4 часа;

1.4. Влияние геометрического фактора на точность навигационных определений, эллипс погрешностей - 2 часа;

2.3. Дальность действия в свободном пространстве для первичных и вторичных систем - 2 часа;

2.4. Диаграмма направленности антенны (ДНА), виды ДНА. Методы обзора пространства. Зона действия, рабочая область РНС - 2 часа;

3.2. Сложные сигналы: линейно-частотно модулированный (ЛЧМ), фазоманипулированный (ФМ), методы их генерации и обработки - 4 часа;

4.2. Структура оптимального обнаружителя: корреляционный приёмник, согласованный фильтр 2 часа.

Самостоятельная работа студента реализуется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также в активизации собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает

сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе [1,2].

### **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена в шестом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится для входного контроля по вопросам (п. 9.4).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» проводится в шестом семестре в форме зачета с оценкой. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачета с оценкой предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня экзаменационных вопросов.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на лекциях и практических занятиях, участие студентов в конференциях и подготовку ими публикаций, что отражено в балльно-рейтинговой оценке текущего контроля успеваемости и знаний студентов в п. 9.1. Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

#### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
	<b>Раздел 1. Физические основы радионавигации и радиолокации</b>				
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Лекции (4)	4	8		ЛБ, ЛД
2	ПЗ (8)	16	22		ИМ, МШ

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
	<b>Раздел 2. Характеристики систем радиолокации и радионавигации</b>				
	<i>Аудиторные занятия</i>				
3	Лекции (2)	2	4		
4	ПР (4)	8	12		ИМ, МШ
	<b>Раздел 3. Виды сигналов, применяемых в радионавигации и радиолокации</b>				
	<i>Аудиторные занятия</i>				
5	Лекции (1)	1	2		ЛД
6	ПР (3)	6	9		ИМ, МШ
	<b>Раздел 4. Обнаружение сигналов</b>				
	<i>Аудиторные занятия</i>				
7	Лекции (2)	2	4		ЛБ
8	ПР (3)	6	9		ИМ
	<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
	<b>Зачет с оценкой</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
	<b>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	<b>Итого баллов за 6 семестр</b>	<b>60</b>	<b>120</b>		
	<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти балльной «академической» шкале</b>				
	<b>Количество баллов по балльно-рейтинговой системе</b>	<b>Оценка (по 5-ти балльной «академической» шкале)</b>			
	<b>90 и более</b>	5 - «отлично»			
	<b>75-89</b>	4 - «хорошо»			
	<b>60-74</b>	3 - «удовлетворительно»			
	<b>менее 60</b>	2 - «неудовлетворительно»			

## 9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

*Устный опрос:* предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины.

*Зачет с оценкой:* промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за семестр и за весь период изучения дисциплины.

Посещение лекционного занятия обучающимся оценивается в 1 балл. Подготовка электронного конспекта лекционного занятия дополнительно оценивается в 1 балл. Посещение всех занятий темы практических занятий обучающимся оценивается в 1 балл. Активная работа обучающегося на занятии оценивается до 3 баллов в соответствии с методикой, приведенной в п.9.5.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Темы курсовых работ (проектов) не предусмотрены учебным планом

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

1. Временное и спектральное представление сигналов.
2. Модуляция сигналов и её основные виды.
3. Математический и физический смысл интегрирования.
4. Математический и физический смысл производной.
5. Изобразите спектр одиночного импульса.
6. Диаграмма направленности антенны.
7. Двоичная система счисления и кодирование цифровых сигналов.
8. Численные характеристики, описывающие случайные процессы.
9. Особенности распространение радиоволн.
10. Основные элементы цифровой техники.

### **9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для бально-рейтинговой оценки**

Характеристика шкал оценивания приведена ниже:

1. Для оценивания сформированности компетенций обучающегося на интерактивных лекционных и практических занятиях с помощью БРС используется методика приведенная в нижеследующей таблице

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
Знать: - принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем.	описывает понятие, приводит обобщенную структурную схему радионавигационной или радиолокационной системы и дает их классификацию и характеристики, по обобщенной струк-	<b>1 балл:</b> правильно описывает понятие и классификацию, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после

	<p>турной схеме системы описывает процесс их функционирования</p>	<p>дополнительных уточняющих вопросов  <b>2 балла:</b> демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов  <b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
<p>Уметь:  - применять радионавигационные и радиолокационные системы при решении профессиональных задач.</p>	<p>оценивает возможности и ограничения различных радионавигационных или радиолокационных систем для целей определения местоположения ВС или их обнаружения</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно описывает понятие и может оценивать возможности и ограничения, присущие различным системам, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов  <b>2 балла:</b> демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов  <b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними</p>
<p>Владеть:  - навыками использования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.</p>	<p>способен оценить возможности и ограничения по использованию различных радионавигационных или радиолокационных систем в конкретных условиях применения</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно описывает понятие и оценивает возможности и ограничения, присущие различным системам, но допускает незначительные неточности и ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов  <b>2 балла:</b> демонстрирует полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p>



		<b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное знание излагаемых понятий и логически-смысловых связей между ними
--	--	--

2. Максимальное количество баллов, полученных за зачет – 30.

Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан») – 15 баллов.

Неудовлетворительной сдачей зачета считается оценка менее 15 баллов. При неудовлетворительной сдаче зачета или неявке по неуважительной причине на зачет экзаменационная составляющая приравнивается к нулю. В этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет с оценкой.

Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на два вопроса билета.

Ответы на вопросы билета по результатам семестра (или всей дисциплины для экзамена) оцениваются следующим образом:

- *1 балл:* отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
- *2 балла:* нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
- *3 балла:* нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
- *4 балла:* ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- *5 баллов:* ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- *6 баллов:* ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- *7 баллов:* ответ хороший, но студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, но требовались наводящие вопросы;
- *8 баллов:* ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- *9 баллов:* систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность;

– *10 баллов*: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.

3. Решение задачи оценивается следующим образом:

– *10 баллов*: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– *9 баллов*: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– *8 баллов*: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– *7 баллов*: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

– *6 баллов*: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– *5 баллов*: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, не полная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– *4 балла*: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, не полная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– *3 балла*: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– *2 балла*: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **Перечень типовых вопросов для текущего контроля**

1. Дать классификацию по различным признакам и сравнительный анализ систем радионавигации и радиолокации.
2. Дать характеристику радиочастотного диапазона и особенности его использования для целей радионавигации и радиолокации.
3. Дать классификацию радиосигналов, применяемых в системах радионавигации и радиолокации и их основные характеристики.
4. Дать сравнительный анализ методов радионавигационных определений.
5. Дать сравнительный анализ методов определения дальности.
6. Дать сравнительный анализ методов определения направлений.
7. Расчет коэффициента геометрии дальномерных систем.
8. Расчет коэффициента геометрии угломерных систем.
9. Расчет коэффициента геометрии угломерно-дальномерных систем.
10. Понятие коэффициента геометрии в спутниковой системе.
11. Построение рабочих областей дальномерных систем.
12. Построение рабочих областей угломерных систем.
13. Построение рабочих областей угломерно-дальномерных систем.
14. Расчет порога обнаружения корреляционного приемника.
15. Определение структуры согласованного приемника для сигнала заданной формы
16. Построение характеристик обнаружения для заданных вероятностей обнаружения.
17. Построение тела неопределенности для сигнала заданной формы.
18. Определение структуры генератора псевдослучайной последовательности заданной длины.
19. Определение структуры согласованного фильтра для заданной псевдослучайной последовательности.
20. Определение структуры согласованного фильтра для ЛЧМ-сигнала с заданными параметрами.

### **Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации**

1. Виды радиолокации
2. Физические основы использования радиоволн для радиолокации и радионавигации
3. Распространение радиоволн
4. Виды радиолокационных целей

5. Поверхностно распределенные цели
6. Пространственно распределенные цели
7. Методы радионавигационных измерений
8. Счисление пути
9. Позиционный метод определения координат
10. Навигационные параметры
11. Методы измерения расстояний
12. Методы измерения направлений
13. Запросный метод измерения расстояний
14. Беззапросный метод измерения расстояний
15. Амплитудный метод измерения направлений
16. Обнаружение целей, вероятностные характеристики обнаружения
17. Критерий идеального наблюдателя
18. Критерий Неймана-Пирсона
19. Весовой критерий
20. Корреляционный приемник
21. Согласованный фильтр
22. Согласованный фильтр для одиночного видеоимпульса
23. Согласованный фильтр для одиночного радиоимпульса
24. Методы синтеза оптимальных приемников
25. Оптимальный фильтр для пачки радиоимпульсов
26. Сложные сигналы, их спектры
27. Фазоманипулированные сигналы, методы их генерации
28. Фазоманипулированные сигналы, методы их обработки
29. Коды Баркера
30. Линейно-частотно модулированные сигналы, методы их генерации
31. Линейно-частотно модулированные сигналы, методы их обработки
32. Разрешающая способность по дальности
33. Разрешающая способность по скорости
34. Совместное разрешение по дальности и скорости
35. Дальность действия первичной радиолокационной станции
36. Дальность действия вторичной радиолокационной станции
37. Тело неопределенности радиолокационного сигнала
38. Тело неопределенности одиночного радиоимпульса
39. Тело неопределенности пачки радиоимпульсов
40. Тело неопределенности сложного сигнала

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Приступая в 6 семестре к изучению дисциплины «Теоретические основы радионавигации и радиолокации», студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Студенту следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от его активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. В этом процессе важное значение имеет

самостоятельная работа, направленная на вовлечение студента в самостоятельную познавательную деятельность с целью формирования самостоятельности мышления, способностей к профессиональному саморазвитию.

В семестре особое внимание уделяется развитию способностей студента в решении нестандартных задач на основе ранее изученного материала. В конце семестра проводится промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой.

При проведении всех видов занятий основное внимание уделяется рассмотрению принципов построения, работы, анализу радиоэлектронных систем и их элементов, а также места применения изучаемого материала в системе радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов.

Теоретическая подготовка студентов по дисциплине обеспечивается на лекциях. На лекциях обучаемым даются систематизированные основы научных знаний по состоянию и основным научно-техническим проблемам развития радиоэлектронных систем.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Теоретические основы радионавигации и радиолокации», ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;

- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;

- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;

- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в области авиационных радиотехнических цепей.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Для повышения эффективности лекционных занятий рекомендуется до начала занятий самостоятельно провести предварительное ознакомление с материалом предстоящей лекции по учебному пособию [1] и оформить краткий предварительный конспект.

Теоретические положения, излагаемые в лекциях, иллюстрируются примерами их практической реализации в радионавигационных и радиолокационных системах. Для облегчения восприятия студентом сложного и разнообразного материала рекомендуется изучение новых разделов курса начинать с краткого введения, в котором устанавливается связь с предыдущими и смежными дисциплинами учебного плана.

Входной контроль в форме устного опроса преподаватель проводит в начале изучения каждой новой темы.

Проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений инженерных исследований.

Практические занятия призваны обеспечить получение студентами практических навыков и умений по проведению инженерных расчетов, а также

изучение методов построения и расчета характеристик радиоэлектронных систем и их элементов.

Все виды учебных занятий проводятся с активным использованием технических средств обучения и имеющихся в наличии образцов.

Изучение дисциплины построено таким образом, чтобы обеспечивалось наилучшее усвоение материала.

На самостоятельное изучение выносятся наиболее простые вопросы изучаемых тем. Самостоятельное изучение позволяет привить навык поиска интересных вопросов в источниках, в том числе и дополнительных.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды работы (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала;
- подготовку к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6).

Итоговый контроль знаний студентов по темам дисциплины проводится в форме выполнения заданий практических занятий, а по семестру – в виде зачета с оценкой.

Примерный перечень вопросов для экзамена по дисциплине «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 12 «Радиоэлектронных систем»

«26» декабря 2014 года, протокол № 8

Разработчики:

К.т.н., доцент



Григорьев С.В.

Заведующий кафедрой № 12 «Радиоэлектронных систем»

Д.т.н., с.н.с..



Кудряков С.А

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.т.н., с.н.с..



Кудряков С.А

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «21» января 2015 года, протокол № 4.

Программа с изменениями и дополнениями (в соответствии с Приказом от 14 июля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «30» августа 2017 года, протокол № 10.