



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

**УТВЕРЖДАЮ**



Ю.Ю. Михальчевский

Иван 2021 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретические основы радионавигации,  
радиолокации и связи**

Специальность

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

Специализация

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

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2021

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

- дать студентам систематические знания об основах теории построения и функционирования устройств радиолокации, радионавигации и радиосвязи;
- 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 и радиосвязи в соответствии с концепцией CNS/ATM.

**Задачами освоения дисциплины являются:**

- формирование представлений об особенностях сигналов, используемых в радионавигации, радиолокации и связи;
- изучение основ теории формирования, обнаружения и обработки простых и сложных сигналов;
- изучение методов навигационных определений и основ теории измерения координат и способов защиты измерений от воздействия помех;
- изучение основ теории и практики организации систем и сетей авиационной электросвязи;
- формирование представлений перспективам развития систем наблюдения, навигации, посадки и связи в соответствии с концепцией CNS/ATM.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

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

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули), относится к общеинженерным дисциплинам и требует от студентов знаний по дисциплинам математического и естественнонаучного характера 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, радиолокации и связи» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Теория радиотехнических цепей и сигналов», «Общая теория радиоэлектронных систем».

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи» является обеспечивающей для дисциплин: «Общая теория радиоэлектронных систем», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Инженерно-технические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения», «Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах», «Радиотехнические информационно-измерительные системы».

Дисциплина «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи» изучается в 5 и 6 семестрах.

### **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
ПК-1	Способен оценивать спектральные и временные характеристики сигналов и помех
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК1</sub>	Определяет спектральные и временные характеристики сигналов и помех на основе аналитических методов расчета
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК1</sub>	Применяет методы оценки спектральных и временных характеристик сигналов и помех на основе экспериментальных данных
ПК-2	Способен оценивать частотные и временные характеристики электротехнических и радиотехнических систем
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК2</sub>	Определяет требуемые частотные и временные характеристики электротехнических и радиотехнических систем на основе аналитических методов расчета
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК2</sub>	Применяет методы оценки частотных и временных характеристик электротехнических и радиотехнических систем на основе экспериментальных данных

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- принципы построения каналов авиационной электросвязи;
- принципы организации систем и сетей авиационной электросвязи и передачи данных;
- назначение и основные технические характеристики средств авиационной электросвязи и передачи данных;
- принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем.

Уметь:

- применять знание принципов построения каналов авиационной электросвязи при решении профессиональных задач;
- применять знание принципов организации систем и сетей авиационной электросвязи и передачи данных при решении профессиональных задач;
- применять знание принципов построения радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.

Владеть:

- навыками построения каналов авиационной электросвязи;
- навыками использования систем и сетей авиационной электросвязи и передачи данных при решении профессиональных задач;
- навыками использования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Контактная работа:	15	8,5	6,5
лекции,	4	2	2
практические занятия,	6	4	2
семинары,			
лабораторные работы,			
курсовой проект (работа)			
другие виды аудиторных занятий.			
Самостоятельная работа студента	188	93	95
Контрольные работы			
в том числе контактная работа			
Промежуточная аттестация:	18	9	9
контактная работа	5	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	13	6,5 экзамен	6,5 экзамен

#### **5 Содержание дисциплины**

##### **5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций**

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Раздел 1. Теоретические основы электросвязи					
Тема 1.1. Физические основы электросвязи	24,8	*	*	ВК, Л, ЛВ, ПЗ, АКС, СРС	У, ПАР
Тема 1.2. Основы теории систем и сетей электросвязи	23,8			Л, ПЗ, СРС	У
Тема 1.3. Основы организации систем и сетей авиационной электросвязи	26,3	*	*	ПАР, Л, ЛВ, ПЗ, АКС, У, СРС	У, ПАР
Раздел 2. Теоретические основы радионавигации и радио-локации					
Тема 2.1. Физические основы радионавигации и радиолокации	24,1	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Промежуточная аттестация	<b>9</b>				
Итого за 5 семестр	<b>108</b>				
Тема 2.2. Методы радионавигационных и радиолокационных определений.	10,5	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.3. Методы измерения навигационных параметров	10,5	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.4. Точность навигационных определений	10,5	*	*	Л, ПЗ, АКС, СРС	У, ПАР
Тема 2.5. Дальность действия радиосистем	10,4	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.6. Разрешающая способность радиосистем	10,5	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.7. Сложные радиосигналы, применяемые в радионавигации и радиолокации	12,4	*	*	Л, ПЗ, АКС, СРС	У, ПАР
Тема 2.8. Обнаружение сигналов	11,4	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.9. Структура оптимального обнаружителя	12,4	*	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2.10. Борьба с помехами	10,4	*	*	ПЗ, СРС	У

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Промежуточная аттестация	9				
<b>ИТОГО за 6 семестр</b>	<b>108</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>				

Сокращения: Л – лекция, ЛВ – лекция визуализация, ПЗ- практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, АКС – анализ конкретной ситуации, ПАР – письменная аудиторная работа.

#### 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
<b>Семестр 5</b>							
Раздел 1. Теоретические основы электросвязи							
Тема 1.1. Физические основы электросвязи	0,5	1,3			23		24,8
Тема 1.2. Основы теории систем и сетей электросвязи	0,5	0,3			23		23,8
Тема 1.3. Основы организации систем и сетей авиационной электросвязи	0,5	1,8			24		26,3
Раздел 2. Теоретические основы радионавигации и радиолокации							
Тема 2.1. Физические основы радионавигации и радиолокации	0,5	0,6			23		24,1
Промежуточная аттестация							9
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>93</b>		<b>108</b>
<b>Семестр 6</b>							
Тема 2.2. Методы радионавигационных и радиолокационных определений.	0,3	0,2			10		10,5
Тема 2.3. Методы измерения навигационных параметров	0,3	0,2			10		10,5
Тема 2.4. Точность навигационных определений	0,2	0,3			10		10,5
Тема 2.5. Дальность действия радиосистем	0,2	0,2			10		10,4
Тема 2.6. Разрешающая способность радиосистем	0,2	0,3			10		10,5

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 2.7.Сложные радиосигналы, применяемые в радионавигации и радиолокации	0,2	0,2			12		12,4
Тема 2.8. Обнаружение сигналов	0,2	0,2			11		11,4
Тема 2.9. Структура оптимального обнаружителя	0,2	0,2			12		12,4
Тема 2.10. Борьба с помехами	0,2	0,2			10		10,4
Промежуточная аттестация							<b>9</b>
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>95</b>		<b>108</b>
Всего по дисциплине	<b>4</b>	<b>6</b>			<b>188</b>		<b>216</b>

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Теоретические основы электросвязи

##### Тема 1.1. Физические основы электросвязи

Основные понятия и определения. Источники и потребители информации, виды сообщений. Производительность источника сообщений.

Информационное направление Канал связи, его состав и назначение элементов. Помехи радиоприему. Оценка качества приема дискретных и непрерывных сообщений. Пропускная способность канала связи.

Особенности и основные характеристики сред распространения сигналов.

Линии связи: классификация и их основные особенности и характеристики.

Сигналы: дискретные и непрерывные первичные электрические сигналы, модулированные сигналы, цифровые и многопозиционные сигналы.

Кодирование: основные понятия и определения; классификация кодов; основные задачи теории кодирования и пути их решения; коды, применяемые в системах авиационной электросвязи и передачи данных.

##### Тема 1.2. Основы теории систем и сетей электросвязи

Сети связи: основные понятия и определения, элементы, топология. Первичные и вторичные сети электросвязи. Понятие Взаимоувязанной сети электросвязи РФ. Методы коммутации в сетях электросвязи: коммутация каналов, сообщений и пакетов.

Эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС).

##### Тема 1.3. Основы организации систем и сетей авиационной электросвязи

Место авиационной электросвязи в структуре системы воздушного транспорта. Роль авиационной электросвязи в обеспечении безопасности, регулярности и экономичности полетов.

Роль авиационной электросвязи для организации воздушного движения и аэропортовой деятельности (взаимодействие диспетчеров УВД с экипажами воздушных судов, центров ОВД между собой; взаимодействие авиакомпаний, производственно-диспетчерских служб авиапредприятия с экипажами воздушных судов и с предприятиями других ведомств в процессе производственной, технологической и коммерческой деятельности).

Международные и государственные организации электросвязи.

Руководящие документы по связи и авиационной электросвязи.

Классификация и предназначение авиационной электросвязи.

Современное состояние и перспективы развития авиационной электросвязи в соответствии с системой CNS/ATM.

Радиочастотный диапазон и его использование для целей авиационной электросвязи. Требуемые характеристики связи и инженерные критерии качества каналов связи.

Сети авиационной фиксированной электросвязи: авиационная фиксированная электросвязь взаимодействия центров ОВД; авиационная наземная сеть передачи данных и телеграфной связи; сети телеграфной связи (АТ, «ТЕЛЕКС», «ГЕНТЕКС»); специализированные сети передачи данных и телеграфной связи (сети связи «АФТН», «СИДИН» и «СИТА»).

Сети внутриаэропортовой электросвязи: внутриаэропортовая телефонная сеть связи; сеть громкоговорящей связи; сети внутриаэропортовой радиосвязи.

Сети авиационной воздушной электросвязи: в районе аэродрома; на воздушных трассах, местных воздушных линиях; при выполнении авиационных работ; на международных воздушных трассах; для аварийно-спасательных и поисково-спасательных работ; автоматизированный обмен данными с ВС. Организация АВЭС на смещенных частотах. Система избирательного вызова SELCAL.

Линии передачи данных ACARS, VDL, режим ES1090 и HFDL. ЦЛПД "диспетчер-пилот" CPDLC.

Сети спутниковой связи:

- сеть фиксированной спутниковой службы VSAT;

- сеть подвижной спутниковой службы (AMSS) на базе ССС Inmarsat, Globalstar, Iridium. Зоны покрытия и частотные диапазоны;

Авиационное радиовещание. Полётно-информационное обслуживание экипажей ВС: ATIS (в районе аэродрома), VOLMET (по трассе), AFIS (вылет, заход, посадка), извещения NOTAM.

Аэронавигационная телекоммуникационная сеть ATN

## **Раздел 2. Теоретические основы радионавигации и радиолокации**



### **Тема 2.1.** Физические основы радионавигации и радиолокации

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 2.2.** Методы радионавигационных и радиолокационных определений.

Основные методы радионавигации: счисление пути, позиционный, обзорно-сравнительный, квазидальномерный. Виды навигационных параметров: расстояние, разность расстояний, угол. Линии и поверхности положения. Особенности определения координат в спутниковых системах навигации.

### **Тема 2.3.** Методы измерения навигационных параметров.

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

### **Тема 2.4.** Точность навигационных определений.

Эллипс погрешностей, градиент линий положения, геометрический фактор, рабочие области РНС. Автоматизация расчета рабочих областей дальномерных систем с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

### **Тема 2.5.** Дальность действия радиосистем.

Дальность действия в свободном пространстве для первичных и вторичных систем. Дальность прямой радиовидимости, влияние отражений от земной поверхности.

### **Тема 2.6.** Разрешающая способность радиосистем.

Разрешение по дальности, углу, скорости. Совместное разрешение по дальности и скорости. Соотношение неопределенности в радиолокации, тело неопределенности простых сигналов.

### **Тема 2.7.** Сложные радиосигналы, применяемые в радионавигации и радиолокации

Расширение базы сигнала за счет внутриимпульсной модуляции. Сигналы линейно-частотно модулированный (ЛЧМ), фазоманипулированный (псевдослучайная последовательность, код Баркера), методы их генерации и обработки. Преимущества сложных сигналов, тело неопределённости сложных сигналов. Автоматизация расчета генератора М-последовательности и согласованного фильтра ФМ-сигнала с использованием современных методов компьютерного моделирования в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

### Тема 2.8. Обнаружение сигналов.

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

### Тема 2.9. 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). Квазиоптимальные приемники. Согласование частотных характеристик фильтра и спектра сигнала. Рециркулятор.

**Тема 2.10.** Борьба с помехами. Поляризационная селекция. Селекция движущихся целей. Кодовая селекция в спутниковых системах навигации.

#### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
<b>Раздел 1. Теоретические основы электросвязи</b>		
1.1	Практическое занятие № 1. Изучение сообщений и сигналов: виды, назначение. Классы излучения радиосигналов	0,4
1.1	Практическое занятие № 2. Изучение дискретных ПЭС и радиосигналов	0,3
1.1	Практическое занятие № 3. Изучение особенностей и основных характеристик различных сред распространения сигнала, действующих помех и оценки качества приема дискретных и непрерывных сообщений.	0,3
1.1	Практическое занятие № 4. Кодирование: основные понятия и определения, основные задачи, классификация кодов.	0,3
1.2	Практическое занятие № 5. Изучение ЭМВОС	0,3
1.3	Практическое занятие № 6. Радиочастотный диапазон и его использование для целей авиационной электросвязи. Требуемые характеристики связи и инженерные критерии качества каналов связи	0,3
1.3	Практическое занятие № 7. Изучение особенностей построения специализированных сетей передачи данных и телеграфной связи АФТН, СИДИН и СИТА	0,3
1.3	Практическое занятие № 8. Организация АВЭС на	0,3

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	смещенных частотах. Система избирательного вызова SELCAL.	
1.3	Практическое занятие № 9. Линии передачи данных ACARS, VDL, режим ES1090 и HFDL. ЦЛПД "диспетчер-пилот" CPDLC	0,3
1.3	Практическое занятие № 10. Сети спутниковой связи	0,3
1.3	Практическое занятие № 11. Аэронавигационная телекоммуникационная сеть ATN	0,3
	<b>Раздел 2. Теоретические основы радионавигации и радиолокации</b>	0,3
2.1	Практическое занятие №1. Классификация систем радионавигации и радиолокации	0,3
2.1	Практическое занятие №2. Отражение радиоволн, радиолокационные цели	0,3
<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>4</b>
<b>6 семестр</b>		
2.2	Практическое занятие № 3. Особенности определения координат в спутниковых системах навигации.	0,2
2.3	Практическое занятие № 4. Сравнение достоинств, недостатков и особенностей использования методов	0,2
2.4	Практическое занятие № 5. Рабочие области РНС	0,3
2.5	Практическое занятие № 6. Дальность прямой радиовидимости, влияние отражений от земной поверхности	0,2
2.6	Практическое занятие № 7. Соотношение неопределенности в радиолокации, тело неопределенности.	0,3
2.7	Практическое занятие № 8. Методы генерации и обработки сложных сигналов	0,2
2.8	Практическое занятие № 9. Критерии обнаружения	0,2
2.9	Практическое занятие № 10. Квазиоптимальные приемники. Согласование частотных характеристик фильтра и спектра сигнала.	0,2
2.10	Практическое занятие № 11. Основные принципы организации борьбы с помехами	0,2
<b>Итого за 6 семестр</b>		<b>2</b>
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>6</b>

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	5 семестр	
1.1 – 1.3	Подготовка к лекциям [1] - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	24
1.1 – 1.3	Подготовка к практическим занятиям [1,3,8] - практическая проработка материала занятий; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - самостоятельный поиск, анализ информации и решение ПАР.	46
2.1	Подготовка к лекциям [3] - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	7
2.1	Подготовка к практическим занятиям [3-5,8] - практическая проработка материала занятий; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - самостоятельный поиск, анализ информации и решение ПАР.	16
Итого за 5 семестр		93
	6 семестр	
	Подготовка к лекциям [3,4] - самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	32

	Подготовка к практическим занятиям [3-5,8,11] - практическая проработка материала занятий; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - самостоятельный поиск, анализ информации и решение ПАР.	63
Итого за 6 семестр		95
ИТОГО		188

## 5.7 Курсовые работы

Учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Кульчицкий, В.К. **Авиационная электросвязь**. [Текст]: Учеб. пособие/ СПб ГУГА. СПб, 2018. – 213 с. ISBN – нет. [http://spbguga.ru/files/Uchebnie\\_materiali/Avia\\_elektrosvyaz.pdf](http://spbguga.ru/files/Uchebnie_materiali/Avia_elektrosvyaz.pdf). **Свободный доступ (дата входа 14.04.2021).**

2. Кульчицкий, В.К., Мешалов Р.О. **Средства авиационной электросвязи и передачи данных. Ч.1. Принципы построения и работы средств авиационной электросвязи и передачи данных**. [Текст]: Учеб. пособие/ СПб ГУГА. СПб, 2018. – 193 с. ISBN – нет. [http://spbguga.ru/files/Uchebnie\\_materiali/Sredstva\\_%20avia\\_elektrosvyazi\\_i\\_pered\\_dan\\_1.pdf](http://spbguga.ru/files/Uchebnie_materiali/Sredstva_%20avia_elektrosvyazi_i_pered_dan_1.pdf). Свободный доступ (дата входа 14.04.2021).

3. Григорьев С.В. Теоретические основы радионавигации и радиолокации. Часть 1. Методы радионавигационных определений [Текст]: учеб.пособие.- СПб: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2018, -271 с. ISBN - 978-5-6041020-7-7, Количество экземпляров – 200.

4. Григорьев С.В. Теоретические основы радионавигации и радиолокации. Часть 2. Основы теории использования радиоволн и радиосигналов для радионавигационных определений [Текст]: учеб.пособие.- СПб: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2021, -293 с., Количество экземпляров – 200.

5. 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) руководящие документы

6. **Воздушный кодекс РФ**. [Текст]: Федеральный закон РФ № 60-ФЗ от 19.03.1997 г. (ред. от 14.10.2014). Количество экземпляров – более 200.

6. **О связи.** [Текст]: Федеральный закон РФ № 126-ФЗ от 07.07.2003 г. <http://docs.cntd.ru/document/901867280>. Свободный доступ (дата входа 13.01.2018).

7. **Федеральные авиационные правила «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации».** [Текст]: Приказ Министерства транспорта РФ от 20 октября 2014 г. № 297. – <http://www.favt.ru/dokumenty-federalnye-pravila?id=2899>. Свободный доступ (дата входа 14.04.2021).

б) дополнительная литература:

8. Верещака, А.И., Олянюк, П.В. **Авиационное радиооборудование:** [Текст]: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1996. – 344 с. ISBN – нет. Количество экземпляров – 538.

9. **Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Часть 3**/[Кудряков С.А., Кульчицкий В.К., Поваренкин Н.В., Пономарев В.В., Рубцов Е.А., Соболев Е.В., Сушкевич Б.А.]; Под ред. Кудрякова С.А. – С. Пб.: 2016. – 102 с. ISBN – нет. [http://spbguga.ru/files/Uchebnie\\_materiali/Radio\\_obespech\\_poletov\\_3.pdf](http://spbguga.ru/files/Uchebnie_materiali/Radio_obespech_poletov_3.pdf). Свободный доступ (дата входа 14.04.2021).

10. Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В. Основы радионавигации. М.: Транспорт, 1994, 368 с., Количество экземпляров - .

11. Григорьев С.В. Организация радиотехнического обеспечения полетов. Часть 2. Оптимизация структуры и размещения средств радиотехнического обеспечения полетов [Текст]: учебное пособие. – СПб.: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2008. – 76 с. Количество экземпляров 160.

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

12. Журнал «Технологии и средства связи» – режим доступа: <http://www.tssonline.ru/>. Свободный доступ (дата входа 14.04.2021).

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

13. **«GR\_ILS» – анализ искривлений линии курса и глиссады радиомаячной системы посадки (ILS)** [Программное обеспечение] - Лицензия не требуется.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения образовательного процесса используются аудитории № 250 и № 242, характеристика материально-технического обеспечения которых приведена в ниже следующей таблице.

Наименование дисциплины (модуля), практик	Наименование специальных* помещений и	Оснащенность специальных помещений и	Перечень лицензионного программного обеспечения.
---	---------------------------------------	--------------------------------------	--

в соответствии с УП	помещений для самостоятельной работы	помещений для самостоятельной работы	Реквизиты подтверждающего документа
Теория радиотехнических цепей и сигналов.	Ауд. 250  Аудитория для проведения занятий лекционного типа  Аудитория занятий семинарского типа	Комплект учебной мебели – 22 шт. Стационарный проектор CASIO Ноутбук Acer F80C Доска меловая Экран библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов» фонд специальной литературы, фонд учебных пособий	Microsoft Windows 7 Professional (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)
Теория радиотехнических цепей и сигналов.	Ауд. 242 Аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория занятий семинарского типа	Доска меловая 15 персональных компьютеров Проектор Acer X1261P Экран Библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Электроника и электротехника», фонд специальной литературы, фонд учебных пособий	Scilab [Программное обеспечение] – Режим доступа <a href="http://www.scilab.org/">http://www.scilab.org/</a> свободный (дата обращения: 11.01.2020). Программный пакет MULTISIM 10.1 для моделирования электронных схем [Программное обеспечение] (Госконтракт № SBR1010080401-00001346-01 от 13 ноября 2010 года, ООО «Динамика») MATHCAD-14 [Программное обеспечение] (лицензия № 2566427 от 27 декабря 2010 года)

## 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.

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.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков.

Лекции и практические занятия сопровождаются демонстрацией действующих имитационных моделей с использованием образовательной технологии – анализ конкретной ситуации на основе выполнения письменной аудиторной работы с целью оценки умений и навыков студентов.

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 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 [1-4].

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

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

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, радиолокации и связи» проводится в пятом и шестом семестрах в форме экзамена. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня экзаменационных вопросов и выполнения ПАР. Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

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

Не применяется.

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

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

### **9.3 Темы курсовых работ по дисциплине**

Учебным планом курсовая работа не предусмотрена.

## 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам в форме устного опроса

Обеспечивающие дисциплины: «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Электротехника и электроника».

Примерные вопросы входного контроля:

1. Дайте определение гармонического сигнала.
2. Что такое норма вектора?
3. Что такое собственные числа матрицы?
4. Какие компьютерные программы для инженерных расчетов и моделирования вам известны?
5. Что такое резонанс в электрической цепи?
6. Приведите пример использования закона Ома для цепи переменного тока.
7. Вычислите значения следующих математических выражений:

$$\begin{aligned} \cos(\alpha + \beta) &= \\ \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} &= \\ \frac{\partial}{\partial x} (\cos(y + 3) + x^2) &= \\ \int_0^5 (x + 2e^x) dx &= \end{aligned}$$

8. В коробке находится 3 белых и 4 черных кубика. Какова вероятность, что из двух вынутых кубиков по крайней мере один будет черным. (Кубики в коробку не возвращаются).

9. Монету подбрасывают три раза. Подсчитайте, какова вероятность двух последовательных выпадений «орла» при таком опыте.

10. Перечислите законы Кирхгофа для электрической цепи. Приведите примеры их использования.

## 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
<b>(5-й семестр) Раздел 1</b>		
ПК-1	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК1</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК1</sub>	<b>Знает:</b> - принципы построения каналов авиационной электросвязи;
ПК-2	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК2</sub>	<b>Умеет:</b>

	ИД <sup>2</sup> <sub>ПК2</sub>	- применять знание принципов построения каналов авиационной электросвязи при решении профессиональных задач; <b>Владеет:</b> - навыками построения каналов авиационной электросвязи;
<b>(6-й семестр) Раздел 2</b>		
ПК-1	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК1</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК1</sub>	<b>Знает:</b> - принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем. <b>Умеет:</b> - применять знание принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач. <b>Владеет:</b> - навыками использования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.
ПК-2	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК2</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК2</sub>	<b>Знает:</b> - принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем. <b>Умеет:</b> - применять знание принципы построения и функционирования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач. <b>Владеет:</b> - навыками использования радионавигационных и радиолокационных систем при решении профессиональных задач.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации:  
**Для экзамена в 5 семестре.**

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет ПАР, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся выполняет ПАР верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах

преподавателя. Выполняет ПАР не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при выполнении ПАР. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. ПАР не выполнена даже при помощи преподавателя.

#### **Для экзамена в 6 семестре.**

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет ПАР, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся выполняет ПАР верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Выполняет ПАР не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при выполнении ПАР. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. ПАР не выполнена даже при помощи преподавателя.

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

**Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 5 семестре при изучении Раздела 1. Теоретические основы электросвязи:**

1. Что такое канал связи?
2. Что такое информационное направление?
3. Что такое линия связи?
4. Кто может быть источником и получателем информации?
5. Состав и назначение элементов тракта передачи информации.
6. Состав и назначение элементов тракта приема информации.
7. Что определяет название канала связи?
8. Классификация линий связи.
9. Что такое радиоволна?
10. Что определяет название линии связи?
11. Что такое симплексный и дуплексный канал связи?
12. Поясните принцип перекодирования ПЭС.
13. Поясните принцип формирования ОФТ сигнала.
14. Какие процессы оказывают влияние на РРВ?
15. Способы распространения радиоволн?
16. Зависимость РРВ от частоты (длины волны)?
17. За счет чего происходят потери энергии радиоволны?
18. Как процессы на Солнце влияют на условия РРВ ВЧ-диапазона?
19. Причины многолучевого распространения радиоволн ОВЧ-диапазона?
20. Что такое энтропия?
21. Что такое избыточность источника дискретных сообщений?
22. Что означает наличие избыточности источника дискретных сообщений?
23. Что такое производительность источника дискретных сообщений?
24. Как влияет наличие избыточности источника дискретных сообщений на производительность?
25. Информационные характеристики источника дискретных сообщений.
26. Что такое канал связи?
27. Элементы канала связи и их назначение.
28. Виды каналов связи.
29. Что такое пропускная способность канала связи?
30. Что такое кодер и декодер?
31. Что такое код?
32. Какие коды называются первичными?
33. Что кодируется в каналах передачи (извлечения) информации?
34. Что такое элементарный символ источника сообщений и элементарный сигнал?
35. Первая задача теории кодирования и пути ее решения.
36. Вторая задача теории кодирования и пути ее решения.
37. В чем противоречивость решения первой и второй задач теории кодирования?

38. Как можно разрешить противоречие, возникающее при решении первой и второй задач теории кодирования?
39. Линия связи: определение, назначение, состав, классификация?
40. Современные искусственные среды распространения сигнала и классификация проводных линий связи?
41. Классификация радиолиний?
42. Линии прямой радиосвязи: принцип построения, диапазоны рабочих частот?
43. Линии прямой радиосвязи: достоинства и недостатки?
44. Линии прямой радиосвязи с ретрансляцией: назначение, особенности функционирования?
45. Первичная сеть связи: предназначение и принцип построения.
46. Вторичная сеть связи: предназначение и принцип построения.
47. Элементарные и широко используемые структуры сетей связи.
48. Коммутация каналов: принцип и применение, достоинства и недостатки.
49. Коммутация сообщений: принцип и применение, достоинства и недостатки.
50. Коммутация пакетов: принцип и применение, достоинства и недостатки.
51. Коммутация виртуальных каналов: принцип и применение, достоинства и недостатки
52. В чем заключается новый этап в развитии российских телекоммуникаций?
53. Какие системы связи называются открытыми?
54. ЭМВОС: назначение и принцип функционирования.
55. Классификация авиационной электросвязи.
56. Предназначение авиационной фиксированной электросвязи.
57. Предназначение авиационной подвижной электросвязи.
58. Предназначение авиационного радиовещания.
59. Основные функции авиационной электросвязи.
60. Состав требуемых характеристик связи (*RCP*)?
61. Что такое время транзакции связи?
62. Причины, вызвавшие необходимость разработки перспективной концепция связи, навигации и наблюдения.
63. Что изменит реализация перспективной концепции CNS/ATM?
64. Что необходимо выполнить в области авиационной электросвязи в соответствии с концепцией CNS/ATM?
65. Как совершенствуются средства командной ВЧ-радиосвязи?
66. Перспективы использования ВЧ-радиосвязи.
67. Что составляет основу сети авиационной фиксированной (наземной) электросвязи?
68. Классификация авиационной фиксированной электросвязи.

69. Что является резервом каналов телефонной связи сети взаимодействия диспетчеров УВД?

70. Как организуются ВЧ-радиосети взаимодействия аэропортов ГА?

71. Как организуются Федеральные ВЧ-радиосети взаимодействия районных центров ГА?

72. Международная сеть телеграфной связи АФТН: предназначение, структура, характеристика.

73. Международная сеть обмена данными ИКАО СИДИН: предназначение и принцип построения.

74. Сеть телеграфной связи и передачи данных международного общества авиационной электросвязи СИТА: предназначение, структура, характеристика.

75. Кто организует внутриаэропортовую электросвязь?

76. Классификация авиационной подвижной электросвязи.

77. Что такое радиосеть?

78. Принципы организации радиосети подвижной воздушной связи и ведения в ней информационного обмена.

79. Чем определяется организационная структура системы сетей подвижной воздушной радиосвязи?

80. Какие радиосети организуются для обеспечения управления воздушным движением и связи в районе аэродрома и подхода?

81. Для чего организуется автоматическая передача информации АТИС в ОВЧ диапазоне?

82. Какие радиосети организуются для обеспечения управления воздушным движением и связи на воздушных трассах и вне трасс?

83. От чего зависит количество радиосетей ОВЧ-диапазона, организуемых для управления в зоне РЦ?

84. Для чего и как организуются радиосети ВЧ-диапазона для авиационной воздушной связи в зоне РЦ?

85. Какие радиосети организуются для обеспечения управления воздушным движением и связи на местных воздушных линиях и в районах аэродромов МВЛ?

86. Факторы, определяющие сложность обеспечения прямой ВЧ-радиосвязи.

87. Как можно повысить надежность ВЧ-радиосвязи?

88. Перспективы развития связи в САОД «воздух-земля».

89. Для чего предназначены цифровые линии передачи данных авиационной воздушной электросвязи?

90. Система линий цифровой передачи данных ACARS: назначение, основные характеристики?

91. Почему система ACARS будет еще длительный срок использоваться?

92. Системы линий цифровой передачи данных VDL: основные характеристики?

93. Для чего предназначены цифровые линии передачи данных системы вторичной радиолокации режима «S»?

94. Что такое «сигналы расширенного сквиттера»?
95. Чем является авиационная телекоммуникационная сеть АТN?
96. Что должна обеспечивать сеть АТN?
97. Что такое «виртуальный канал»?
98. Технология создания сети, основанная на организации виртуальных каналов: достоинства и недостатки?
99. Достоинства и недостатки сети X.25?
100. Достоинства и недостатки сети FrameRelay?
101. Достоинства и недостатки сети АТМ?
102. Предназначение спутниковой электросвязи и пути ее реализации?
103. Поставщики услуг и услуги спутниковой связи для гражданской авиации?
104. Диапазоны частот спутниковой связи?
105. Состав ССС и назначение ее элементов?
106. АФСС: особенности развития и пути реализации?
107. Структура сети фиксированной спутниковой службы на основе сети VSAT?
108. Предназначение сети АФСС ЕС ФСС ОрВД и ее реализация?
109. Сигналы и методы множественного доступа в сети АФСС?
110. Предназначение АПСС и пути реализации сети АПСС?

**Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по Разделу 1 дисциплины «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи» в форме экзамена в 5 семестре**

1. Роль авиационной электросвязи в обеспечении безопасности, регулярности и экономичности полетов.
2. Роль авиационной электросвязи для организации аэропортовой деятельности
3. Международные и государственные организации электросвязи.
4. Руководящие документы по связи и авиационной электросвязи.
5. Источники и потребители информации, виды сообщений,
6. Канал авиационной электросвязи, его состав и назначение элементов.
7. Производительность источника сообщений и пропускная способность канала связи.
8. Информационное направление его состав и назначение элементов.
9. Линии авиационной электросвязи и их классификация.
10. Дискретные первичные и модулированные сигналы,
11. Непрерывные первичные и модулированные сигналы. Цифровые сигналы.
12. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.
13. Особенности и основные характеристики сред распространения сигнала различных линий связи.
14. Помехи радиоприему.
15. Классификация кодов, основные задачи теории кодирования и пути их



решения.

16. Достоинства и недостатки сетей X.25, FrameRelay и ATM.
17. Требуемые характеристики связи (RCP): состав и назначение.
18. Оценка качества приема дискретных и непрерывных сигналов.
19. Классификация и предназначение авиационной электросвязи.
20. Современное состояние авиационной электросвязи
21. Перспективы развития авиационной электросвязи в соответствии с системой CNS/ATM
22. Сети связи: основные понятия и определения, топология.
23. Первичные и вторичные сети электросвязи.
24. Назначение и принцип построения сети авиационной фиксированной электросвязи взаимодействия центров ОВД.
25. Назначение и принцип построения авиационной наземной сети передачи данных и телеграфной связи.
26. Методы коммутации: коммутация каналов, сообщений и пакетов.
27. Эталонная модель взаимодействия открытых систем.
28. Система избирательного вызова SELCAL.
29. Линии передачи данных ACARS и VDL: назначение и основные характеристики
30. Линии передачи данных режима ES1090 и HFDL: назначение и основные характеристики
31. Назначение и принцип построения специализированной сети связи «АФТН».
32. Назначение и принцип построения специализированной сети связи «СИДИН».
33. Назначение и принцип построения специализированной сети связи «СИТА».
34. Объекты авиационной электросвязи и передачи данных в службе ЭРТОС и их назначение.
35. Связь в системе автоматизированного обмена данными.
36. Назначение и принципы построения сетей внутриаэропортовой радиосвязи.
37. Назначение и состав сетей авиационной воздушной электросвязи.
38. Назначение аэронавигационной телекоммуникационной сети ATN.
39. Радиопередатчик: назначение, основные технические характеристики.
40. Авиационная воздушная электросвязь в районе аэродрома.
41. Радиоприемник: назначение, основные технические характеристики.
42. Как можно повысить надежность ВЧ-радиосвязи.
43. ССС: состав, назначение элементов и диапазоны частот спутниковой связи.
44. Радиостанции: назначение, основные технические характеристики.
45. Радиостанции: принципы построения и работы.
46. Антенны: назначение, классификация, параметры.
47. Средства командной ОВЧ радиосвязи: назначение, основные

характеристики (радиостанции серии «Фазан-19»).

48. Средства командной ОБЧ радиосвязи: назначение, основные характеристики (радиостанции серии 2000).

49. Средства ВЧ радиосвязи: назначение, основные характеристики (радиостанции серии «Пирс»).

50. Средства ВЧ радиосвязи: назначение, основные характеристики (радиостанции серии 2000).

51. Система КОСПАС-SARSAT: назначение, решаемые задачи, структура, принципы функционирования и возможности.

52. Организация авиационной электросвязи при выполнении авиационных работ.

53. Радиопередатчик: принципы построения и работы.

54. Внутриаэропортовая радиосвязь: назначение, классификация.

55. Радиоприемник: принципы построения и работы.

56. Принципы построения узлов связи службы ЭРТОС. Состав и назначение элементов узла связи.

57. Организация авиационной фиксированной спутниковой связи.

58. Организация авиационной подвижной спутниковой связи.

59. Предназначение радиорелейной связи.

60. Принцип работы адаптивной радиолинии ВЧ-диапазона.

#### *Перечень практических вопросов*

1. Изобразить структурные схемы основного информационного направления и канала передачи информации «диспетчер – экипаж ВС».

2. Изобразить структурные схемы резервного информационного направления и канала передачи информации «диспетчер – экипаж ВС».

3. Изобразить структурные схемы аварийного информационного направления и канала передачи информации «диспетчер – экипаж ВС».

4. Рассчитать дальности ОБЧ-радиосвязи на всех этапах полета при проведении авиационных работ.

5. Рассчитать дальности ОБЧ-радиосвязи на всех этапах полета на местных воздушных линиях.

6. Рассчитать дальности ОБЧ-радиосвязи на всех этапах полета на магистральных авиалиниях.

7. Изобразить структурные схемы информационного направления и канала передачи данных «диспетчер – экипаж ВС» по линии связи VDL-2.

8. Изобразить структурные схемы информационного направления и канала передачи данных CPDLC «диспетчер – экипаж ВС».

9. Изобразить структурные схемы информационного направления и канала с линией передачи данных HFDL «диспетчер – экипаж ВС».

10. Изобразить структурные схемы информационного направления и канала передачи телеграфной информации между центрами ОВД по линии радиосвязи.

**Перечень типовых ПАР для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена в 5 семестре**

1. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести численную оценку амплитудного спектра.
2. Для периодического сигнала, представленного графиком одного периода, произвести численную оценку фазового спектра.
3. Методика оценки зон действия средств РТОП и АЭС.
4. Методика оценки рабочих областей средств РТОП и АЭС.
5. Методика оценки состава наземных и бортовых средств РТОП и АЭС.
6. Методика оценки размещения наземных средств РТОП и АЭС.

**Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 6 семестре при изучении Раздела 2. Теоретические основы радионавигации и радиолокации:**

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 геометрического фактора дальномерных систем.
8. Расчет геометрического фактора угломерных систем.
9. Расчет геометрического фактора 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 по Разделу 2 дисциплины «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи» в форме экзамена в 6 семестре**

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

**Перечень типовых ПАР для текущего контроля в форме устного опроса, оценки сформированности компетенций и промежуточной аттестации в форме экзамена в 6 семестре**

1. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета произвести оценку амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик.
2. Для электрической цепи, заданной принципиальной схемой, путем аналитического расчета произвести оценку полосы пропускания.
3. Для сигнала, представленного дискретной выборкой значений произвести оценку амплитудного спектра одним из методов непараметрического спектрального оценивания.
4. Оценить состав наземного оборудования аэродрома и бортового оборудования ВС (вариант аэродрома и ВС задает преподаватель).
5. Определить требуемые позиции размещения наземных средств РТОП и АЭС на аэродроме (вариант аэродрома задает преподаватель).
6. Рассчитать рабочую область VOR/DME.

**Вариант 1**

- 1) погрешность азимутального канала  $\sigma_{\alpha} = 2^{\circ}$
  - 2) погрешность дальномерного канала  $\sigma_D = 150 м$
  - 3) коэффициент нарастания погрешности дальномерного канала с расстоянием  $k_D = 0,125\%D$
  - 4) навигационная спецификация RNP 4
- 

**Вариант 2**

- 1) погрешность азимутального канала  $\sigma_{\alpha} = 2^{\circ}$
  - 2) погрешность дальномерного канала  $\sigma_D = 200 м$
  - 3) коэффициент нарастания погрешности дальномерного канала с расстоянием  $k_D = 0,125\%D$
  - 4) навигационная спецификация RNAV 5
- 

**Вариант 3**

- 1) погрешность азимутального канала  $\sigma_{\alpha} = 2^{\circ}$
  - 2) погрешность дальномерного канала  $\sigma_D = 150 м$
  - 3) коэффициент нарастания погрешности дальномерного канала с расстоянием  $k_D = 0,11\%D$
  - 4) навигационная спецификация RNP 2
-

7. Определите места размещения глissадного радиомаяка и курсового радиомаяка.

Исходные данные:

Длина ВПП 1800 м.

Угол наклона глissады 3,2°.

Ширина сектора курса 5°.

8. Определите коэффициент направленного действия, разрешающую способность, размер воронки (для высот 1000, 3000 и 6000 м).

Исходные данные:

Длительность импульса  $\tau = 2\text{мкс}$

Ширина ДНА: 2° x 30°.

Зона действия по углу места 32°.

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

Приступая к изучению дисциплины «Теоретические основы радионавигации, радиолокации и связи», 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.

При проведении всех видов занятий в 5 семестре основное внимание уделяется рассмотрению принципов построения, работы, анализу каналов авиационной электросвязи и их элементов и организации систем и сетей авиационной электросвязи, а также места применения изучаемого материала в системе радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов.

При проведении всех видов занятий в 6 семестре 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 систем радионавигации, радиолокации и связи.

Задачами лекций являются:

- 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 радионавигации, радиолокации и связи.

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 пособию [1-4] и оформить краткий предварительный конспект.

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 (при выполнении ПАР).

Практические занятия призваны обеспечить получение студентами практических навыков и умений по проведению инженерных расчетов, а также изучение методов построения и расчета характеристик систем радионавигации, радиолокации и связи 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 интересующих 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. 9.5);

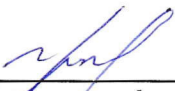
Итоговый контроль знаний студентов по Разделам дисциплины проводится в формах экзамена.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» специализации «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Радиоэлектронных систем (№12) «25» мая 2021 года, протокол №8.

Разработчик:

к.т.н., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Григорьев С.В.

Заведующий кафедрой радиоэлектронных систем (№12)

Д.т.н., с.н.с.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Кудряков С.А.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.т.н., с.н.с.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Кудряков С.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 16 » июня 2021 года, протокол № 7 .