



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

« 2 » \_\_\_\_\_ 2021 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Организация радиотехнического обеспечения полетов и  
авиационной электросвязи**

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

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» являются:

- формирование у студентов систематических знаний об основных эксплуатационных требованиях к радиотехническим системам связи, навигации, посадки, наблюдения. А также систематических знаний о методах оптимизации радиотехнического обеспечения полетов, о требованиях к структуре, составу и размещению средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи;

- подготовка к осуществлению профессиональной деятельности в службах эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных эксплуатационных характеристиках радиотехнических систем связи, навигации, посадки и наблюдения, а также методов их расчета;

- изучение основных методов оптимизации радиотехнического обеспечения полетов, в том числе оптимизации состава и размещения средств РТОП и АЭС;

- формирование навыков анализа средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи на соответствие существующих и перспективных требований для обеспечения безопасности полетов;

- изучение требований к структуре, составу и размещению средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи;

- формирование представлений о задачах специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.

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

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

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули), относится к профессиональным дисциплинам и требует от студентов знаний, умений и навыков по дисциплинам математического, естественнонаучного, а также профессионального характера в объеме, определяемом соответствующими программами.

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Введение в специальность», «Инженерно-техническое оборудование аэродромов», «Системы связи на транспорте», «Информационное обеспечение системы управления воздушным движением», «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Инженерно-технические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения», а

также Учебной (ознакомительная) и Производственной (эксплуатационно-технологическая) практик.

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» является обеспечивающей для: Производственной (преддипломной практики), Подготовки к сдаче и сдаче государственного экзамена, Подготовки к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» изучается в 9 и 10 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-7	Способен осуществлять выбор состава и размещения инженерно-технических систем обеспечения полетов эксплуатации воздушных судов и организации воздушного движения
<i>ИД<sup>1</sup><sub>ПК7</sub></i>	Осуществляет выбор состава и размещения средств инженерно-технического обеспечения полетов при эксплуатации воздушных судов и ОрВД
<i>ИД<sup>2</sup><sub>ПК7</sub></i>	Обеспечивает выбор состава и размещения средств инженерно-технического обеспечения полетов при эксплуатации ВС и ОрВД
<i>ИД<sup>3</sup><sub>ПК7</sub></i>	Применяет методы оптимизации состава и размещения средств инженерно-технического обеспечения полетов при эксплуатации ВС и ОрВД

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- назначение, состав, основные эксплуатационно-технические характеристики средств РТОП и АЭС;
- требования к размещению средств РТОП и АЭС;
- принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС;
- методы оптимизации состава и размещения средств РТОП и АЭС.

Уметь:

- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики средств РТОП и АЭС;
- определять оптимальный состав и размещение средств РТОП и АЭС;
- оценивать влияние различных факторов на работу средств РТОП и АЭС.

Владеть:

- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик средств РТОП и АЭС с применением программных продуктов в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности;
- методами определения оптимального состава и размещения средств РТОП и АЭС

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		10	11
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа:	18,8	6,3	12,5
лекции,	6	2	4
практические занятия,	10	4	6
семинары,			
лабораторные работы,			
курсовой проект (работа)			
другие виды аудиторных занятий.			
Самостоятельная работа студента	223	98	125
Контрольные работы			
в том числе контактная работа			
Промежуточная аттестация:	13	4	9
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к (зачёту, экзамену)	10,2	3,7 Зачет	6,5 Экзамен

#### 5 Содержание дисциплины

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

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-7		
Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения	10	*	ВК, Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2. Основные эксплуатационно-технические	18	*	ЛВ, АКС, ПЗ, СРС	У, СЗ, РЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-7		
характеристики - радиотехнических систем				
Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения	14	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP	14	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств	14	*	ЛВ, АКС, ПЗ, СРС	У, СЗ, РЗ
Тема 6. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС	14	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры	14	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС	11	*	ПЗ, СРС	У
<b>Итого за 10 семестр</b>	<b>104</b>			
Тема 9. Методологические основы оптимизации системы РТОП	19	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП	19	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей	21	*	ЛВ, АКС, ПЗ, СРС	У, СЗ, РЗ
Тема 12. Имитационное моделирование	19	*	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 13. Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП	19	*	Л, ЛВ, ПЗ, СРС	У

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-7		
Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана.	19	*	Л, ЛВ, ПЗ, СРС	У
Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах.	19	*	Л, ЛВ, ПЗ, СРС	У
<b>Итого за 11 семестр</b>	<b>135</b>			
Промежуточная аттестация	<b>13</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>252</b>			

Сокращения: Л – лекция, ЛВ – лекция визуализация, ПЗ- практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, АКС – анализ конкретной ситуации, СЗ – ситуационная задача, РЗ – расчетная задача.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Семестр 10						Всего часов
	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	
Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения	0,25	0,5			10,25		10
Тема 2. Основные эксплуатационно-технические характеристики - радиотехнических систем	0,5	0,5			17		18
Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения	0,25	0,5			13,25		14
Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система	0,25	0,5			13,25		14

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
требуемых характеристик RTSP							
Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств	0,25	0,5			13,25		14
Тема 6. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС	0,25	0,5			13,25		14
Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры	0,25	0,5			10,25		11
Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС	0	0,5			7,5		8
<b>Итого за 10 семестр</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>98</b>		<b>104</b>
Семестр 11							
Тема 9. Методологические основы оптимизации системы РТОП	0,5	0,75			17,75		19
Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП	0,5	0,75			17,75		19
Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей	1	1,5			18,5		21
Тема 12. Имитационное моделирование	0,5	0,75			17,75		19
Тема 13. Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП	0,5	0,75			17,75		19
Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана.	0,5	0,75			17,75		19
Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах.	0,5	0,75			17,75		19
<b>Итого за 11 семестр</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			<b>125</b>		<b>135</b>

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Промежуточная аттестация							<b>13</b>
Итого по дисциплине	<b>6</b>	<b>10</b>			<b>223</b>		<b>239</b>
Всего по дисциплине							<b>252</b>

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторные работы, КР – курсовая работа, Д – доклад.

### **5.3 Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения**

Содержание радиотехнического обеспечения полетов.

Существующая концепция навигации, связи и наблюдения.

Основы перспективной концепции (системы) навигации, связи и наблюдения CNS/ATM, ее преимущества.

План развития радиотехнического обеспечения полетов.

#### **Тема 2. Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем**

Общие сведения об эксплуатационно-технических характеристиках радиотехнических систем.

Точность радиотехнических систем, показатели точности. Элементы теории случайных процессов.

Надежность радиотехнических систем. Параметры, характеризующие надежность РТС.

Зона действия радиотехнических систем, методика определения конфигурации и размера зоны действия.

Рабочая область радиотехнических систем, параметры, определяющие размер рабочей области.

Применение программных продуктов для расчета эксплуатационно-технических характеристик средств РТОП и АЭС в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

#### **Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения**

Методика определения требований к точности и безопасности полетов. Требования к точности и безопасности полетов на различных этапах полета.

Концепция двух туннелей.

Традиционные требования к точности и безопасности полетов, нормы эшелонирования, методика определения максимально допустимой средней квадратической погрешности линейного бокового отклонения.

Существующие требования к безопасности полетов и точности самолетовождения на этапе посадки. Допустимая амплитуда искривлений линий курса и глиссады.

#### **Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP**

Общие требования к системам навигации, связи и наблюдения.

Система требуемых характеристик средств навигации, связи и наблюдения. Требуемые параметры систем навигации, связи и наблюдения (целостность, доступность, непрерывность и точность).

Требования к навигационным системам. Перспективные требования к точности и безопасности полетов по маршруту. Концепция PBN, зональная навигация и концепция свободного полета.

Требуемые характеристики связи и наблюдения.

#### **Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств**

Нормативные документы, регламентирующие требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств.

Типовые состав и размещение наземных объектов навигации, наблюдения и связи в аэропорту.

Требования к размещению курсовых и глиссадных радиомаяков.

Регламентированные зоны КРМ и ГРМ. Критические и чувствительные зоны КРМ и ГРМ. Нормы ИКАО на минимально допустимое расстояние между КРМ и ГРМ. Нормированные параметры размещения МРМ.

#### **Тема 6. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС**

Нормативные документы, регламентирующие требования к составу бортового радиооборудования.

Понятие ожидаемых условий эксплуатации (ОУЭ). Обязательные для установки на борту ВС и дополнительные радиотехнические средства навигации и наблюдения.

Состав радиосвязного оборудования, необходимого для полетов в различных типах воздушного пространства.

#### **Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры**

Назначение и основные задачи интеграции радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Область применения и преимущества интеграции.

Структуры и примеры интегрированной аппаратуры ГА.

#### **Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС**

Назначение и разновидности резервирования. Нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв.

Надежность радиоэлектронного оборудования при различных видах резервирования.

### **Тема 9. Методологические основы оптимизации системы РТОП**

Математическая постановка оптимизационных задач. Требования к критериям оптимизации, целевые функции и ограничения.

Методы решения задач оптимизации. Классификация и анализ эффективности методов решения задач оптимизации.

Линейное, нелинейное и динамическое программирование.

Решение задач динамического программирования методами теории графов, уравнение Беллмана.

### **Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП**

Особенности задач оптимизации РТО полетов. Оптимизация распределения бортовых и наземных средств РТО полетов.

Уравнение Беллмана как решение задач оптимизации.

Математическая модель оснащения ВС бортовым спутниковым оборудованием.

Математическая модель организации процесса развертывания наземного оборудования УВД на основе спутниковых систем.

### **Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей**

Определение размеров и формы зон действия РТС и оценка перекрытия ими воздушных трасс.

Определение размеров и формы рабочих областей РТС и оценка перекрытия ими воздушных трасс.

Графический и формульный методы анализа степени перекрытия воздушных трасс зонами действия и рабочими областями. Понятие опасных отрезков маршрута.

### **Тема 12. Имитационное моделирование**

Роль и место имитационного моделирования в системном анализе. Общая характеристика, цели, задачи, достоинства и недостатки имитационного моделирования.

Определение модели, функции моделей и их классификация. Структура и процесс построения (синтеза) имитационной модели. Требования к модели.

Примеры имитационного моделирования. Имитационные математические модели.

Имитационные модели средств РТОП. Понятие формирующего фильтра.

### **Тема 13. Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП**

Математические модели датчиков навигационной информации.

Оценка точности самолетовождения и безопасности полетов при движении ВС по маршруту.

Состав, структура, функционирование и область применения имитационной модели оценки точности самолетовождения. Программные средства для определения точности и безопасности полетов по воздушным трассам.

#### **Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана**

Методы оптимальной статистической обработки информации.

Методы оптимальной оценки стационарных и нестационарных процессов, оптимального конструирования и функционального анализа.

Оптимизация обработки сигналов в установившемся режиме. Нахождение оптимальной полосы пропускания измерителя. Параметрическая оптимизация неследящих измерителей.

Оптимизация обработки сигналов в нестационарном режиме. Общая характеристика метода оптимальной фильтрации Калмана.

Линейные динамические модели объектов наблюдения и измерительных систем. Формирующие фильтры. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Алгоритмы и структурная схема оптимального фильтра Калмана. Уравнение Риккати. Включение фильтра Калмана в состав комплексной измерительной системы.

#### **Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах**

Погрешности навигационных систем. Канал крена гироскопов, курсовая система доплеровский измеритель, задатчики параметров маршрута и координат радионавигационных точек, навигационный вычислитель, системы ближней навигации, спутниковые системы навигации.

Математические основы метода Калмана. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Алгоритмы оптимальной фильтрации Калмана

Назначение, область применения и достоинства комплексных измерительных систем. ОФК в простейшей комплексной измерительной системе. Показатели эффективности комплексирования.

Применение оптимальной фильтрации Калмана в комплексных навигационных системах.

Показатели эффективности комплексирования.

## 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
10 семестр		
1	Практическое занятие №1. Основы перспективной концепции (системы) навигации, связи и наблюдения CNS/ATM, ее преимущества.	0,25
1	Практическое занятие №2. План развития радиотехнического обеспечения полетов.	0,25
2	Практическое занятие №3. Зона действия радиотехнических систем, методика определения конфигурации и размера зоны действия. Применение программных продуктов для расчета зон действия средств РТОП и АЭС в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.	0,25
2	Практическое занятие №4. Рабочая область радиотехнических систем, параметры, определяющие размер рабочей области.	0,25
3	Практическое занятие № 5. Традиционные требования к точности и безопасности полетов, нормы эшелонирования, методика определения максимально допустимой средней квадратической погрешности линейного бокового уклонения.	0,25
3	Практическое занятие № 6. Существующие требования к безопасности полетов и точности самолетовождения на этапе посадки. Допустимая амплитуда искривлений линий курса и глиссады.	0,25
4	Практическое занятие № 7. Требования к навигационным системам. Перспективные требования к точности и безопасности полетов по маршруту. Концепция RBN, зональная навигация и концепция свободного полета.	0,25
4	Практическое занятие № 8. Требуемые характеристики связи и наблюдения.	0,25
5	Практическое занятие №9. Требования к размещению курсовых и глиссадных радиомаяков. Регламентированные зоны КРМ и ГРМ. Критические и чувствительные зоны КРМ и ГРМ.	0,25
5	Практическое занятие № 10. Нормы ИКАО на	0,25

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоёмкость (часы)
	минимально допустимое расстояние между КРМ и ГРМ. Нормированные параметры размещения МРМ.	
6	Практическое занятие № 11. Состав радиосвязного оборудования, необходимого для полетов в различных типах воздушного пространства.	0,5
7	Практическое занятие № 12. Структуры и примеры интегрированной аппаратуры ГА.	0,5
8	Практическое занятие № 13. Нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв.	0,25
8	Практическое занятие № 14. Надежность радиоэлектронного оборудования при различных видах резервирования.	0,25
<b>Итого за 10 семестр</b>		<b>4</b>
<b>11 семестр</b>		
9	Практическое занятие № 15. Линейное, нелинейное и динамическое программирование. Решение задач динамического программирования методами теории графов.	0,75
10	Практическое занятие № 16. Уравнение Беллмана как решение задач оптимизации.	0,25
10	Практическое занятие № 17. Математическая модель оснащения ВС бортовым спутниковым оборудованием.	0,25
10	Практическое занятие № 18. Математическая модель организации процесса развертывания наземного оборудования УВД на основе спутниковых систем.	0,25
11	Практическое занятие № 19. Определение размеров и формы зон действия РТС и оценка перекрытия ими воздушных трасс.	0,75
11	Практическое занятие № 20. Определение размеров и формы рабочих областей РТС и оценка перекрытия ими воздушных трасс.	0,75
12	Практическое занятие № 21. Структура и процесс построения (синтеза) имитационной модели. Требования к модели.	0,25
12	Практическое занятие № 22. Примеры имитационного моделирования. Имитационные математические модели.	0,25
12	Практическое занятие № 23. Имитационные модели средств РТОП. Понятие формирующего фильтра.	0,25

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
13	Практическое занятие № 24. Оценка точности самолетовождения и безопасности полетов при движении ВС по маршруту.	0,25
13	Практическое занятие № 25. Состав, структура, функционирование и область применения имитационной модели оценки точности самолетовождения.	0,25
13	Практическое занятие № 26. Программные средства для определения точности и безопасности полетов по воздушным трассам.	0,25
14	Практическое занятие № 27. Линейные динамические модели объектов наблюдения и измерительных систем. Формирующие фильтры.	0,25
14	Практическое занятие № 28. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Алгоритмы и структурная схема оптимального фильтра Калмана.	0,25
14	Практическое занятие № 29. Уравнение Риккати. Включение фильтра Калмана в состав комплексной измерительной системы.	0,25
15	Практическое занятие № 30. Математические основы метода Калмана. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Алгоритмы оптимальной фильтрации Калмана.	0,25
15	Практическое занятие № 31. Назначение, область применения и достоинства комплексных измерительных систем. ОФК в простейшей комплексной измерительной системе. Показатели эффективности комплексирования.	0,25
15	Практическое занятие № 32. Применение оптимальной фильтрации Калмана в комплексных навигационных системах. Показатели эффективности комплексирования.	0,25
<b>Итого за 11 семестр</b>		<b>6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>10</b>

## 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	10 семестр	
1-8	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.	48
1-8	Подготовка к практическим занятиям [1-10]: - практическая проработка материала занятий; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - самостоятельный поиск, анализ информации и решение ситуационных и расчетных задач.	50
Итого за 10 семестр		98
	11 семестр	
9-15	Подготовка к лекциям [1-4]: - 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.	60
9-15	Подготовка к практическим занятиям [1-12]: - практическая проработка материала занятий; - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п.	65

	9.6); - самостоятельный поиск, анализ информации и решение ситуационных и расчетных задач.	
Итого за 11 семестр		125
ИТОГО		223

## 5.7 Курсовые работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кудряков С.А., Соболев Е.В., Рубцов Е.А. **Теоретические основы фильтрации сигналов.** [Текст]: учеб. пособие. - Университет ГА. С.-Петербург, 2020, 212 с. ISBN 978-5-907354-04-3. Количество экземпляров 50.

2. **Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 1** [Текст] / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // - Университет ГА. С.-Петербург, 2019. - 119 с. ISBN 978-5-6041020-4-6. Количество экземпляров 40.

3. **Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 2** [Текст] / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // - Университет ГА. С.-Петербург, 2019. - 167 с. ISBN 978-5-6041020-5-3. Количество экземпляров 40.

4. **Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 3** [Текст] / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // - Университет ГА. С.-Петербург, 2019. - 150 с. ISBN 978-5-6043133-4-3. Количество экземпляров 40.

б) дополнительная литература:

5. Рубцов Е.А., Шикавко О.М., Пономарев В.В. **Авиационные радиоэлектронные системы и комплексы и основы их применения** [Текст]: учеб. пособие. - Университет ГА. С.-Петербург, 2019, 141 с. ISBN 978-5-6043133-5-0. Количество экземпляров 40.

6. Соболев Е.В. **Организация радиотехнического обеспечения полетов. Часть 1. Основные эксплуатационные требования к авиационным комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения** [Текст]: учебное пособие / Е.В. Соболев. – СПб.: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2008. – 96 с. Количество экземпляров 40.

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 40.

8. **Соболев Е.В. Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи: Методические указания по изучению дисциплины и выполнению курсовой работы** / Е.В. Соболев, С.В. Григорьев, Е.А. Рубцов. – Санкт-Петербург: ФГОУ ВО СПб ГУ ГА. – 2016. – 60с. Количество экземпляров 50.

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

7. **«Отечественная радиотехника»** - виртуальный музей [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://rwbase.narod.ru>, свободный (дата обращения 27.01.2021).

8. **«Радиокот»** - виртуальный форум [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://radiokot.ru/forum>, свободный (дата обращения 27.01.2021).

9. **Список российских научных журналов, размещенных на платформе eLIBRARY.RU, которые имеют открытые для всех полнотекстовые выпуски** [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_free.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp), свободный (дата обращения 27.01.2021).

10. **Список журналов открытого доступа (включая зарубежные), размещенных на платформе eLIBRARY.RU** [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://elibrary.ru/org\\_titles.asp](https://elibrary.ru/org_titles.asp), свободный (дата обращения 27.01.2021).

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

11. **«АЛЬФА-7» – анализ точности и безопасности полетов по маршруту при оптимальном плане применения средств навигации** [Программное обеспечение] - Лицензия не требуется.

12. **Фильтр Калмана** [Программное обеспечение] - Лицензия не требуется.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения образовательного используются аудитории №251, №246 и №244, характеристика материально-технического обеспечения которых приведена в ниже следующей таблице.

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
1	Организация радиотехнического обеспечения	Ауд. 251 «Лаборатория электротехники и электроники»	Комплект учебной мебели – 13 шт. Доска меловая Проектор Acer X1261P	

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
	полетов и авиационной электросвязи.	Аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория занятий семинарского типа	Экран набор тематических слайдов по дисциплине «Электротехника и электроника» библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Электроника и электротехника» и «Схемотехника и микропроцессорные устройства» Типовой комплект учебного оборудования «Однофазные цепи переменного тока», исполнение моноблочное ручное, ЭЦ-1Ф-МР – 2 шт. Типовой комплект учебного оборудования «Электрические цепи постоянного тока», исполнение моноблочное ручное, ЭЦ-ПТ-МР – 2 шт. Типовой комплект учебного оборудования «Основы электроники», исполнение моноблочное ручное, ОЭ-МР – 2 шт. Типовой комплект учебного оборудования «Радиотехнические цепи и сигналы», исполнение настольное компьютерное, РТЦиС-02-НК – 1 шт. фонд специальной литературы, фонд учебных пособий	
2	Организация радиотехнического обеспечения полетов и	Ауд. 246 «Лаборатория радиотехнического оборудования	Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска меловая Макет расположения бортовых антенн	

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
	авиационной электросвязи	аэродромов»  Аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория занятий семинарского типа	Стационарный проектор CASIO Экран набор тематических слайдов по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект оборудования для учебно-лабораторного комплекса «Радиолокационные станции обнаружения подвижных объектов», РЛС-01 (без радиолокационной стойки) – 1 шт. фонд специальной литературы, фонд учебных пособий	
3	Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи	Ауд. 244 «Компьютерный класс»  Аудитория для проведения занятий лекционного типа	Комплект учебной мебели Компьютеры Alkor ATX MS-6714GLM i845L (CPU CELERON 2.0) – 10 шт. ASUS P4GX-MX/L SIS650GX – 1 шт. Проектор Acer X1261P Доска меловая Экран набор тематических слайдов по дисциплине «Радиотехническое оборудование аэродромов» библиотека примеров компьютерного моделирования радиотехнических систем Комплект тематических плакатов по дисциплине «Введение в специальность» и «Радиотехническое оборудование аэродромов» фонд специальной	Microsoft Windows Office XP Suites (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Microsoft Windows Server 2003 R2, x64 Ed. (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Microsoft Windows Office 2003 Suites (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Программный пакет Multisim 10.1 для моделирования электронных схем (Госконтракт

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
			литературы, фонд учебных пособий	№ SBR1010080401-00001346-01 от 13 ноября 2010 г. ООО «Динамика») Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603 110550 от 20 июля 2017 года)

## 8 Образовательные и информационные технологии

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или темам 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. Лекции-визуализации сопровождаются демонстрацией действующих имитационных моделей с использованием образовательной технологии – анализ конкретной ситуации на основе решения профессиональных ситуационных задач.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков в ходе решения расчетных и ситуационных задач профессиональной деятельности.

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, закрепления и углубления полученных 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.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета в девятом семестре, также экзамена в десятом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы, расчетные задачи, ситуационные задачи. Для обеспечения более глубокого освоения дисциплины фонд оценочных средств по семестрам строится по принципу нарастающего итога, интегрируя темы текущего семестра с ранее освоенным материалом.

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 «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов» проводится в девятом семестре в форме зачета и в десятом семестре в форме экзамена. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины.

Зачет предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, решение расчетной задачи и решение ситуационной задачи из перечня типовых вопросов и задач п.9.6.

Экзамен предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, решение расчетной задачи и решение ситуационной задачи из перечня типовых вопросов и задач п.9.6.

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.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

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

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

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

Обеспечивающие дисциплины: «Введение в специальность», «Инженерно-техническое оборудование аэродромов», «Системы связи на транспорте», «Информационное обеспечение системы управления воздушным движением», «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Инженерно-технические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения».

Примерные вопросы входного контроля:

1. Дайте определение производной.
2. Какой физический смысл имеет производная?
3. Дайте определение интеграла.
4. Что такое вероятность события?
5. Какие значения может принимать вероятность?

6. Дайте определение функции (закону) распределения вероятностей, плотности вероятности. Каков их физический смысл?
7. Дайте определение интерференции.
8. Дайте определение дифракции.
9. Дайте определение атмосферной рефракции.
10. Дайте определения состояниям РТС: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное.
11. Дайте определение пропускной способности.
12. Дайте определение разрешающей способности РЛС.
13. Опишите суть эффекта Доплера.
14. Приведите факторы, влияющие на дальность действия радиотехнических средств диапазонов ОВЧ и УВЧ.
15. Приведите факторы, влияющие на дальность действия радиотехнических средств диапазона СВЧ.
16. Переведите на русский язык термины: radome, impedance, antenna array, differential phase-shift keying (DPSK).

### 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>I этап (10-й семестр)</b>		
ПК-7	<i>ИД<sup>1</sup><sub>ПК7</sub></i>  <i>ИД<sup>2</sup><sub>ПК7</sub></i>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, состав, основные эксплуатационно-технические характеристики средств РТОП и АЭС;</li> <li>- требования к размещению средств РТОП и АЭС;</li> <li>- принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики средств РТОП и АЭС;</li> <li>- оценивать влияние различных факторов на работу средств РТОП и АЭС.</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик средств РТОП и АЭС.</li> </ul>
<b>II этап (11-й семестр)</b>		
ПК-7	<i>ИД<sup>1</sup><sub>ПК7</sub></i>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, состав, основные эксплуатационно-</li> </ul>

	<p><math>ID_{ПК7}^2</math></p> <p><math>ID_{ПК7}^3</math></p>	<p>технические характеристики средств РТОП и АЭС;  - требования к размещению средств РТОП и АЭС;  - принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС;  - методы оптимизации состава и размещения средств РТОП и АЭС.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики средств РТОП и АЭС;</li> <li>- оценивать влияние различных факторов на работу средств РТОП и АЭС;</li> <li>- определять оптимальный состав и размещение средств РТОП и АЭС.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик средств РТОП и АЭС;</li> <li>- методами определения оптимального состава и размещения средств РТОП и АЭС.</li> </ul>
--	---	---

### **Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации.**

#### **Для зачета в 10 семестре:**

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.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя, а также проанализировать, обосновать и оценить полученные результаты.

#### **Для экзамена в 11 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.

При решении расчетной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает обоснованную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

*«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.

При решении расчетной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает достаточно полную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

*«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.

При решении расчетной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя при этом задача решается не полностью.

При решении ситуационной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя, методы имитационного и численного моделирования используются неуверенно и только после подсказок преподавателя, оценка итогов решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом является неполной.

*«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 решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах.

Расчетная задача не решена даже при помощи преподавателя.

Ситуационная задача не решена 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 10 семестре**

#### **Тема 1**

1. Дайте определение РТОП.
2. Дайте определение организации РТОП.
3. Перечислите средства РТОП.
4. Что такое объект РТОП?
5. Раскройте существующую концепцию навигации.
6. Раскройте основные положения концепции CNS/ATM.

#### **Тема 2**

1. Перечислите ЭТХ средств РТОП.
2. Точность РТС.
3. Систематические и случайные погрешности.
4. Показатели случайной величины.
5. Случайные процессы.
6. Точность РТС.
7. Показатели точности.
8. Зона действия РТС.
9. Методика определения ЗД.
10. Рабочая область РТС.
11. Методика определения РО.

#### **Тема 3**

1. Концепция двух туннелей.
2. Риск столкновения.
3. Защитное пространство.
4. Факторы, влияющие на точность самолетовождения.
5. Требования к точности и БП при полете по маршруту.
6. Требования к точности и БП при заходе на посадку.
7. Допустимая амплитуда искривлений линии курса и глиссады.

#### **Тема 4**

1. Общие требования к системам навигации, связи и наблюдения.
2. Концепция навигации, основанной на характеристиках (PBN).
3. Навигационные спецификации RNP и RNAV.
4. Требуемые характеристики наблюдения RSP.
5. Требуемые характеристики связи RCP.

#### **Тема 5**

1. Нормативные документы, регламентирующие требования к составу и размещению средств РТОП.
2. Оснащение РЦ средствами РТОП.
3. Оснащение аэродромов средствами РТОП.
4. Требования к размещению ОРЛ.
5. Требования к размещению АРП.
6. Требования к размещению РСБН (VOR/DME).
7. Требования к размещению ОСП.
8. Требования к размещению РМСП.

#### **Тема 6**

1. Нормативные документы, регламентирующие требования к составу бортового радиооборудования.
2. Оснащение ВС средствами связи.
3. Требования по оснащению ВС навигационным оборудованием.
4. Обязательные и дополнительные средства РТОП.

#### **Тема 7**

1. Назначение интеграции РЭА.
2. Основные задачи интеграции.
3. Область применения интеграции.
4. Преимущества интегрированных систем.
5. Примеры интеграции аппаратуры ГА.

#### **Тема 8**

1. Назначение резервирования.
2. Разновидности резервирования.
3. Область применения резервирования.
4. Нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв.
5. Расчет надежности при резервировании.

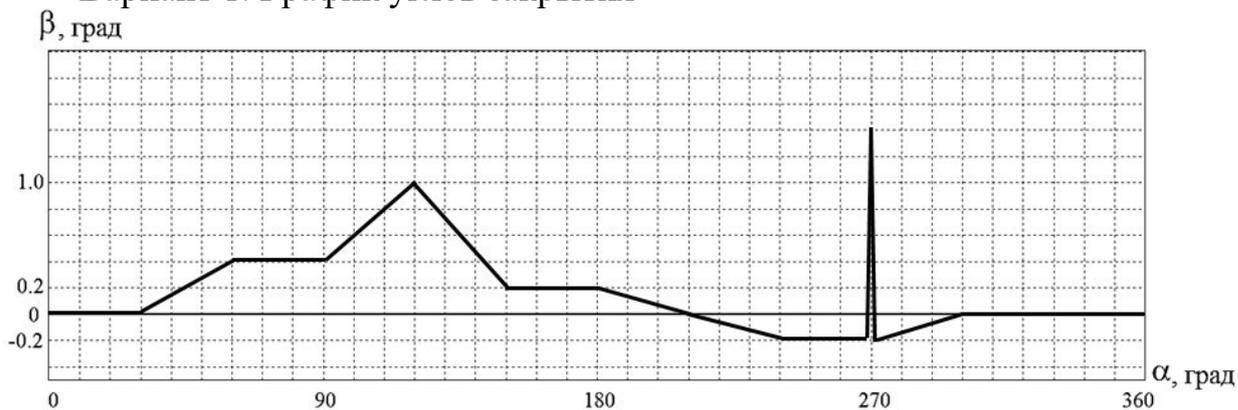
### **Перечень расчетных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 10 семестре**

1. Методика оценки зон действия средств РТОП и АЭС.
2. Методика оценки рабочих областей средств РТОП и АЭС.
3. Методика оценки состава наземных и бортовых средств РТОП и АЭС.
4. Методика оценки размещения наземных средств РТОП и АЭС.

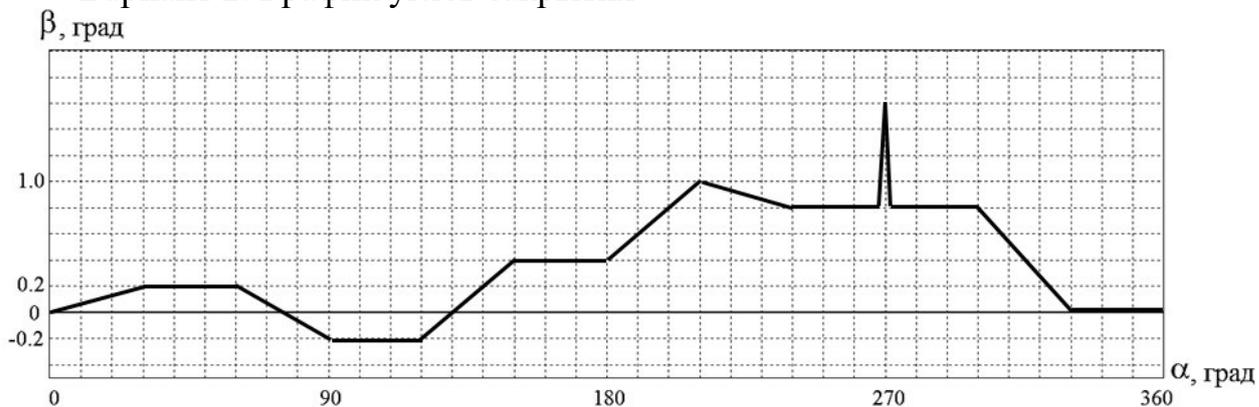
### **Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме зачета в 10 семестре**

1. Рассчитать зону действия для высот полета ВС 3000, 6000 и 10000 м с учетом углов закрытия.

### Вариант 1. График углов закрытия



### Вариант 2. График углов закрытия



## 2. Рассчитать рабочую область VOR/DME.

### Вариант 1

- 1) погрешность азимутального канала  $\sigma_\alpha = 2^\circ$
- 2) погрешность дальномерного канала  $\sigma_D = 150\text{ м}$
- 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  $\sigma_D = 200\text{ м}$
- 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
- 

3. Оценить состав наземного оборудования аэродрома и бортового оборудования ВС (вариант аэродрома и ВС задает преподаватель).

4. Определить требуемые позиции размещения наземных средств РТОП и АЭС на аэродроме (вариант аэродрома задает преподаватель).

**Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационная электросвязь» в форме зачета в 10 семестре**

1. Традиционная концепция применения радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих навигацию и посадку
2. Традиционная концепция применения радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих связь и наблюдение.
3. CNS\ATM. Перспективная концепция применения радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих навигацию и посадку.
4. CNS\ATM. Перспективная концепция применения радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих связь и наблюдение.
5. Основные ЭТХ РТС. Точность. Систематическая погрешность.
6. Характеристики случайных погрешностей.
7. Характеристики случайных процессов.
8. Надежность радиотехнических систем
9. Зона действия радиотехнических систем
10. Рабочая область радиотехнических систем
11. Методика определения требований к точности и безопасности полетов
12. Традиционные требования к точности и безопасности полетов
13. Обобщенная надежность самолетовождения.
14. Общие требования к системам навигации, связи и наблюдения
15. Требования к точности и надежности навигационных систем.
16. Требования к системам посадки
17. Перспективные требования. Система требуемых характеристик средств навигации, связи и наблюдения
18. Перспективные требования к точности и безопасности полетов по маршруту. Концепция RNP
19. Требуемые навигационные характеристики для подхода, посадки и вылета. RNP посадки.

20. Требуемые характеристики связи и наблюдения
21. Интеграции РЭА.
22. Резервирование РЭА.
23. Требования к составу радиотехнического оснащения аэропорта.
24. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования.
25. Требования к размещению наземной аппаратуры СБН.
26. Размещение наземного оборудования РМСП МД.
27. Регламентированные зоны КРМ. Требования ИКАО к минимально допустимому расстоянию между КРМ.
28. Регламентированные зоны ГРМ. Требования ИКАО к минимально допустимому расстоянию между ГРМ
29. Критические зоны РМСП МД.
30. Чувствительные зоны РМСП МД.

### **Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 11 семестре**

#### **Тема 9**

1. Определение оптимизационной задачи.
2. Методика решения оптимизационных задач.
3. Линейное, нелинейное и динамическое программирование.
4. Методы графов.
5. Уравнение Беллмана.
6. Математическая модель оснащения ВС бортовым спутниковым оборудованием.

#### **Тема 10**

1. Проблемы оптимизации РТО полетов.
2. Оптимизация размещения наземных РТС.
3. Оптимизация оснащения ВС РТО полетов.
4. Целевые функции, ограничения и решение задач.
5. Применение уравнения Беллмана для решения конкретных задач.

#### **Тема 11**

1. Оценка степени перекрытия воздушных трасс ЗД: постановка задачи.
2. Оценка степени перекрытия воздушных трасс ЗД: графический метод.
3. Оценка степени перекрытия воздушных трасс ЗД: формульный метод.
4. Понятие опасного участка маршрута.
5. Степень опасности потери точности навигации.
6. Оценка БП на маршруте.

#### **Тема 12**

1. Понятие имитационного моделирования.
2. Достоинства и недостатки ИМ.
3. Определение модели.
4. Классификация моделей по степени абстрактности.

5. Суть моделирования.
6. Структура и синтез имитационной модели.
7. Требования к имитационной модели.
8. Ограничения имитационной модели.
9. ИМ средств РТОП.
10. Понятие формирующего фильтра.

### **Тема 13**

1. Модель оценки точности СВЖ.
2. Определение СКП ЛБУ навигационных средств.
3. Методика выбора оптимального плана использования средств навигации.
4. Анализ воздушных трасс с помощью ИМ оценки точности СВЖ.

### **Тема 14**

1. Методы оптимальной статистической обработки информации.
2. Задача оптимального оценивания.
3. Методы оптимального оценивания.
4. Оптимизация обработки сигналов навигационных РТС.
5. Флюктуационная и динамическая погрешности измерителей.
6. Фильтр Калмана: общие понятия и методы построения.
7. Задачи, решаемые с помощью фильтра Калмана.
8. Линейные динамические модели объектов наблюдения и измерительных систем.
9. Определение формирующего фильтра.
10. Постановка задачи оптимальной фильтрации.
11. Алгоритм работы фильтра Калмана.
12. Уравнение Риккати.
13. Варианты включения фильтра Калмана в состав комплексной измерительной системы.

### **Тема 15**

1. Задача применения ОФК в навигационных системах.
2. ОФК в простейшей комплексной навигационной системе.
3. Понятие комплексирования.
4. Показатели эффективности комплексирования.
5. Синтез оптимального фильтра Калмана в боковом канале двухкомпонентного навигационного комплекса

## **Перечень расчетных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена в 11 семестре**

1. Методика оценки зон действия средств РТОП и АЭС.
2. Методика оценки рабочих областей средств РТОП и АЭС.
3. Методика оценки состава наземных и бортовых средств РТОП и АЭС.
4. Методика оценки размещения наземных средств РТОП и АЭС.

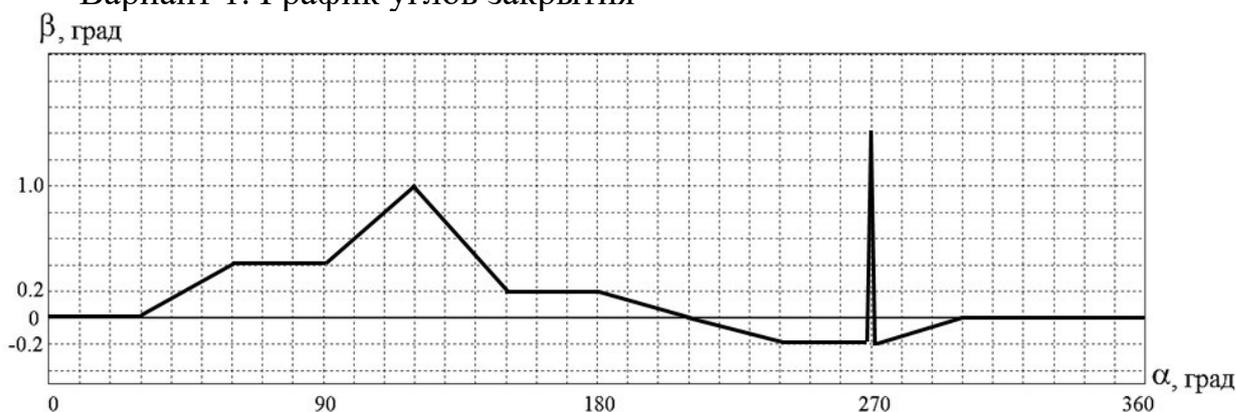
5. Методика расчета коэффициент направленного действия, разрешающей способности, размера воронки радиолокатора.

6. Методика степени перекрытия воздушных трасс радионавигационными, радиолокационными и радиосвязными полями.

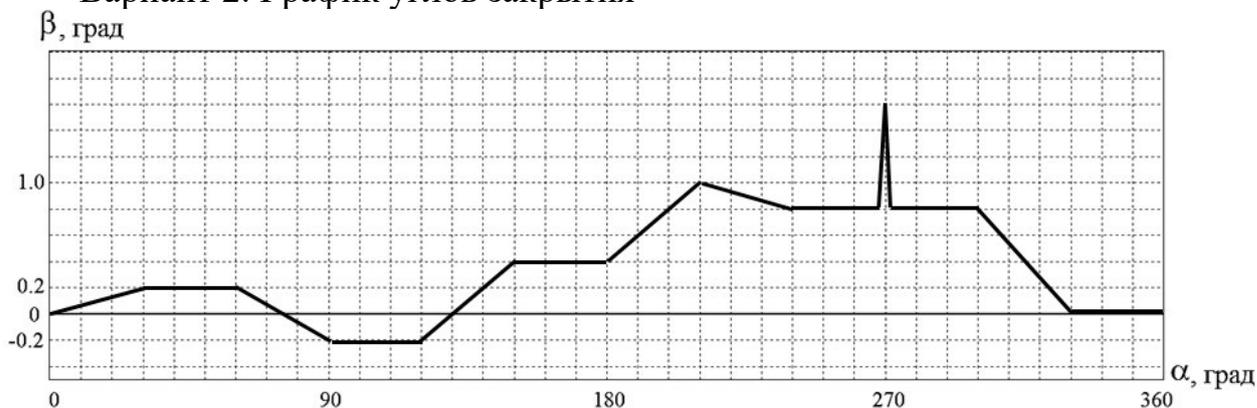
**Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена в 11 семестре**

1. Рассчитать зону действия для высот полета ВС 3000, 6000 и 10000 м с учетом углов закрытия.

Вариант 1. График углов закрытия



Вариант 2. График углов закрытия



2. Рассчитать рабочую область VOR/DME.

Вариант 1

1) погрешность азимутального канала  $\sigma_\alpha = 2^\circ$

2) погрешность дальномерного канала  $\sigma_D = 150\text{м}$

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
- 

3. Оценить состав наземного оборудования аэродрома и бортового оборудования ВС (вариант аэродрома и ВС задает преподаватель).

4. Определить требуемые позиции размещения наземных средств РТОП и АЭС на аэродроме (вариант аэродрома задает преподаватель).

5. Определить коэффициент направленного действия, разрешающую способность, размер воронки радиолокатора. Исходные данные: средство - обзорный радиолокатор аэродромный, длительность импульса, ширина диаграммы направленности в азимутальной и угломестной плоскостях.

Вариант 1

Длительность импульса  $\tau = 4 мкс$ .

Ширина ДНА:  $1,5^{\circ} \times 35^{\circ}$ .

Зона действия по углу места  $36^{\circ}$ .

---

Вариант 2

Длительность импульса  $\tau = 2 мкс$ .

Ширина ДНА:  $2^{\circ} \times 30^{\circ}$ .

Зона действия по углу места  $32^{\circ}$ .

---

Вариант 3

Длительность импульса  $\tau = 5 мкс$ .

Ширина ДНА:  $1^{\circ} \times 40^{\circ}$ .

Зона действия по углу места  $40^{\circ}$ .

6. Методика степени перекрытия воздушных трасс радионавигационными, радиолокационными и радиосвязными полями (воздушные трассы и набор средств предоставляет преподаватель).

**Комплексные ситуационные задачи повышенной сложности для текущего контроля в форме устного опроса и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена в 11 семестре**

*1. Оптимизация состава и размещения средств радиотехнического обеспечения полетов в заданном регионе.*

Контрольное задание выполняется с использованием радионавигационных карт для выбранного региона. В ходе работы необходимо:

- рассчитать зоны действия РТС навигации и наблюдения с применением графиков углов закрытия для различных высот полета;
- рассчитать рабочие области РТС навигации и наблюдения для принятых требований к точности и безопасности полетов;
- оценить степень перекрытия воздушных трасс и региона в целом зонами действия и рабочими областями РТС навигации и наблюдения;
- сделать вывод о необходимости изменения состава и размещения средств РТОП в выбранном регионе

*2. Анализ точности самолетовождения и безопасности полетов.*

Контрольное задание выполняется с применением пакета прикладных программ «Альфа-7». В ходе работы необходимо:

- определить перечень воздушных трасс региона;
- определить навигационное обеспечение данных трасс;
- выполнить анализ точности и безопасности полетов по выбранным маршрутам с использованием «Альфа-7»;
- сделать вывод о необходимости принятия решения о обеспечении требуемой безопасности полетов и выработать эти решения.

*3. Расчет характеристик диспетчерского радиолокатора.*

Контрольное задание включает в себя следующие этапы:

- расчет дальности действия РЛС без учета влияния земной поверхности;
- расчет формы ДНА без учета влияния земной поверхности;
- расчет формы ДНА и дальности действия с учетом влияния земной поверхности;
- расчет дальности действия и зоны обзора при наличии закрытий.

*4. Исследование влияния переотраженных местными предметами сигналов на точность работы РМСП.*

Контрольное задание выполняется с применением программного обеспечения GR-ILS. В ходе работы необходимо:

- изучить физические процессы, приводящие к искривлению задаваемой РМСП посадочной траектории;
- подготовить исходные данные и составить прогноз характера искривлений посадочной траектории;
- выполнить необходимые расчеты с применением программы GR-ILS;
- обработать полученные результаты и сделать вывод.

**Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения**

## **полетов воздушных судов и авиационная электросвязь» в форме экзамена в 11 семестре**

1. Краткая история развития авиационных радиотехнических систем.
2. Информация и сигналы. Классификация сигналов.
3. Радиотехнические цепи и их классификация.
4. Сигналы и их модели.
5. Гармонический сигнал.
6. Пространство сигналов.
7. Декомпозиция сигналов в системе базисных функций.
8. Периодические сигналы и ряд Фурье.
9. Примеры спектров периодических сигналов.
10. Преобразование Фурье и его свойства.
11. Преобразование Фурье для некоторых сингулярных функций.
12. Корреляционная функция детерминированных сигналов.
13. Энергетические соотношения представления сигналов во временной и частотной областях.
14. Модуляция. Базовые понятия.
15. Амплитудная модуляция и ее разновидности.
16. Угловая модуляция и ее разновидности.
17. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляции.
18. Внутриимпульсная модуляция.
19. Спектральные характеристики модулированных сигналов.
20. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.
21. Комплексная огибающая радиосигнала.
22. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы.
23. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов.
24. Спектральные характеристики дискретного сигнала.
25. Теорема Котельникова-Шеннона.
26. Восстановление сигнала по наборам дискретных значений.
27. Разностные уравнения дискретных сигналов.
28. Понятие случайного процесса.
29. Вероятностные характеристики случайного процесса.
30. Стационарность и эргодичность.
31. Корреляционные функции и спектральные характеристики случайных процессов.
32. Теорема Винера-Хинчина.
33. Узкополосный случайный процесс.
34. Вероятностные характеристики дискретных сигналов.
35. Временные ряды как дискретные модели сигналов
36. Общие сведения о хаотических и фрактальных процессах.
37. Двухполюсники и четырехполюсники как базовые структурные элементы радиотехнических цепей.
38. Методы анализа прохождения сигналов через детерминированные цепи.
39. Преобразование Лапласа и его основные свойства.

40. Понятие передаточной функции.
41. Временные и частотные характеристики линейных цепей.
42. Модели цепей в пространстве состояний.
43. Фундаментальная матрица и методы ее вычисления.
44. Прохождение сигналов через простейшие RC и RL цепи. Интегрирующие и дифференцирующие цепи.
45. Последовательный колебательный контур и его основные характеристики.
46. Параллельный колебательный контур и его основные характеристики.
47. Частотно-избирательные характеристики линейных цепей. Понятие электрического фильтра.
48. Классификация электрических фильтров и основы методологии их расчета.
49. Однонаправленные цепи и цепи с обратной связью.
50. Устойчивость в линейных цепях.
51. Прохождение случайного сигнала через линейные цепи.
52. Нелинейные цепи и их характеристики.
53. Математическое моделирование нелинейных цепей и аппроксимация их характеристик.
54. Прохождение гармонического сигнала через безынерционный нелинейный элемент. Преобразование частоты сигнала.
55. Амплитудное модулирование и детектирование.
56. Частотное и фазовое детектирование.
57. Прохождение случайного сигнала через безынерционный нелинейный элемент.
58. Положительная и отрицательная обратная связь. Возникновение автоколебательной системы.
59. Возникновение колебаний в автогенераторе. Режимы самовозбуждения.
60. Баланс амплитуд и баланс фаз.
61. Нелинейное уравнение автогенератора.
62. Анализ простейших схем автогенераторов.
63. Понятие согласованной фильтрации.
64. Применение согласованной фильтрации.
65. Изменение соотношения "сигнал/шум" на входе и выходе фильтра.
66. Фильтр Винера. Основные понятия.
67. Фильтр Калмана. Основные понятия.
68. Оптимальная и квази-оптимальная фильтрация при окрашенных шумах.
69. Дискретные уравнения линейной цепи.
70. Z-преобразование и его основные свойства.
71. Дискретная свертка и дискретная передаточная функция. Временные и частотные характеристики.
72. Дискретное преобразование Фурье.
73. Быстрое преобразование Фурье. Основы цифрового спектрального оценивания сигналов.

74. Структурные схемы цифровых фильтров.
75. Простейшие фильтры с конечной импульсной характеристикой.
76. Простейшие фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.
77. Эффекты конечной разрядности в цифровых фильтрах.
78. Общие сведения об адаптивных фильтрах.
79. Трансверсальная и решетчатая структура адаптивных цифровых фильтров.
80. Общие сведения об адаптивных антенных решетках и адаптивном формировании луча.

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

Приступая в 10 семестре к изучению дисциплины «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи», 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 11 семестре особое внимание уделяется развитию способностей студента в решении задач оптимизации состава и размещения средств РТОП и АЭС, а также задач оптимальной фильтрации Калмана. В конце 11 семестра проводится промежуточная аттестация в форме экзамена.

При проведении всех видов занятий основное внимание уделяется рассмотрению нормативных документов, регламентирующих требования к характеристикам, составу и размещению средств РТОП и АЭС, а также рассмотрению задач по организации РТОП и способам их решения.

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

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи», ее 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 организации радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи.

Теоретические положения, излагаемые в лекциях, иллюстрируются примерами их практической реализации в радиоэлектронных системах и средствах авиационной электросвязи и передачи данных. 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 10 семестра.

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 расчета эксплуатационных характеристик средств РТОП и АЭС, а также методов решения задач оптимизации состава и размещения средств РТОП и АЭС. На практических занятиях отрабатываются решения расчетных задач и ситуационных по материалу изучаемой дисциплины. Осваиваются методы аналитического решения расчетных задач и вырабатываются навыки использования программного обеспечения при решении ситуационных задач. Часть практических занятий связана с приростом компетенций в использовании цифровых технологий в контексте цифровой трансформации профессиональной деятельности.

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

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. 9.6).

Итоговый контроль знаний студентов по темам дисциплины проводится в форме выполнения заданий практических занятий, а по семестрам – в виде зачета и экзамена.

Примерный перечень вопросов для зачета по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» приведен в п. 9.6. Примерный перечень вопросов для экзамена по дисциплине

«Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи», а также типовые задачи (и комплексные задачи) для экзамена также приведены в п. 9.6.

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 Радиозлектронных систем (№12) «25» мая 2021 года, протокол №8.

Разработчик:

к.т.н.

Рубцов Е.А.

Заведующий кафедрой радиозлектронных систем (№12)

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 « 16 » июня 2021 года, протокол № 7 .