

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по учебной работе

Н.Н. Сухих

2018 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  
**очная**

Санкт-Петербург  
2018

## **1 Цели освоения дисциплины**

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

-дать студентам систематические знания об основных эксплуатационных требованиях к радиотехническим системам связи, навигации, посадки, наблюдения;

-дать студентам систематические знания о методах оптимизации радиотехнического обеспечения полетов;

-дать студентам систематические знания о требованиях к структуре, составу и размещению средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи;

-подготовить 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 эксплуатационно-технологической деятельности.

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

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» представляет собой дисциплину вариативной части профессионального цикла дисциплин и относится к профессиональным дисциплинам, требует от студентов знаний по дисциплинам математического и естественнонаучного цикла, а также профессионального цикла в объеме, определяемом соответствующими программами.

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» базируется на курсах следующих дисциплин: «Авиационная метеорология», «Безопасность полетов», «Авиационный английский язык», «Электросветотехническое оборудование аэродромов», «Автоматика и управление», «Основы автоматике и радиоуправления»,

«Бортовые информационно-управляющие системы», «Авиационные и информационно-управляющие системы», «Радиотехническое оборудование аэродромов», «Системы отображения информации», «Оптико-электронные системы», «Радиотехнические средства навигации и посадки», «Радиоэлектронные средства наблюдения», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем».

Дисциплина «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» является обеспечивающей для государственного экзамена и дипломного проектирования.

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
Способность использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные программные средства, применяемые для решения профессиональных задач.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять программные средства решения профессиональных задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств.</li> </ul>
Способность и готовность эксплуатировать объекты авиационной инфраструктуры в соответствии с требованиями воздушного законодательства, федеральных	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законодательство и нормативные правовые акты Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства;</li> <li>- назначение, состав, основные технические характеристики радиотехнического оборудования.</li> </ul> <p>Уметь:</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации (ПК-58)</p>	<p>- оценивать влияние различных факторов на безопасность полетов с учетом требований воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации;</p> <p>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами оценки безопасности полетов с учетом требований воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации;</p> <p>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования.</p>
<p>Способность и готовность осуществлять выбор оборудования для замены в процессе эксплуатации воздушных судов и объектов авиационной инфраструктуры (ПК-61)</p>	<p>Знать:</p> <p>- требования к размещению радиотехнического оборудования;</p> <p>- эксплуатационно-технические характеристики радиотехнического оборудования.</p> <p>Уметь:</p> <p>- определять требуемые позиции размещения радиотехнического оборудования;</p> <p>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами определения требуемых позиций размещения радиотехнического оборудования;</p> <p>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования.</p>
<p>Владение методами и процедурами обеспечения безопасности полетов воздушных судов и</p>	<p>Знать:</p> <p>- показатели безопасности полетов воздушных судов;</p> <p>- назначение, состав, основные технические характеристики радиотехнического</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>безопасности использования воздушного пространства (ПК-74)</p>	<p>оборудования.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать уровень безопасности полетов воздушных судов;</li> <li>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами обеспечения безопасности полетов воздушных судов;</li> <li>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования.</li> </ul>
<p>Способность и готовность организовывать, обеспечивать и осуществлять техническую эксплуатацию объектов и средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи в соответствии с нормативными правовыми актами, устанавливающими правила технической эксплуатации объектов и средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи (ПСК-4.3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, состав, основные технические характеристики средств РТОП и АЭС;</li> <li>- принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования;</li> <li>- оценивать влияние различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования;</li> <li>- методами оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС.</li> </ul>
<p>Способность и готовность организовывать и</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС.</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>осуществлять техническое обслуживание радиотехнических средств и средств связи (ПСК-4.4)</p>	<p>Уметь:  - рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования.</p> <p>Владеть:  - методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования.</p>
<p>Способность и готовность организовывать и осуществлять оперативный контроль технического состояния средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи (ПСК-4.5)</p>	<p>Знать:  - назначение и основные эксплуатационно-технические характеристики средств РТОП и АЭС;  - принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС.</p> <p>Уметь:  - оценивать влияние различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС.</p> <p>Владеть:  - методами оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС.</p>
<p>Способность организовывать и обеспечивать учет и анализ отказов и неисправностей радиотехнических средств и средств связи, разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной</p>	<p>Знать:  - принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС;  - эксплуатационно-технические характеристики средств РТОП и АЭС;  - методы повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p> <p>Уметь:  - разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p> <p>Владеть:</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
электросвязи (ПСК-4.7)	- методами повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		9	10
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144
Контактная работа	98,8	42,3	56,5
лекции,	38	14	24
практические занятия,	58	28	30
семинары,			
лабораторные работы,			
курсовой проект (работа)			
другие виды аудиторных занятий.			
Самостоятельная работа студента	66	21	45
Промежуточная аттестация	54	9	45
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к (зачёту, экзамену)	51,2	8,7 Зачет	42,5 Экзамен

#### 5 Содержание дисциплины

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

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции								Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПК-58	ПК-61	ПК-74	ПСК-4.3	ПСК-4.4	ПСК-4.5	ПСК-4.7		
<i>Раздел 1. Основные эксплуатационные требования к авиационным комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения</i>	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения	8		*	*						ВК, Л, МШ, СРС	У
Тема 2. Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем	15			*		*	*	*	*	ЛВ, ИМ, СРС	У
Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения	10		*	*	*					ЛВ, ПЗ, СРС	У
Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP	10		*	*		*		*		ЛВ, ИМ, СРС	У
<i>Раздел 2. Требования к структуре, к составу и размещению средств РТОП и АЭС</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств	6		*	*						ЛВ, ПЗ, СРС	У



Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции								Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПК-58	ПК-61	ПК-74	ПСК-4.3	ПСК-4.4	ПСК-4.5	ПСК-4.7		
Тема 6. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС	6		*							ЛБ, ПЗ, СРС	У
Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры	4			*						ПЗ, СРС	У
Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС	4			*		*		*	*	ПЗ, СРС	У
Итого за 9 семестр	63										
<i>Раздел 3. Методы анализа и оптимизации РТОП</i>	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Методологические основы оптимизации системы РТОП	10				*					Л, ПЗ, СРС	У
Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП	10				*					Л, ПЗ, СРС	У
Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей	20	*								ЛВ, ПЗ, СРС	У
Тема 12. Имитационное моделирование	10				*					ЛВ, ПЗ, СРС	
Тема 13. Применение имитационного	21	*		*	*					ЛБ, ИМ,	У

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции								Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-23	ПК-58	ПК-61	ПК-74	ПСК-4.3	ПСК-4.4	ПСК-4.5	ПСК-4.7		
моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП										СРС	
Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана.	14				*					Л, ПЗ, СРС	У
Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах.	14	*			*					ЛВ, ИМ, СРС	У
Итого за 10 семестр	99										
Промежуточная аттестация	54										
Всего по дисциплине	216										

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

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела (темы) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
<i>Раздел 1. Основные эксплуатационные требования к авиационным комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения</i>	–	–	–	–	–	–	–
Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения	2	4	–	–	2	–	8
Тема 2. Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем	4	6	–	–	5	–	15
Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения	2	4	–	–	4	–	10
Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP	2	6	–	–	2	–	10
<i>Раздел 2. Требования к структуре, к составу и размещению средств РТОП и АЭС</i>	–	–	–	–	–	–	–
Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств	2	2	–	–	2	–	6
Тема 6. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС	2	2	–	–	2	–	6
Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры	–	2	–	–	2	–	4
Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС	–	2	–	–	2	–	4
<b>Итого за 9 семестр</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	–	–	<b>21</b>	–	<b>63</b>
<i>Раздел 3. Методы анализа и оптимизации РТОП</i>	–	–	–	–	–	–	–
Тема 9. Методологические основы	4	2	–	–	4	–	10

Наименование раздела (темы) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
оптимизации системы РТОП							
Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП	2	2	–	–	6	–	10
Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей	4	6	–	–	10	–	20
Тема 12. Имитационное моделирование	2	4	–	–	4	–	10
Тема 13. Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП	4	8	–	–	9	–	21
Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана	4	4	–	–	6	–	14
Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах.	4	4	–	–	6	–	14
Итого за 10 семестр	24	30	–	–	45	–	99
Промежуточная аттестация	–	–	–	–	–	–	54
Итого по дисциплине:	38	58	–	–	66	–	162
Всего по дисциплине	–	–	–	–	–	–	216

### 5.3 Содержание дисциплины

#### **РАЗДЕЛ 1. Основные эксплуатационные требования к авиационным комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения**

##### **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.

## **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 уклонения.

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.

## **РАЗДЕЛ 2. Требования к структуре, к составу и размещению средств РТОП и АЭС**

### **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.

## **РАЗДЕЛ 3. Методы анализа и оптимизация РТОП**

### **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 наследящих 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 гиросвертикали, 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)
<b>9 семестр</b>		
1	Практическое занятие №1. (Мозговой штурм) Анализ традиционных систем связи, навигации и наблюдения. Основные недостатки и их влияние на безопасность, интенсивность и регулярность полетов.	2
1	Практическое занятие №2. (Мозговой штурм) Анализ перспективных систем связи, навигации и наблюдения. Концепция (система) CNS/ATM.	2
2	Практическое занятие №3. (Исследовательский метод) Основные показатели точности и надежности. Методы расчета.	2
2	Практическое занятие № 4. (Исследовательский метод) Зона действия. Методика расчета зон действия.	2
2	Практическое занятие № 5. (Исследовательский метод) Рабочая область. Методика расчета рабочих областей.	2
3	Практическое занятие № 6. Методика определения требований к точности и безопасности полетов.	2
3	Практическое занятие № 7. Методика определения максимально допустимой средней квадратической погрешности линейного бокового уклонения	2



Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
4	Практическое занятие № 8. (Исследовательский метод) Концепция РВН (навигация, основанная на характеристиках).	2
4	Практическое занятие № 9. (Исследовательский метод) Требуемые характеристики связи – RCP.	2
4	Практическое занятие № 10. (Исследовательский метод) Требуемые характеристики наблюдения RSP.	2
5	Практическое занятие № 11. Регламентированные зоны КРМ и ГРМ, критические и чувствительные зоны. Нормы ИКАО на минимально допустимое расстояние между КРМ и ГРМ.	4
6	Практическое занятие № 12. Состав радиосвязного оборудования, необходимого для полетов в различных типах воздушного пространства.	2
7	Практическое занятие № 13. Примеры интеграции РЭА.	4
8	Практическое занятие № 14. Методика расчета надежности системы при различных вариантах резервирования.	2
Итого за 9 семестр		28
10 семестр		
9	Практическое занятие № 15. Классификация и анализ эффективности методов решения задач оптимизации.	2
10	Практическое занятие № 16. Математическая модель организации процесса развертывания наземного оборудования УВД на основе спутниковых систем.	2
11	Практическое занятие № 17. Определение размеров и формы зон действия РТС.	2
11	Практическое занятие № 18. Определение размеров и формы рабочих областей РТС.	2
11	Практическое занятие № 19. Оценка перекрытия воздушных трасс ЗД и РО средств РТОП и АЭС (работа с радионавигационными картами).	2
12	Практическое занятие № 20. Примеры имитационного моделирования. Имитационные математические модели.	2
12	Практическое занятие № 21. Имитационные модели средств РТОП. Понятие формирующего фильтра.	2
13	Практическое занятие № 22. (Исследовательский метод) Определение требований к точности самолетовождения при полетах по воздушным трассам.	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
13	Практическое занятие № 23. (Исследовательский метод) Определение СКП линейного бокового уклонения ВС.	2
13	Практическое занятие № 24. (Исследовательский метод) Применение имитационного моделирования для оценки точности самолетовождения (работа с имитационной моделью «Alfa-7»).	2
13	Практическое занятие № 25. (Исследовательский метод) Анализ уровня безопасности полетов по воздушным трассам (по результатам работы с имитационной моделью «Alfa-7»).	2
14	Практическое занятие № 26. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Алгоритмы и структурная схема оптимального фильтра Калмана.	2
14	Практическое занятие № 27. Уравнение Риккати. Включение фильтра Калмана в состав комплексной измерительной системы.	2
15	Практическое занятие № 28. (Исследовательский метод) Применение оптимальной фильтрации Калмана в комплексных навигационных системах.	2
15	Практическое занятие № 29. (Исследовательский метод) Показатели эффективности комплексирования.	2
Итого за 10 семестр		30
Итого по дисциплине		58

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

№ темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	9 семестр	
1-8	Подготовка к лекциям [1, 3, 4, 5, 10, 11]	10
5-8	Подготовка к практическим занятиям [1, 3, 4, 5, 10, 11]	5
1-4	Подготовка к интерактивным ПЗ (мозговой штурм, исследовательский метод) [1, 3, 4, 5,	6

№ темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	6, 7, 10, 11]	
Итого за 9 семестр		21
	10 семестр	
9-15	Подготовка к лекциям [2, 3, 4, 5, 10, 11]	20
9-12, 14	Подготовка к практическим занятиям [3, 4, 5, 8, 9, 10, 11]	17
13, 15	Подготовка к интерактивным ПЗ (исследовательский метод) [1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11]	8
Итого за 10 семестр		45
ИТОГО		66

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. 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 50.

2. Григорьев С.В. **Организация радиотехнического обеспечения полетов. Часть 2. Оптимизация РТОП по экономическому критерию** [Текст]: учебное пособие. – СПб.: ФГОУ ВПО СПб ГУ ГА, 2008. – 116 с. Количество экземпляров 160.

б) дополнительная литература:

3. 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»:

4. «**Отечественная радиотехника**» - виртуальный музей [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://rwbase.narod.ru>, свободный.

5. «Радиокот» - виртуальный форум [Электронный ресурс]/Режим доступа: . <http://radiokot.ru/forum> , свободный.

6. **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 21.01.2018).

7. **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 21.01.2018).

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

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

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

10. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 29.01.2018).

11. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 29.01.2018).

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

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.244.

2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры. Ауд.251.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

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

Учебным планом предусмотрено 54 часа для проведения интерактивных занятий (26 часов интерактивных лекций и 28 часов интерактивных ПЗ).

При изучении дисциплины проводится лекции, в том числе интерактивные.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематическое и последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению знаниями, умениями и навыками

читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Интерактивные лекции проводятся в нескольких вариантах

-лекция-визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Применяется темах:

– тема 2 «Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем» – 4 часа;

– тема 4 «Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP» – 2 часа;

– тема 5 «Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств» – 2 часа;

– тема 11 «Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей» – 4 часа;

– тема 12 «Имитационное моделирование» – 2 часа;

– тема 15 «Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах» – 4 часа;

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

– тема 3 «Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения» – 2 часа;

– тема 6 «Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС» – 2 часа;

– тема 13 «Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП» – 4 часа.

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

- мозговой штурм– метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Является методом экспертного оценивания. На первом этапе проведения «мозгового штурма» группе задается определенная проблема для обсуждения, участники

по очереди высказывают предложения. На втором этапе обсуждают высказанные предложения, возможна дискуссия. На третьем этапе группа представляет презентацию результатов по заранее определенному принципу. Для активизации процесса генерирования идей в ходе «штурма», рекомендуется использовать приемы: инверсия, аналогия. Применяется в теме 1 «Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций навигации, связи и наблюдения» – 4 часа;

- исследовательский метод – в основе метода лежит проблемное обучение, направленное на развитие активности, ответственности и самостоятельности в принятии решений. Исследовательская форма проведения занятий предполагает: ознакомление с областью и содержанием предметного исследования, формулировка целей и задач исследования, сбор данных об изучаемом объекте, проведение исследования (выделение изучаемых факторов, выдвижение гипотезы, моделирование), объяснение полученных данных, формулировка выводов, оформление результатов работы. Метод может быть реализован в виде компьютерного моделирования. Применяется в темах:

– тема 2 «Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем» – 6 часов;

– тема 4 «Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP» – 6 часов;

– тема 13 «Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП» – 8 часов [3, 6];

– тема 15 «Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах» – 4 часа [2, 7].

Самостоятельная работа студента реализуется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также в активизации собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе [1, 2, 3].

**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 и авиационной электросвязи» 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, а также экзамена в десятом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает устные опросы.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» 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 устные ответы на 3 теоретических вопроса, тогда как экзамен – устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня экзаменационных вопросов и письменного решения одной задачи из перечня экзаменационных задач (по согласованию с преподавателем студент может выбрать для решения комплексную задачу повышенной сложности).

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

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

9 семестр

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
	<b>Тема 1. Радиотехническое обеспечение полетов в рамках традиционной и перспективной концепций</b>				

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
	<b>навигации, связи и наблюдения</b>				
	<i><b>Аудиторные занятия</b></i>				
1	Лекции (1)	2	3	14	
2	ПР (2)	4	6	14	МШ
	<b>Тема 2. Основные эксплуатационно-технические характеристики радиотехнических систем</b>				
	<i><b>Аудиторные занятия</b></i>				
3	Лекция (2)	4	6	14	ЛВ
4	ПР (3)	8	12	14	
	<b>Тема 3. Требования к безопасности полетов и точности самолетовождения</b>				
	<i><b>Аудиторные занятия</b></i>				
5	Лекция (1)	2	3	14	ЛВ
6	ПР (2)	5	8	14	ИМ
	<b>Тема 4. Эксплуатационные требования к комплексам навигации, посадки, связи и наблюдения. Система требуемых характеристик RTSP</b>				
	<i><b>Аудиторные занятия</b></i>				
7	Лекция (1)	2	3	14	ЛВ
8	ПР (3)	6	9	14	ИМ
	<b>Тема 5. Требования к составу и размещению наземных радиотехнических средств</b>				
	<i><b>Аудиторные занятия</b></i>				
9	Лекция (1)	2	3	14	ЛВ
10	ПР (1)	2	4	14	
	<b>Тема 6. Требования к составу и структуре</b>				



№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
	<b>бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования ВС</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
11	Лекция (1)	2	3	14	ЛБ
12	ПР (1)	2	4	14	
	<b>Тема 7. Интеграция радиоэлектронной аппаратуры</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
13	ПР (1)	2	3	14	
	<b>Тема 8. Резервирование средств РТОП и АЭС</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
14	ПР (1)	2	3	14	
	<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
	<b>Зачет</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
	<b>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	<b>Итого дополнительно премияльных баллов</b>		<b>20</b>		
<b>Итого баллов за 9 семестр</b>		<b>60</b>	<b>120</b>		
<b>Перевод бально-рейтинговой системы в зачетную оценку</b>					
<b>Количество баллов по бально-рейтинговой оценке</b>		<b>Результат сдачи зачета</b>			

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
60 баллов и более		Зачтено			
менее 60 баллов		Не зачтено			

10 семестр

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		минимальное значение	максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
	<b>Тема 9. Методологические основы оптимизации системы РТОП</b>				
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Лекции (2)	3	5	6	
2	ПР (1)	2	3	6	
	<b>Тема 10. Математические модели задач оптимизации РТОП</b>				
<i>Аудиторные занятия</i>					
3	Лекции (1)	2	3	6	
4	ПР (1)	2	3	6	
	<b>Тема 11. Оценка степени перекрытия радионавигационных, радиолокационных и радиосвязных полей</b>				

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковы й номер недели с начала семестра)	Прим ечани е
		минимал ьное значение	максимал ьное значение		
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
5	Лекция (1)	2	3	6	ЛВ
6	ПР (3)	6	9	6	
	<b>Тема 12. Имитационное моделирование</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
7	Лекция (1)	2	3	6	ЛВ
8	ПР (2)	4	6	6	
	<b>Тема 13. Применение имитационного моделирования при оптимизации структуры, состава и технологии применения средств РТОП</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
9	Лекция (2)	3	5	6	ЛБ
10	ПР (4)	7	10	6	ИМ
	<b>Тема 14. Основы методов оптимальной статистической обработки информации. Оптимальная фильтрация Калмана</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
11	Лекции (2)	3	5	6	
12	ПР (2)	3	5	6	
	<b>Тема 15. Оптимальный фильтр Калмана в комплексных навигационных системах</b>				
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>					
13	Лекция (2)	3	5	6	ЛВ
14	ПР (2)	3	5	6	ИМ
	<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
	<b>Экзамен</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		минимальное значение	максимальное значение		
	<b>Премиальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	<b>Итого баллов за 10 семестр</b>	<b>60</b>	<b>120</b>		
<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти балльной «академической» шкале</b>					
<b>Количество баллов по балльно-рейтинговой системе</b>		<b>Оценка (по 5-ти балльной «академической» шкале)</b>			
<b>90 и более</b>		5 - «отлично»			
<b>75-89</b>		4 - «хорошо»			
<b>60-74</b>		3 - «удовлетворительно»			
<b>менее 60</b>		2 - «неудовлетворительно»			

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

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

*Зачет* позволяет оценить уровень освоения компетенций за период обучения (семестр).

*Экзамен* предполагает ответ на теоретические вопросы билета из перечня вопросов, вынесенных на экзамен по всему курсу (за весь период изучения дисциплины). К моменту сдачи экзамена должны быть пройдены предыдущие формы контроля.

Посещение лекционного занятия обучающимся оценивается в 1 балл. Активная работа на лекции (ответы на вопросы преподавателя) дополнительно оценивается в 1 балл. Подготовка электронного конспекта лекционного занятия дополнительно оценивается в 1 балл. Посещение всех практических занятий обучающимся оценивается в 1 балл. Активная работа обучающегося на практическом занятии оценивается до 3 баллов в соответствии с методикой, приведенной в п.9.5.

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

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

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

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 для бально-рейтинговой оценки

Характеристика шкал оценивания приведена ниже:

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

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
----------	------------	---------------------------

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p><b>Знать:</b> - основные программные средства, применяемые для решения профессиональных задач;</p>	<p>Приводит перечень программных средств. Описывает область применения, решаемые задачи. Приводит пример решения конкретных задач с помощью данных программных средств.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит полный перечень программных средств, допускает неточности и ошибки в описании их области применения, не приводит пример решения конкретной задачи <b>2 балла:</b> приводит полный перечень программных средств, описывает их области применения, может привести пример решения конкретной задачи только после дополнительных уточняющих вопросов <b>3 балла:</b> приводит полный перечень программных средств, описывает их задачи и области применения, приводит примеры решения конкретных задач</p>
<p>- законодательства и нормативные правовые акты Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства;</p>	<p>Приводит структуру воздушного законодательства РФ. Приводит перечень нормативных правовых актов Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства. Может привести содержание документов, регламентирующих РТОП.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит структуру воздушного законодательства РФ, с незначительными ошибками приводит перечень нормативных правовых актов Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства, не может привести содержание документов, регламентирующих РТОП. <b>2 балла:</b> приводит структуру воздушного законодательства РФ, приводит перечень нормативных правовых актов Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства, приводит содержание ряда документов, регламентирующих РТОП только после дополнительных уточняющих вопросов <b>3 балла:</b> приводит структуру воздушного законодательства РФ, приводит перечень нормативных правовых актов Российской Федерации в области безопасности полетов воздушных судов и использования воздушного пространства, приводит содержание документов, регламентирующих РТОП</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p>- назначение, состав, основные технические характеристики радиотехнического оборудования.</p>	<p>Приводит перечень радиотехнического оборудования. Приводит назначение радиотехнического оборудования. Приводит основные технические характеристики радиотехнического оборудования.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит полный перечень радиотехнического оборудования, допускает неточности и ошибки в описании назначения радиотехнического оборудования, не приводит основные технические характеристики радиотехнического оборудования. <b>2 балла:</b> приводит полный перечень радиотехнического оборудования, приводит назначение радиотехнического оборудования, может привести основные технические характеристики радиотехнического оборудования только после дополнительных уточняющих вопросов <b>3 балла:</b> приводит полный перечень радиотехнического оборудования, приводит назначение радиотехнического оборудования, приводит полное описание основных технических характеристик радиотехнического оборудования</p>
<p>- требования к размещению радиотехнического оборудования;</p>	<p>Приводит нормативные документы, регламентирующие требования к размещению радиотехнического оборудования. Может описать основные принципы размещения радиотехнического оборудования. Может привести требования к размещению РМСР.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит полный перечень нормативных документов, регламентирующих требования к размещению радиотехнического оборудования, допускает неточности и ошибки в описании основных принципов размещения радиотехнического оборудования, не приводит требования к размещению РМСР. <b>2 балла:</b> приводит полный перечень нормативных документов, регламентирующих требования к размещению радиотехнического оборудования, приводит основные принципы размещения радиотехнического оборудования, может привести требования к размещению РМСР только после дополнительных уточняющих вопросов <b>3 балла:</b> приводит полный перечень нормативных документов, регламентирующих требования к размещению радиотехнического оборудования, приводит основные принципы размещения</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
- эксплуатационно-технические характеристики радиотехнического оборудования.	<p>Приводит перечень ЭТХ.</p> <p>Может дать определение основных ЭТХ (точность, надежность, зона действия, рабочая область).</p> <p>Может описать методику определения показателей основных ЭТХ.</p>	<p>радиотехнического оборудования, приводит требования к размещению РМСП.</p> <p><b>1 балл:</b> приводит полный перечень ЭТХ, допускает неточности и ошибки в определении основных ЭТХ, не может описать методику определения показателей основных ЭТХ.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит полный перечень ЭТХ, приводит определения основных ЭТХ, может описать методику определения показателей основных ЭТХ только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит полный перечень ЭТХ, приводит определения основных ЭТХ, может описать методику определения показателей основных ЭТХ</p>
- показатели безопасности полетов воздушных судов;	<p>Может назвать нормативные документы, содержащие требования по безопасности полетов ВС.</p> <p>Может перечислить основные показатели безопасности полетов ВС.</p> <p>Может привести методику определения безопасности полетов при движении ВС по воздушным трассам.</p>	<p><b>1 балл:</b> называет нормативные документы, содержащие требования по безопасности полетов ВС, допускает неточности и ошибки при перечислении основных показателей безопасности полетов ВС, не приводит методику определения безопасности полетов при движении ВС по воздушным трассам</p> <p><b>2 балла:</b> называет нормативные документы, содержащие требования по безопасности полетов ВС, может перечислить основные показатели безопасности полетов ВС, может привести методику определения безопасности полетов при движении ВС по воздушным трассам только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> называет нормативные документы, содержащие требования по безопасности полетов ВС, может перечислить основные показатели безопасности полетов ВС, может привести методику определения безопасности полетов при движении ВС по воздушным трассам</p>
- принцип действия и эксплуатационные ограничения средств РТОП и	<p>Приводит назначение и технические характеристики средств РТОП и АЭС.</p> <p>Приводит</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит назначение и технические характеристики средств РТОП и АЭС, допускает неточности и ошибки при описании эксплуатационных ограничений</p>



Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
АЭС.	<p>эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС.</p> <p>Приводит принцип действия средств РТОП и АЭС.</p>	<p>средств РТОП и АЭС, не приводит принцип действия средств РТОП и АЭС.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит назначение и технические характеристики средств РТОП и АЭС, может описать эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС, может привести принцип действия средств РТОП и АЭС только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит назначение и технические характеристики средств РТОП и АЭС, описывает эксплуатационные ограничения средств РТОП и АЭС, приводит принцип действия средств РТОП и АЭС</p>
<p>- методы повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p>	<p>Приводит основные показатели надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p> <p>Приводит методы оценки основных показателей надежности.</p> <p>Приводит методы повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит основные показатели надежности работы средств РТОП и АЭС, допускает неточности и ошибки в описании методов оценки основных показателей надежности, не приводит методы повышения надежности работы средств РТОП и АЭС.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит основные показатели надежности работы средств РТОП и АЭС, может описать методы оценки основных показателей надежности, может привести методы повышения надежности работы средств РТОП и АЭС только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит основные показатели надежности работы средств РТОП и АЭС, может описать методы оценки основных показателей надежности, приводит методы повышения надежности работы средств РТОП и АЭС</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
<p><b>Уметь:</b> - применять программные средства решения профессиональных задач;</p>	<p>Излагает принцип работы программы: входные и выходные данные. Указывает граничные условия для входных и выходных данных. Приводит математическое описание работы программы.</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно излагает принцип работы программы, допускает ошибки при определении граничных условий, не может привести математическое описание программы. <b>2 балла:</b> правильно излагает принцип работы программы, указывает граничные условия для входных и выходных данных, может привести математические формулы, описывающие работу программы только после дополнительных уточняющих вопросов. <b>3 балла:</b> правильно излагает принцип работы программы, указывает граничные условия для входных и выходных данных, дает математическое описание программы.</p>
<p>- оценивать влияние различных факторов на безопасность полетов с учетом требований законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации</p>	<p>Перечисляет основные факторы, влияющие на безопасность полетов. Указывает нормативные правовые акты Российской Федерации, описывающие основные факторы, влияющие на безопасность полетов. Может оценить влияние различных факторов на безопасность полетов.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит основные факторы, влияющие на безопасность полетов, допускает неточности и ошибки в описании нормативных правовых актов Российской Федерации, не приводит методы оценки влияния различных факторов на безопасность полетов. <b>2 балла:</b> приводит основные факторы, влияющие на безопасность полетов, описывает нормативные правовые акты Российской Федерации, может привести методы оценки влияния различных факторов на безопасность полетов только после дополнительных уточняющих вопросов <b>3 балла:</b> приводит основные факторы, влияющие на безопасность полетов, описывает нормативные правовые акты Российской Федерации, может привести методы оценки влияния различных факторов на безопасность полетов</p>
<p>- рассчитывать основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования</p>	<p>Перечисляет основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования. Приводит методы расчета эксплуатационных характеристик радиотехнического оборудования</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования, допускает ошибки в описании методов расчета эксплуатационных характеристик радиотехнического оборудования, не может применить методы на практике. <b>2 балла:</b> приводит основные эксплуатационные характеристики</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p>радиотехнического оборудования, может описать методы расчета эксплуатационных характеристик радиотехнического оборудования, может применить методы на практике только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит основные эксплуатационные характеристики радиотехнического оборудования, может описать методы расчета эксплуатационных характеристик радиотехнического оборудования, может применить методы на практике</p>
<p>- определять требуемые позиции размещения радиотехнического оборудования;</p>	<p>Приводит методы оценки позиций размещения радиотехнического оборудования. Может обосновать выбор оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит методы оценки позиций размещения радиотехнического оборудования, не может обосновать выбор оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит методы оценки позиций размещения радиотехнического оборудования, может обосновать выбор оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит методы оценки позиций размещения радиотехнического оборудования, может обосновать выбор оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования</p>
<p>- оценивать уровень безопасности полетов воздушных судов</p>	<p>Приводит основные показатели безопасности полетов. Описывает методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит основные показатели безопасности полетов, допускает неточности и ошибки в описании методов оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах, не может применять методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит основные показатели безопасности полетов, описывает методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах, может применять методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах только после дополнительных уточняющих вопросов</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p><b>3 балла:</b> приводит основные показатели безопасности полетов, описывает методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах, может применять методы оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах</p>
<p>- оценивать влияние различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС</p>	<p>Приводит перечень факторов, влияющих на качество функционирования средств РТОП и АЭС. Может оценить влияние различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит основные факторы, влияющие на качество функционирования средств РТОП и АЭС, не может правильно описать методы оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит основные факторы, влияющие на качество функционирования средств РТОП и АЭС, может описать методы оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС только после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит основные факторы, влияющие на качество функционирования средств РТОП и АЭС, может описать методы оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС</p>
<p>- разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p>	<p>Может перечислить показатели надежности. Может описать методы расчета показателей надежности. Может описать мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p>	<p><b>1 балл:</b> приводит показатели надежности, допускает неточности и ошибки в описании методов расчета показателей надежности, не приводит мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи.</p> <p><b>2 балла:</b> приводит показатели надежности, допускает неточности и описывает методы расчета показателей надежности, может привести мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи только после дополнительных уточняющих</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p>вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> приводит показатели надежности, допускает неточности и описывает методы расчета показателей надежности, может привести мероприятия по повышению надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств;</p>	<p>практически способен выполнить задание по оценке точности самолетовождения и безопасности полетов на трассе с помощью программ «Alfa-1», «Alfa-2», «Alfa-7» или их аналогов;</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>
<p>- методами оценки безопасности полетов с учетом требований воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации;</p>	<p>практически способен выполнить задание по оценке уровня безопасности полетов на воздушных трассах с учетом требований воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое компьютерное моделирование, но допускает ошибки в обосновании найденного решения, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и понимание принципов оценки уровня безопасности полетов на воздушных трассах с учетом требований воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание принципов оценки уровня</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
- методами определения требуемых позиций размещения радиотехнического оборудования	практически способен выполнить задание по выбору оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования	<p>безопасности полетов на воздушных трассах</p> <p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание по выбору оптимальных позиций размещения радиотехнического оборудования, но допускает ошибки в обосновании найденного решения не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами практического выполнения задания и обоснования найденного решения после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и обоснования найденного решения</p>
- методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования	практически способен выполнить задание по расчету эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования;	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами расчета эксплуатационно-технических характеристик радиотехнического оборудования и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами выполнения задания и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>
- методами обеспечения безопасности полетов воздушных судов.	практически способен выполнить задание по оценке безопасности полетов воздушных судов на воздушных трассах	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание по оценке безопасности полетов воздушных судов на воздушных трассах, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами оценки</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p>безопасности полетов воздушных судов на воздушных трассах и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами оценки безопасности полетов воздушных судов на воздушных трассах и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>
<p>- методами оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС</p>	<p>практически способен выполнить задание по оценке влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание по оценке влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами оценки влияния различных факторов на качество функционирования средств РТОП и АЭС и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>
<p>- методами повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи</p>	<p>практически способен выполнить задание по применению методов повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи</p>	<p><b>1 балл:</b> правильно выполняет практическое задание по применению методов повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи, но допускает ошибки в установлении логически-смысловых связей проводимых действий не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>2 балла:</b> демонстрирует полное владение методами повышения надежности работы средств</p>

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
		<p>радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи и понимание логически-смысловых связей между ними после дополнительных уточняющих вопросов</p> <p><b>3 балла:</b> демонстрирует свободное и полное владение методами повышения надежности работы средств радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов и авиационной электросвязи и понимание логически-смысловых связей в проводимых действиях</p>

2. Максимальное количество баллов, полученных как за зачет, так и экзамен – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан», «экзамен сдан») – 15 баллов.

Неудовлетворительной сдачей как зачета, так и экзамена считается оценка менее 15 баллов. При неудовлетворительной сдаче зачета и экзамена или неявке по неуважительной причине как на зачет, так и на экзамен экзаменационная составляющая приравнивается к нулю. В этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет (экзамен).

Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на три вопроса билета. Экзаменационная оценка выставляется как сумма набранных баллов за ответы на два вопроса билета и за решение задачи.

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

– *1 балл:* отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;

– *2 балла:* нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;

– *3 балла:* нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;

– *4 балла:* ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– *5 баллов:* ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;



- *6 баллов*: ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- *7 баллов*: ответ хороший, но студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, но требовались наводящие вопросы;
- *8 баллов*: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- *9 баллов*: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность;
- *10 баллов*: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.

### 3. Решение экзаменационной задачи оценивается следующим образом:

- *10 баллов*: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;
- *9 баллов*: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;
- *8 баллов*: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;
- *7 баллов*: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;
- *6 баллов*: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- *5 баллов*: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, не

полная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

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

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

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

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

## **9.6 Типовые контрольные вопросы для проведения устного опроса и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 9 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/АТМ.

#### **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 типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 10 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

### **Примерный перечень заданий для проведения интерактивных ПЗ (мозговой штурм)**

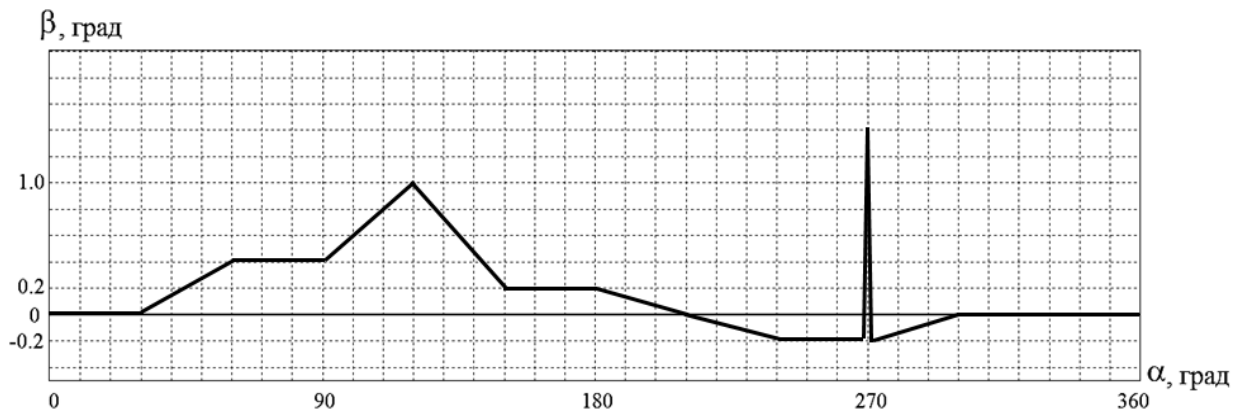
Проведение мозгового штурма подразумевает постановку перед учащимися задачи и поиск ими ее решения. Рассматриваются следующие вопросы:

1. Причины, препятствующие росту интенсивности и регулярности полетов.
2. Пути обеспечения безопасности полетов при увеличении интенсивности и регулярности.
3. Проблемы внедрения перспективных средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи.

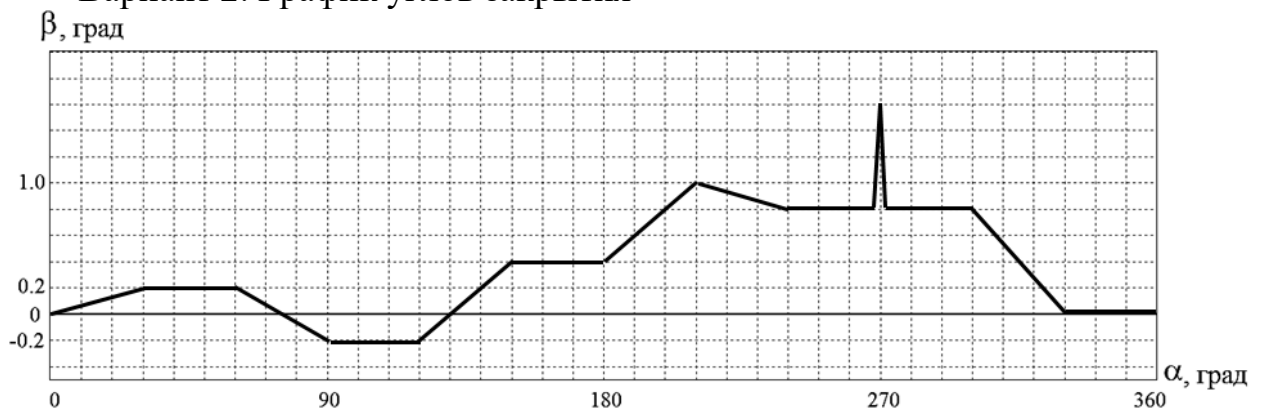
### **Примерный перечень заданий для проведения интерактивных ПЗ (исследовательский метод)**

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  $\sigma_D = 150\text{м}$

3) коэффициент нарастания погрешности дальномерного канала с расстоянием  $k_D = 0,11\% D$

4) навигационная спецификация RNP 2

---

**Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» в форме зачета в 9 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.

**Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи» в форме экзамена 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. Роль и место имитационного моделирования в системном анализе.
22. Классификация и структура имитационных моделей.
23. Принципы построения имитационных моделей и работы с ними.
24. Имитационные математические модели.
25. Оценка степени перекрытия радионавигационных и радиолокационных полей.
26. Оценка степени перекрытия рабочих областей РТС.



27. Оценка точности и БП по маршруту по данным отдельных навигационных систем.
28. Оценка точности и БП по маршруту при комплексном применении навигационных систем (Альфа-7).
29. Понятие формирующего фильтра.
30. Основные пути повышения точности измерительных комплексов.
31. Общая характеристика оптимальной фильтрации Калмана.
32. Обобщенная линейная динамическая модель измерительного комплекса.
33. Постановка задачи и основные алгоритмы ОФК
34. Включение фильтра Калмана в состав комплексной измерительной системы.
35. Линейная динамическая модель бокового канала навигационного комплекса.
36. ОФК в боковом канале навигационного комплекса.
37. Интеграции РЭА.
38. Резервирование РЭА.
39. Требования к составу радиотехнического оснащения аэропорта.
40. Требования к составу и структуре бортового навигационно-посадочного и связного радиотехнического оборудования.
41. Требования к размещению наземной аппаратуры СБН.
42. Размещение наземного оборудования РМСП МД.
43. Регламентированные зоны КРМ. Требования ИКАО к минимально допустимому расстоянию между КРМ.
44. Регламентированные зоны ГРМ. Требования ИКАО к минимально допустимому расстоянию между ГРМ
45. Критические и чувствительные зоны РМСП МД.

### **Типовые задачи для промежуточной аттестации в форме экзамена в 10 семестре**

1 Применение методов расчета зон действия радиотехнических средств в рамках организации радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов. Рассчитать зону действия радиотехнического средства исходя из заданного графика углов закрытия.

2 Методы расчета рабочих областей в рамках организации радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов. Рассчитать рабочую область радиотехнического средства исходя из точностных характеристик средства и требований по точности и безопасности полетов.

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

4 Исходные данные: радиотехническая система ближней навигации VOR/DME, точность определения азимута, точность определения дальности,

ширина воздушной трассы, вероятность нахождения на ширине воздушной трассы. Необходимо построить график зависимости средней квадратической погрешности линейного бокового уклонения от пройденного пути, а также определить размеры рабочей области VOR/DME.

5 Исходные данные: угол наклона глиссады, ширина сектора курса. Необходимо определить места размещения глиссадного радиомаяка и курсового радиомаяка.

#### **Комплексные задачи повышенной сложности:**

*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.

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

Приступая в 9 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 10 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 10 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 9 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.

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

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

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

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

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

Итоговый контроль знаний студентов по темам дисциплины проводится в форме выполнения заданий практических занятий, а по 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 ВПО по специальности 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

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

« 15 » января 2018 года, протокол № 6

Разработчики:  
К.т.н. \_\_\_\_\_ Рубцов Е.А

Заведующий кафедрой радиоэлектронных 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 «14» февраля 2018 года, протокол №5.