МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Антенны и устройства сверхвысокой частоты

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	44	44	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18	часов
5	Всего аудиторных занятий	96	96	часов
6	Из них в интерактивной форме	14	14	часов
7	Самостоятельная работа	84	84	часов
8	Всего (без экзамена)	180	180	часов
9	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
10	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр
Курсовая работа (проект): 7 семестр

Согласована на портале № 25683

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 16 от «29» 3 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 25683

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. КИПР _____ А. С. Шостак

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

Профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Е. В. Масалов

Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 25683

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

дать студентам теоретическую базу для изучения принципов действия, методов анализа, способов построения и основ эксплуатации антенн и СВЧ устройств, применяемых в ГА.

1.2. Задачи дисциплины

– привить способность к разработке проектов, технических условий, требований,

– технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности;

– привить готовность к участию в выполнении научно-исследовательских работ и опытно-

– конструкторских разработок транспортного радиооборудования, способность решения проблем монтажа и наладки авиационного радиоэлектронного оборудования

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны и устройства сверхвысокой частоты» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Проблемно-ориентированные пакеты прикладных программ в радиотехнике, Программируемые микроэлектронные устройства, Радиотехнические цепи и сигналы, Формирование и передача сигналов, Электродинамика и распространение радиоволн, Электротехника и электроника-1.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированные системы управления воздушным движением, Научно-исследовательская работа, Прием и обработка сигналов, Радиолокационные системы, Системы связи и телекоммуникаций.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-21 способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности;

– ПСК-1.2 готовностью к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого бортового и наземного авиационного радиоэлектронного оборудования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** знать принципы действия и характеристики антенн и СВЧ устройств, область их применения, способы формирования необходимых распределений полей излучения, основы антенных измерений; инженерные методы расчета излучающих систем и устройств СВЧ.

– **уметь** уметь работать с научно-технической литературой и измерительной аппаратурой при исследовании характеристик антенн и СВЧ устройств; оценивать соответствие эксплуатируемых устройств современному развитию техники; ориентироваться в современных представлениях о методах расчетах излучающих устройств и фидеров, принципах их работы.

– **владеть** владеть навыками анализа процессов в антенных системах, и технически грамотно эксплуатировать излучающие системы и фидерные тракты.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	96	96
Лекции	44	44
Практические занятия	18	18

Согласована на портале № 25683

Лабораторные работы	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18
Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	17	17
Проработка лекционного материала	30	30
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	37	37
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	5	4	0	14	18	23	ПК-21, ПСК-1.2
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	6	12	4	30		52	ПК-21, ПСК-1.2
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	6	2	4	11		23	ПК-21, ПСК-1.2
4 Интегральные схемы СВЧ . Гене-	7	0	0	3		10	ПК-21,

Согласована на портале № 25683

раторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.							ПСК-1.2
5 Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	7	0	4	4		15	ПК-21, ПСК-1.2
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	6	0	4	16		26	ПК-21, ПСК-1.2
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	7	0	0	6		13	ПК-21, ПСК-1.2
Итого за семестр	44	18	16	84	18	180	
Итого	44	18	16	84	18	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель	Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	5	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	5	

Согласована на портале № 25683

регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.			
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	6	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	6	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.	6	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	6	
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.	7	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	7	
5 Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник.	Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.	7	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	7	

Согласована на портале № 25683

Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.			
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны	6	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	6	
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ- антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	7	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	7	
Итого за семестр		44	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Проблемно-ориентированные пакеты прикладных программ в радиотехнике							+
2 Программируемые микроэлектронные устройства	+					+	
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+						

Согласована на портале № 25683

4 Формирование и передача сигналов				+			+
5 Электродинамика и распространение радиоволн		+					
6 Электротехника и электроника-1			+				
Последующие дисциплины							
1 Автоматизированные системы управления воздушным движением		+					+
2 Научно-исследовательская работа		+			+		
3 Прием и обработка сигналов	+	+					
4 Радиолокационные системы						+	+
5 Системы связи и телекоммуникаций	+						+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ПК-21	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе, Отчет по практическому занятию
ПСК-1.2	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Согласована на портале № 25683

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лабораторные занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
7 семестр				
Мозговой штурм	2	6	6	14
Итого за семестр:	2	6	6	14
Итого	2	6	6	14

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Измерение параметров взаимных и невзаимных коакси-альных четырехполюсников,	4	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	4	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Измерение параметров четырехполюсников метал-лических волноводных конструкций	4	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	4	
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Век-торная комплексная диаграмма	Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве	4	ПСК-1.2
	Итого	4	

Согласована на портале № 25683

направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.			
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Исследование поляризационной характеристики антенны	4	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Линии передач в виде проволочных и коаксиаль-ных фидеров	4	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	4	

Согласована на портале № 25683

2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Расчет параметров прямоугольных волноводов	2	ПК-21, ПСК-1.2
	Расчет параметров круглых волноводов	2	
	Расчет параметров П- и Н- волноводов	2	
	Расчет параметров полосковых волноводов	2	
	Объемные резонаторы, полосковые резонаторы	4	
	Итого	12	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Энергетические соотношения в линиях передач	2	ПК-21, ПСК-1.2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-21, ПСК-1.2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
2 Теория направляемых	Подготовка к практиче-	6	ПК-21,	Конспект самоподготов-

Согласована на портале № 25683

волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	ским занятиям, семинарам		ПСК-1.2	ки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	30		
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-21, ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Проработка лекционного материала	3	ПК-21, ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Тест
	Итого	3		
5 Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-21, ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	4		

Согласована на портале № 25683

в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.				
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Проработка лекционного материала	5	ПК-21, ПСК-1.2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Итого	16		
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Проработка лекционного материала	6	ПК-21	Защита курсовых проектов (работ), Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Тест
	Итого	6		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Анализ технического задания на проектирование.Подбор учебно - методической литературы.Проведение предварительных расчетов. Оформление окончательных расчетов.Подготовка к защите курсового проекта	18	ПК-21, ПСК-1.2
Итого за семестр	18	

Согласована на портале № 25683

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- рупорная антенна;
- зеркальная параболическая антенна;
- антенна волновой канал;
- кольцевая щелевая антенна;
- диэлектрическая стержневая антенна;
- спиральная антенна с осевым излучением;
- резонансная волноводно-щелевая антенна с круговой поляризацией;
- антенная решетка;
- микрополосковая круглая антенна с линейной поляризацией;
- микрополосковая прямоугольная антенна с круговой поляризацией;
- спиральная антенна с осевым излучением.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			10	10
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по курсовой работе	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Отчет по практическому занятию	6	6	6	18
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 25683

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1219, дата обращения: 13.05.2018.
2. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны.: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 169 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1285, дата обращения: 13.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд 2-е доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006, 376 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М. : Высшая школа, 1988, 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 61 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1204, дата обращения: 13.05.2018.
2. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов / Шостак А. С. - 2012. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2268, дата обращения: 13.05.2018.
3. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1319, дата обращения: 13.05.2018.
4. Антенны и устройства СВЧ: Учебный практикум / Козлов В. Г. - 2012. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1433, дата обращения: 13.05.2018.
5. Техническая электродинамика: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1320, дата обращения: 13.05.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 25683

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Профессиональные базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 302 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Pentium (10 шт.);
- Стеклянная доска для мела;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Acrobat Reader
– Google Chrome
– Microsoft Office
– Microsoft Windows
– Mozilla Firefox
– PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных

Согласована на портале № 25683

консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– PTC Mathcad13, 14

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

Согласована на портале № 25683

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1 Линия передачи называется регулярной, если в продольном направлении: а) поперечное сечение удовлетворяет условию S=const; б) ε , μ = const; в) S=const, ε = const, μ = const ; г) ε = const.

2. Линии передачи СВЧ энергии бывают открытые и в виде волноводов. А к какому виду вы отнесете микрополосковую линию передачи?: а) открытой; б) закрытой; в) определяется конструкцией; г) определяется конструкцией и диэлектрической проницаемостью.

3. Различают следующие типы волн: Т – волны, Е – волны, Н – волны и гибридные ЕН и НЕ волны. А к какому типу волн вы отнесете волну, имеющую продольные составляющие ? а) гибридная волна; б) Т – волна; в) Е – или г) Н – волны.

4. Известно, что фазовая скорость волны равна скорости света в материальной среде, заполняющей волновод. Какой тип волны распространяется по волноводу?: а) гибридная волна; б) Е – или в) Н – волна; г) Т – волна.

5. Полые волноводы с Е - или Н – волнами относятся к дисперсионным линиям передачи, поскольку фазовая скорость зависит от величины: а) ε ; б) μ ; в) σ и г) отношения λ0/ λКР.

6. Длина волны в волноводе с Е - или Н – волнами определяется а) ε ; б)μ ; в) σ и г) отношения λ0/ λКР.

7. Режим смешанных волн имеет место в волноводе при: а) наличии отраженной от нагрузки волны; б) наличии несогласованной нагрузки; в) появлении высших типов колебаний; г) наличие активной нагрузки.

8. Коэффициент бегущей волны не зависит от продольной координаты, если: а) отсутствует излучение из волновода; б) отсутствуют омические потери; в) линия передачи однородна; с) погонная реактивность равна нулю.

9. Коэффициент полезного действия линии передачи максимален, если: а) отсутствуют омические потери; б) реактивная часть нагрузки равна нулю ; в) линия нагружена на согласованное сопротивление.

10. Для достижения максимальной электрической прочности необходим: а) согласованный режим работы линии передачи; б) частотно независимый коэффициент отражения от нерегулярностей; в) по возможности минимальный КБВ; с) по возможности минимальная реактивность.

11. Различают фильтры нижней частоты , фильтры верхней частоты, полоснопропускающие фильтры и полоснозапирающие фильтры . А какой фильтр обозначает значок на схемах?: а) ПЗФ; б) ППФ; в) ФВЧ; с) ФНЧ.

12. Широкополосно согласующие цепи обеспечивают: а) полосу частот при максимально достижимом КБВ; б) максимально высокий КБВ в заданной полосе частот; в) максимальную полосу согласования при заданном КБВ.

13. Схема замещения (прототипа) фильтра содержит: а) R, C – цепочки; б) R, L – цепочки; в) L, C – цепочки; г) L, C, R – цепочки.

14. По конструкции волноводные аттенюаторы внешне не отличаются от волноводного фазовращателя. А в чем состоит отличие?: а) по форме пластины диэлектрика; б) диэлектрическая пластина имеет большой тангенс угла диэлектрической проницаемости; в) используется пластина из поглощающего материала; г) используется магнитный материал.

15. Магнитная проницаемость намагниченного феррита имеет резонансный характер для: а) левополяризованной волны (наблюдатель смотрит по полю); б) правополяризованной волны; в) обоих видов поляризации; г) Н0 и Н взаимно перпендикулярны.

16. Устройства с ферритами могут быть: а) взаимные; б) невзаимные; в) управляющие; с)

Согласована на портале № 25683

показывающие.

17 Эффект Фарадея имеет место: а) при совпадении направления распространения волны с направлением поля подмагничивания б) при нормальном распространении волны; в) при наклонном падении волны на магнитодиэлектрик; г) независимо от ориентации.

18. В вентиле с резонансным поглощением на прямоугольном волноводе используется: а) продольно намагниченный ферритовый вкладыш; б) поперечно намагниченный ферритовый вкладыш; в) произвольно намагниченный ферритовый вкладыш; г) ферритовый вкладыш располагают по центру волновода.

19. В дециметровом СВЧ диапазоне, с учетом масса – габаритных размеров ферритового фильтра, предпочтение следует отдать фильтру на: а) прямоугольных волноводах; б) микрополосковых волноводах; в) коаксиальных волноводах; г) круглых волноводах.

20. По определению к линейным антенным решеткам относятся рассмотренные выше: а) протяженная щель в металлическом экране; б) директорная антенна; в) логопериодическая антенна;г) спиральная антенна.

21. Линейная излучающая система (антенная решетка) полностью определяется: а) диаграммой направленности элементов системы; б) законом размещения центров излучателей вдоль оси; в) законом распределения комплексных амплитуд возбуждения по отдельным элементам; с) законом поляризации элементов.

22 В соответствии с теоремой перемножения, диаграмма направленности линейной (ДН) излучающей системы определяется: а) ДН элементарных излучателей; б) множителем направленности; в) коэффициентом замедления фазовой скорости волны; г)видом модуляции сигнала.

23 Для снижения уровня боковых лепестков необходимо: а) использовать неравномерное амплитудное возбуждение системы, спадающее к краям антенны; б) использовать случайное фазовое искажение возбуждения; в) использовать направленные элементы решетки; г) использовать неравномерное амплитудное возбуждение системы, спадающее к центру антенн.

24 Для излучения круговой поляризации волноводно – щелевой антенной используют: а) продольную щель; б) поперечную щель; в) крестообразную щель; г) круглую щель.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Линии передачи энергии в радиосистемах и устройствах.
2. Основные параметры линии передачи.
3. Основные типы линий передачи.
4. Влияние режима линии передачи на коэффициент полезного действия и пропускающую мощность.
5. Коэффициент отражения, определение КСВ и КБВ.
6. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.
7. Узкополосное согласование в линиях передачи.
8. Согласованные нагрузки.
9. Изоляторы для коаксиального тракта.
10. Реактивные нагрузки.
11. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ.
12. Повороты линий передачи.
13. Направлены ответвители. Кольцевые направленные ответвители.
14. Применение отрезков линий передачи в фильтрах СВЧ.
15. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования активных нагрузок.
16. Плавные переходы для широкополосного согласования активных нагрузок.
17. Классификация управляющих устройств СВЧ.
18. Механические коммутаторы, фазовращатели и аттенюаторы.
19. Антенные переключатели на газовых разрядниках.
20. Коммутационные диоды СВЧ.
21. Выключатели СВЧ на коммутационных диодах.
22. Дискретные фазовращатели на коммутационных диодах.
23. Классификация ферритовых устройств СВЧ.
24. Невзаимные и управляющие устройства с ферритами.
25. Устройства на основе эффекта Фарадея.

Согласована на портале № 25683

26. Устройства с поперечно – намагниченными ферритами.
27. Ферритовые фазовращатели.
28. Поляризаторы СВЧ, их применение.
29. Назначение и классификация антенн.
30. Элементарный излучатель, диаграмма направленности.
31. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны.
32. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.
33. Эквивалентная схема приемной антенны.
34. Шумовая температура приемной антенны.
35. Взаимное сопротивление антенн.
36. Электрический вибратор. Распределение тока и заряда.
37. Диаграмма направленности, сопротивление излучения, КНД вибратора.
38. Теорема перемножения ДН при анализе системы одинаковых параллельных вибраторов.
39. Конструкции вибраторных антенн.
40. Турникетные антенны.
41. Щелевые антенны.
42. Полосковые и микрополосковые антенны.
43. Принципы построения частотно-независимых антенн.
44. Частотно-независимые спиральные антенны.
45. Логопериодические антенны.
46. Линейные излучающие системы (решетки), КНД решетки.
47. Антенны бегущей волны.
48. Волноводно-щелевые антенны.
49. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва.
50. Множитель направленности синфазного раскрыва.
51. Сканирование луча в плоском раскрыве.
52. Плоские фазированные антенные решетки (ФАР).
53. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны.
54. Активные антенны. Активные фазированные решетки (АФАР).
55. Особенности антенн летательных аппаратов.
56. Влияние подстилающей среды на работу низко расположенных антенн.
57. Метод зеркальных изображений.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Самостоятельная работа студентов регламентируется “Учебным методическим пособием по самостоятельной работе студентов” в перечне методических указаний.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии

передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи.

КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.

– Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т -
22 10358

волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы.

Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный

резонатор. Полосковый резонатор.

– Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в

трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.

– Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на

коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.

– Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности.

Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема

приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.

Согласована на портале № 25683

– Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны

– Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ- антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Особенности бортовой и наземной антенны
Реактивные и согласованные нагрузки
Типы линий передачи
Структурная схема приемной антенны
Принципы согласования
Коммутаторы СВЧ
Экранированные линии передачи

14.1.6. Темы лабораторных работ

Измерение параметров взаимных и невзаимных коаксиальных четырехполюсников,
Измерение параметров четырехполюсников металлических волноводных конструкций
Измерение коэффициентов отражения от плоских объектов в свободном пространстве
Исследование поляризационной характеристики антенны

14.1.7. Темы курсовых проектов (работ)

- рупорная антенна;
- зеркальная параболическая антенна;
- антенна волновой канал;
- кольцевая щелевая антенна;
- диэлектрическая стержневая антенна;
- спиральная антенна с осевым излучением;
- резонансная волноводно-щелевая антенна с круговой поляризацией;
- антенная решетка;
- микрополосковая круглая антенна с линейной поляризацией;
- микрополосковая прямоугольная антенна с круговой поляризацией;
- спиральная антенна с осевым излучением.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно проверка

Согласована на портале № 25683

общемедицинским показаниям	работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 25683