МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ РАДИОДОСТУПА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы беспроводной связи и Интернета вещей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	36	часов
Практические занятия	36	54	90	часов
Самостоятельная работа	54	72	126	часов
Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	180	288	часов
	3	5	8	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	1
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 54675

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Дисциплина "Системы радиодоступа" является важной дисциплиной в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, Системы беспроводной связи и Интернета вещей, позволяющей обучить студентов принципам и основным методам моделирования современных сетей и систем телекоммуникаций. Освоить общие теории передачи сигналов в условиях многолучевого канала распространения сигналов, теорию цифровой обработки сигналов, методам анализа и синтеза сетей связи, качественные показатели и показатели надежности функционирования систем. В процессе изучения дисциплины студенты получают знания и навыки, необходимые для проектирования и эксплуатации современных телекоммуникационных сетей и систем.

1.2. Задачи дисциплины

1. Рассмотрение принципов и особенностей построения цифровых высокоскоростных систем передачи информации с использованием беспроводных каналов связи.
2. Изучение принципов моделирования систем и сетей телекоммуникаций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 54675

ПКР-1. Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	ПКР-1.1. Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты.	Понимает из чего складываются капитальные затраты при размещении системы передачи данных.
	ПКР-1.2. Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет производить аналитический обзор алгоритмов синхронизации систем передачи данных.
	ПКР-1.3. Умеет разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет разрабатывать ТЗ на разработку системы передачи данных.
	ПКР-1.4. Владеет навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогноза последствий, поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности.	Расчет параметров кодово-модуляционной и структуры OFDM символа, в условиях сложной помеховой обстановки, при необходимости обеспечить требуемую скорость передачи данных.

Согласована на портале № 54675

ПКР-2. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования	ПКР-2.1. Знает методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем.	Может рассчитать вероятность битовой ошибки при передаче данных в канале с АБГШ.
	ПКР-2.2. Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг.	Может измерить глубину частотно-селективных замираний в приемном устройстве.
	ПКР-2.3. Владеет навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников.	Может производить аналитический обзор литературы по заданной теме.
	ПКР-2.4. Владеет навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры.	Может измерить мощность сигнала на выходе передающего устройства.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		1 семестр	2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	126	54	72
Лекционные занятия	36	18	18
Практические занятия	90	36	54
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	126	54	72
Подготовка к зачету	18	18	
Подготовка к тестированию	45	18	27
Подготовка к устному опросу / собеседованию	39	18	21
Подготовка к дискуссии	24		24
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость (в часах)	288	108	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	8	3	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 54675

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Введение	2	2	6	10	ПКР-1
2 Цифровая модуляция, методы доступа	2	8	6	16	ПКР-1, ПКР-2
3 Оценка канала связи/эквалайзирование	2	4	6	12	ПКР-1
4 Синхронизация	2	6	6	14	ПКР-1, ПКР-2
5 Технология MIMO	2	4	6	12	ПКР-1, ПКР-2
6 Технологии расширения спектра	2	4	6	12	ПКР-1, ПКР-2
7 Технологии неортогонального множественного доступа	2	4	6	12	ПКР-2
8 Технология LP-WAN	2	-	6	8	ПКР-2
9 Пик-фактор сигналов сиситем связи, способы снижения пик-фактора	2	4	6	12	ПКР-2
Итого за семестр	18	36	54	108	
2 семестр					
10 Технология 5G	4	12	9	25	ПКР-1, ПКР-2
11 Технология NB-IoT	2	14	9	25	ПКР-1, ПКР-2
12 Технология LoRa	2	8	9	19	ПКР-1
13 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	2	6	9	17	ПКР-2, ПКР-1
14 Знакомство с SDR	2	6	10	18	ПКР-2, ПКР-1
15 Системы передачи данных по цепям питания	2	4	10	16	ПКР-2, ПКР-1
16 Цифровые предыскажения, технология DPD	2	4	10	16	ПКР-1
17 Заключение	2	-	6	8	ПКР-1
Итого за семестр	18	54	72	144	
Итого	36	90	126	252	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 54675

1 Введение	Предмет и задачи курса. Инфокоммуникационные сети и системы. Основные принципы построения моделей инфокоммуникационных сетей. Эволюция систем связи 1G - 5G.	2	ПКР-1
	Итого	2	
2 Цифровая модуляция, методы доступа	Амплитудная модуляция, фазовая модуляция, частотная модуляция, квадратурная амплитудная модуляция. Модуляция с ортогональным частотным мультиплексированием OFDM, OFDMA, SCFDMA.	2	ПКР-1
	Итого	2	
3 Оценка канала связи/эквалайзирование	Основные параметры беспроводного канала связи, затухание сигнала, частотно-селективные замирания, пилотные сигналы, методы оценки канала связи, эквалайзирование.	2	ПКР-1
	Итого	2	
4 Синхронизация	Кадровая синхронизация. Частотная синхронизация. Сигнально-кодовые конструкции. Временная синхронизация в OFDM системах связи. Частотная синхронизация в OFDM системах связи. Алгоритмы оценки временного и частотного сдвига для систем связи.	2	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	2	
5 Технология MIMO	Классификация систем по количеству приемных и передающих каналов (SISO, SIMO, MISO, MIMO). Пространственное мультиплексирование. Канальная матрица. Кодирование Аламоути в технологии MIMO.	2	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	2	
6 Технологии расширения спектра	Расширение спектра методом прямой последовательности. Расширение спектра с использованием псевдослучайной перестройки рабочей частоты. Расширение спектра с использованием линейной частотной модуляции.	2	ПКР-1
	Итого	2	
7 Технологии неортогонального множественного доступа	Технологии PD-NOMA, SCMA, Full Duplex wireless.	2	ПКР-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 54675

8 Технология LP-WAN	Основные характеристики, особенности построения, архитектура сетей LP-WAN, протоколы LP-WAN.	2	ПКР-2
	Итого	2	
9 Пик-фактор сигналов сиситем связи, способы снижения пик-фактора	Пик-фактор, нелинейные искажения, способы снижения пик-фактора.	2	ПКР-2
	Итого	2	
	Итого за семестр	18	
2 семестр			
10 Технология 5G	Обзор физического уровня. Помехоустойчивое кодирование, коды с малой плотностью на четность LDPC. Модуляция, множественный доступ и мультиплексирование каналов. Опорные сигналы в восходящем и нисходящем канале, параметры беспроводного канала связи, эквалайзирование. Синхронизация по времени и частоте.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
11 Технология NB-IoT	Сигналы и каналы NB-IoT, синхронизация, формирование и обработка сигналов в соответствии с NB-IoT.	2	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	2	
12 Технология LoRa	Формирование и обработка сигналов с использованием Линейной частотной модуляции, обзор протокола LoraWan, помехоустойчивость системы связи, работающей с использованием технологии Lora.	2	ПКР-1
	Итого	2	
13 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Сверхузкополосная модуляция, обзор протокола Sigfox, формирование и обработка сигнала с сверхузкополосной модуляцией. Помехоустойчивость системы связи использующей сверхузкоплосную модуляцию.	2	ПКР-2
	Итого	2	
14 Знакомство с SDR	Знакомство с программно-определяемыми радиосистемами (SDR - software defined radio). Программное обеспечение (ПО) для работы с SDR.	2	ПКР-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 54675

15 Системы передачи данных по цепям питания	Системы PLC, помеховая обстановка в PLC канале, особенности построения систем передачи данных по цепям питания, формирование и обработка сигналов.	2	ПКР-2
	Итого	2	
16 Цифровые предыскажения, технология DPD	Линейные и нелинейные искажения в усилителях, способы устранения линейных искажений, способы устранения нелинейных искажений. Статические и динамические цифровые предыскажения.	2	ПКР-1
	Итого	2	
17 Заключение	Подведение итогов курса, обзор основных технологических трендов.	2	ПКР-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Введение	Начало работы с Octave/Matlab	2	ПКР-1
	Итого	2	
2 Цифровая модуляция, методы доступа	«Реализация BPSK передатчика и приёмника в Octave»	2	ПКР-2
	Реализация QPSK передатчика и приёмника в Octave	2	ПКР-1
	OFDM модуляция	4	ПКР-2
	Итого	8	
3 Оценка канала связи/эквалайзирование	Оценка канала связи/эквалайзирование	4	ПКР-1
	Итого	4	
4 Синхронизация	Кадровая синхронизация	2	ПКР-1
	Частотная синхронизация	4	ПКР-1
	Итого	6	
5 Технология MIMO	Пространственно-временное кодирование, пространственное мультиплексирование.	4	ПКР-1
	Итого	4	
6 Технологии расширения спектра	Кодовое разделение каналов	4	ПКР-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 54675

7 Технологии неортогонального множественного доступа	Технология полнодуплексной беспроводной связи без использования временного и частотного разделения.	4	ПКР-2
	Итого	4	
9 Пик-фактор сигналов сиситем связи, способы снижения пик-фактора	Технологии FDMA и SC-FDMA	4	ПКР-2
	Итого	4	
	Итого за семестр	36	
	2 семестр		
10 Технология 5G	Формирование сигнала первичной и вторичной синхронизации стандарта 5G NR	2	ПКР-1
	Расчет пропускной способности Fronthaul	2	ПКР-1
	Формирование OFDM символов в соответствии со стандартом 5G NR, формирование физического широковещательного канала PBCH	4	ПКР-1
	Формирование опорных сигналов нисходящего канала в соответствии с стандартом 5G NR.	4	ПКР-1
	Итого	12	
11 Технология NB-IoT	Формирование сигналов первичной и вторичной синхронизации, формирование опорных сигналов.	2	ПКР-1
	Формирование кадра NB-IoT	2	ПКР-2
	Оценка канала, эквалайзирование в NB-IoT.	4	ПКР-1
	Кадровая синхронизация NB-IoT.	2	ПКР-2
	Частотная синхронизация NB-IoT.	4	ПКР-1
	Итого	14	
12 Технология LoRa	Формирование сигнала, модуляция/демодуляция LoRa.	4	ПКР-1
	Кадровая и частотная синхронизация LoRa	4	ПКР-1
	Итого	8	
13 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Формирование сигнала UNB.	2	ПКР-1
	Обработка сигнала UNB.	4	ПКР-1
	Итого	6	

Согласована на портале № 54675

14 Знакомство с SDR	1. Основы работы с операционной системой Linux и ПО для работы с SDR.	2	ПКР-2
	Основы работы в программном обеспечении GNU Radio.	2	ПКР-1
	Управление SDR при помощи GNU Radio. Реализация FM радиоприемника.	2	ПКР-1
	Итого	6	
15 Системы передачи данных по цепям питания	Формирование и обработка сигналов системы передачи данных по цепям питания	4	ПКР-1
	Итого	4	
16 Цифровые предыскажения, технология DPD	Реализация алгоритма компенсации линейных искажений усилителей с использованием цифровых предыскажений	4	ПКР-1
	Итого	4	
Итого за семестр		54	
Итого		90	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
2 Цифровая модуляция, методы доступа	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		

Согласована на портале № 54675

3 Оценка канала связи/эквалайзирование	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
4 Синхронизация	Подготовка к зачету	2	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
5 Технология MIMO	Подготовка к зачету	2	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
6 Технологии расширения спектра	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
7 Технологии неортогонального множественного доступа	Подготовка к зачету	2	ПКР-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
8 Технология LP-WAN	Подготовка к зачету	2	ПКР-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		

Согласована на портале № 54675

9 Пик-фактор сигналов сиситем связи, способы снижения пик-фактора	Подготовка к зачету	2	ПКР-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	6		
Итого за семестр		54		
2 семестр				
10 Технология 5G	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-1, ПКР-2	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	9		
11 Технология NB-IoT	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-1, ПКР-2	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	9		
12 Технология LoRa	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-1	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	9		
13 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Подготовка к тестированию	3	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-2	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	9		

Согласована на портале № 54675

14 Знакомство с SDR	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-2	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
15 Системы передачи данных по цепям питания	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-2	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-2	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
16 Цифровые предыскажения, технология DPD	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-1	Дискуссия
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	3	ПКР-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
17 Заключение	Подготовка к тестированию	3	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к дискуссии	3	ПКР-1	Дискуссия
	Итого	6		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		162		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	Зачёт, Устный опрос / собеседование, Тестирование, Экзамен, Дискуссия
ПКР-2	+	+	+	Зачёт, Устный опрос / собеседование, Тестирование, Экзамен, Дискуссия

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Согласована на портале № 54675

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
1 семестр				
Зачёт	10	10	11	31
Устный опрос / собеседование	10	10	10	30
Тестирование	13	13	13	39
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100
2 семестр				
Устный опрос / собеседование	7	7	6	20
Тестирование	10	10	10	30
Дискуссия	7	7	6	20
Экзамен				30
Итого максимум за период	24	24	22	100
Нарастающим итогом	24	48	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 54675

7.1. Основная литература

1. Основы радиосвязи [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Романюк ; Министерство образования Российской Федерации, Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (М.). - М. : Юрайт, 2011. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).
2. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).
3. Моделирование беспроводных систем связи: Учебное пособие / А. С. Вершинин - 2014. 231 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3911.

7.2. Дополнительная литература

1. Методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы / С. В. Мелихов - 2017. 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7028.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Системы радиодоступа: Методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов направления подготовки 11.04.02 / Е. В. Рогожников, Э. М. Дмитриев, К. В. Диноченко - 2021. 42 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9501.
2. Телекоммуникационные технологии: Методические указания к практическим работам / Е. В. Рогожников, К. Савенко - 2018. 52 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8924.
3. Многоканальные цифровые системы передачи / Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы для студентов направления 11.03.01 Радиотехника и 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев - 2022. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9629.

7.3.2. 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;
– 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,

Согласована на портале № 54675

текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория "Цифровая связь": 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Mathworks Matlab;

8.3. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.4. 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 зрения** 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.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

Согласована на портале № 54675

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Цифровая модуляция, методы доступа	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Оценка канала связи/эквалайзирование	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Синхронизация	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Технология MIMO	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 54675

6 Технологии расширения спектра	ПКР-1, ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Технологии неортогонального множественного доступа	ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Технология LP-WAN	ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Пик-фактор сигналов сиситем связи, способы снижения пик-фактора	ПКР-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Технология 5G	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
11 Технология NB-IoT	ПКР-1, ПКР-2	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий

Согласована на портале № 54675

12 Технология LoRa	ПКР-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
13 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	ПКР-2, ПКР-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
14 Знакомство с SDR	ПКР-2, ПКР-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
15 Системы передачи данных по цепям питания	ПКР-2, ПКР-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
16 Цифровые предыскажения, технология DPD	ПКР-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий

Согласована на портале № 54675

17 Заключение	ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

Согласована на портале № 54675

4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. 1. Полоса OFDM сигнала определяется :
   a. Количеством OFDM символов,
   b. Размером циклического префикса,
   c. Частотой дискретизации,
   d. Количеством поднесущих в спектре,
2. 2. Частотно-селективные замирания характерны для:
   a. Узкополосных сигналов,
   b. Широкополосных сигналов,
   c. Для обоих,
3. 3. Ошибка оценки передаточной функции канала не зависит от:
   a. Количества пилотных поднесущих,
   b. Интервала между пилотными поднесущими,
   c. Отношения сигнал/шум,
   d. Времени когерентности канала,
   e. Полосы когерентности канала.
4. 4. Время когерентности канала зависит от:
   a. Многоллучевости,
   b. Количества отражателей,
   c. Скокрости приемника,
   d. Полосы когерентности.
5. 5. Вид синхронизации, которого не существует:
   a. Символьная,
   b. Сигнальная,
   c. Частотная,
   d. Кадровая,
   e. Фазовая.
6. 6. Ошибка в частотной синхронизации при обработке QAM модулированного сигнала приведет:
   a. К зашумелению созвездия,
   b. К фазовому набегу,
   c. К амплитудным искажениям
7. 7. Длительность циклического префикса выбирается исходя из
   a. Количества OFDM символов в кадре,
   b. Времени когерентности канала связи,
   c. Полосы когерентности канала связи,
   d. Все перечисленное,
8. 8. Различают расширение спектра:
   a. Методом прямой последовательности
   b. Псевдослучайная перестройка рабочей частоты
   c. Линейная частотная модуляция
   d. Все вышеперчисленное
   e. Только Методом прямой последовательности и псевдослучайной перестройкой рабочей частоты

Согласована на портале № 54675

9. 9. Отличие OFDMA и SC-FDMA технологий заключается в:
    a. Разный размер циклического префикса,
    b. В OFDM присутствуют защитные интрвалы во временной области, в SC-FDMA нет,
    c. В SC-FDMA выполняется дополнительно дискретное преобразование Фурье,
    d. В OFDMA центральная поднесущая используется, в SC-FDMA не используется.
    e. В SC-FDMA применяется дополнителная оконная фильтрация.
10. 10. Преимущество технлогии SC-FDMA
    a. Меньший Пик Фактор,
    b. Больший Пик Фактор,
    c. Выше спектральная эффективность,
    d. Выше скорость передачи данных.
11. 11. Кодирование Аламоути используется для
    a. Повышения спетральной эффективности,
    b. Повышения скорости передачи данных,
    c. Повышения помехозащищенности,
    d. Уменьшения искажений в канале связи,
    e. Повышения энергетической эффективности.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Сигналы и каналы 5G NR
2. Сигналы и каналы NB-IoT
3. Формирование UNB сигнала
4. Обработка UNB сигнала
5. Формирование Lora сигнала

9.1.3. Перечень вопросов для зачета

1. Сигналы и каналы 5G NR
2. Сигналы и каналы NB-IoT
3. Формирование UNB сигнала
4. Обработка UNB сигнала
5. Формирование Lora сигнала

9.1.4. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. 1. От чего зависит полоса сигнала.
2. На что влияет полоса сигнала.
3. Что такое циклический префикс.
4. Что такое скорость кодирования.
5. Как определить пик-фактор сигнала.

9.1.5. Примерный перечень тем для дискуссий

1. Тренды развития технологий беспроводной связи.
2. Тренды развития технологий Интернета вещей.
3. Особенности работы систем Интернета вещей.
4. Помехозащищенность систем беспроводной связи.
5. Спектральная эффективность систем беспроводной связи.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных

Согласована на портале № 54675

учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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 общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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

Согласована на портале № 54675

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 № 54675

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 21 от «15» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Е.Ю. Агеев	Согласовано, 1380771b-dd3c-4ac1-8e1d-30fb96b5fa40
Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Разработано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135

Согласована на портале № 54675