МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 61218

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Рассмотрение принципов работы и особенностей организации современных систем мобильной связи на основе технологий с кодовым разделением каналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах изучения принципов работы устройств и систем технологии CDMA для передачи информации с учетом особенностей формирования, передачи, приема и обработки шумоподобных радиосигналов.
2. Формирование профессиональных компетенций по направлению подготовки в соответствии с требованиями «Основной профессиональной образовательной программы».

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.14.
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 № 61218

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знать принципы работы устройств и блоков систем формирования, передачи и приема шумоподобных сигналов, понимать физические процессы, происходящие в них.
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Уметь разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы CDMA-систем.
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владеть навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.

Согласована на портале № 61218

ПКР-5. Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктккры инфокоммуникационной системы	ПКР-5.1. Знает общие принципы функционирования, архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы различных уровней модели взаимодействия открытых систем.	Знать принципы работы устройств и блоков систем формирования, передачи и приема шумоподобных сигналов, понимать физические процессы, происходящие в них.
	ПКР-5.2. Умеет пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий.	Уметь пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий.
	ПКР-5.3. Умеет использовать современные методы контроля и исследования производительности инфокоммуникационных систем.	Уметь использовать современные методы контроля и исследования производительности инфокоммуникационных систем.
	ПКР-5.4. Владеет навыками исследования влияния приложений на производительность сетевых устройств и программного обеспечения администрируемых сетевых устройств информационно-коммуникационных систем, фиксацию оценки готовности системы в специальном документе.	Владеть навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.

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 3 зачетных единиц, 108 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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16

Согласована на портале № 61218

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к тестированию	20	20
Подготовка к зачету	20	20
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	2	2	-	4	8	ПКР-3, ПКР-5
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	2	-	4	8	14	ПКР-3, ПКР-5
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	2	2	4	8	16	ПКР-3, ПКР-5
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	2	-	4	8	14	ПКР-3, ПКР-5
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	2	2	2	6	12	ПКР-3, ПКР-5
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	2	4	2	6	14	ПКР-3, ПКР-5
7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	2	4	-	4	10	ПКР-3, ПКР-5
8 Архитектура обратного канала СМС IS95.	2	4	-	4	10	ПКР-3, ПКР-5
9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	1	-	-	4	5	ПКР-3, ПКР-5

Согласована на портале № 61218

10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	1	-	-	4	5	ПКР-3, ПКР-5
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

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
7 семестр			
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA.Спектр и коэффициент расширения спектра (SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала.Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр.Спектр шумоподобного радиосигнала (ШПР).Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени.Свойства АКФ.АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП).Последовательности Хаффмена, Голда, Кассами, их свойства.Апериодические последовательности Баркера.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 61218

2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины, порождающий полином ЦА.Управляемая «маска» в ЦА для генерации сдвинутой по времени реплики ПСП.Ортогональные функции Уолша, их формирование на основе матрицы Адамара, их свойства.Использование линейного весового сложения цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи в передатчике.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	Методы формирования ШПР: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping).Структурная схема передатчика ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK).Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШПР на высокой частоте (когерентная и согласованная селекция ШПР).Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный) и несогласованный ШПР, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум.Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника от помехи различного типа.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 61218

4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Достоинства радиосвязи на основе CDMA: энергетическая скрытность связи; защищенность от несанкционированного доступа; повышенная помехоустойчивость к различному виду помех; отсутствие жесткого ограничения количества пользователей радиоканала в отличие от технологий FDMA и TDMA; постепенное уменьшение качества приема при увеличении числа пользователей радиоканала.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.Интегрирование чиповой ПСП с накоплением для демультиплексирования многих каналов связи в приемнике.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Характеристики системы сотовой телефонии промежуточного стандарта (Interim Standard) IS95.Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) – мобильная станция (МС).Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» с использованием единого системного времени, различного циклического сдвига короткой ПСП, функций Уолша.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 61218

7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Структурные схемы и особенности формирования на БС пилот-канала, канала синхронизации, канала персонального вызова, канала трафика.Линейное весовое сложение цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи.Структурная схема когерентного приемника МС для канала трафика.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
8 Архитектура обратного канала СМС IS95.	Архитектура обратного канала: МСБС.Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного циклического сдвига длинной ПСП.Структурные схемы и особенности формирования на МС канала доступа и канала трафика.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	Регулировка передаваемой мощности с обратной связью (ОС) в прямых каналах.Регулировка передаваемой мощности без ОС и с ОС в обратных каналах.Борьба с многолучевостью в системе IS-95: структурная схема и принцип действия RAKEприемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).	1	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	1	
10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	Принцип «мягкой» эстафетной передачи (хэндовера) в системе IS-95.Сравнительная оценка емкости сотовых систем связи технологий FDMA, TDMA, CDMA.Перспективы развития сотовых систем на основе технологии CDMA.	1	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	1	
	Итого за семестр	18	

Согласована на портале № 61218

Итого	18	

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
7 семестр			
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Расчет и построение автокорреляционных функций корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) Хафмена, Голда, Баркера, функций Уолша.	2	ПКР-3
	Итого	2	
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	Расчет чувствительности и оценка помехоустойчивости корреляционного приемника.	2	ПКР-3
	Итого	2	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Расчет реакции интегратора со сбросом на чиповые последовательности различной длины.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Расчет энергетических параметров прямого канала СМС IS-95.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Частотно-территориальное планирование СМС на основе технологии CDMA.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
8 Архитектура обратного канала СМС IS95.	Расчет энергетических параметров обратного канала СМС IS-95.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Согласована на портале № 61218

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Расчет и построение автокорреляционных функций корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) Хафмена, Голда, Баркера, функций Уолша.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	Расчет чувствительности корреляционного приемника.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Оценка помехоустойчивости корреляционного приемника.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Расчет реакции интегратора со сбросом на чиповые последовательности различной длины.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Расчет энергетических параметров прямого канала СМС IS95.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
	Итого за семестр	16	
	Итого	16	

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
7 семестр				

Согласована на портале № 61218

1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3	Зачёт
	Итого	4		
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	8		
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	8		
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	8		
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	6		
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	6		

Согласована на портале № 61218

7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	4		
8 Архитектура обратного канала СМС IS95.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	4		
9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	4		
10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к зачету	2	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПКР-5	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

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
7 семестр				
Зачёт	0	0	30	30
Лабораторная работа	10	20	20	50
Тестирование	5	5	10	20
Итого максимум за период	15	25	60	100

Согласована на портале № 61218

Нарастающим итогом	15	40	100	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

7.1. Основная литература

1. Теория электрической связи: Учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт - 2015. 196 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858.

2. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

3. Скляр, Бернард. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ.. - М. : Вильямс , 2004. - 1099[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Волков, Лев Николаевич. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов. - М. : Экотрендз , 2005. - 390[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).

2. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие / С. В. Мелихов - 2015. 233 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5457.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (часть 1): Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2014. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4135.

Согласована на портале № 61218

2. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2015. 51 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5113.

3. Мобильная радиосвязь: чувствительность аналоговых и цифровых приемных устройств, энергетическая и спектральная эффективность различных видов манипуляции, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2018. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8906.

4. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2014. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4129.

5. Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2014. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4134.

6. Оценка чувствительности радиоприемных устройств: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2018. 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8838.

7. Исследование амплитудных спектров сигналов с импульсной модуляцией в программной среде Simulink: Методические указания к лабораторным работам / А. В. Новиков, С. Г. Рысбеков - 2018. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7693.

8. Сборник электронных лабораторных работ по системам связи: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы / А. В. Новиков - 2017. 158 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6888.

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, 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

Согласована на портале № 61218

тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qt Framework Community;
- Qucs;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

Согласована на портале № 61218

- Qt Framework Community;
- Qucs;
- Scilab;

8.4. 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.

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.

8.5. 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 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)

Согласована на портале № 61218

1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Архитектура обратного канала СМС IS95.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 61218

9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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.

Согласована на портале № 61218

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
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. Коды Голда примечательны:
   Идеальной автокорреляционной функцией
   Трехзначной функцией взаимной корреляции
   Своей ортогональностью
   Тем, что их изобрел мистер Голд
2. М-последовательности примечательны:
   Максимальным периодом
   Хорошими взаимно корреляционными свойствами
   Своей ортогональностью
   Равенством количества нулей и единиц
3. Коды Уолша примечательны:
   Идеальной автокорреляционной функцией
   Наличием последовательности типа "меандр"
   Своей абсолютной независимостью
   Своей ортогональностью
4. Для систем радиосвязи с расширенным спектром характерна:
   Лучшая защита от непреднамеренных помех и многолучевого распространения сигнала
   Более высокая битовая скорость передачи информации
   Большая плотность мощности излучаемого сигнала
   Заметность в радиоэфире
5. Системы с кодовым разделением каналов:
   Вытеснили другие технологии разделения каналов ввиду своей исключительности
   Применяются одновременно с другими технологиями разделения каналов
   Практически не применяются ввиду своей сложности
   Отдали "козырную масть" технологии OFDM
6. Коэффициент расширения спектра в современных системах радиосвязи варьируется в пределах:
   *4-512
   256-1024
   4-64
   32-128
7. Емкость систем радиосвязи с кодовым разделением каналов в первую очередь зависит от:
   Полосы частот излучаемых сигналов
   Распределения мощности принимаемых сигналов от мобильных станций
   Количества каналообразующих кодов
   Количества базовых станций
8. Для систем радиосвязи с кодовым разделением каналов характерна:
   Адаптация диаграмм направленности антенн базовой станции под условия

Согласована на портале № 61218

распространения радиоволн
Коррекция спектра формируемого радиосигнала типа "подъем верхних частот"
Генерация радиосигнала с практически постоянной мощностью
Прецизионная регулировка мощности излучаемых сигналов в большом динамическом диапазоне

9. Коэффициент расширения спектра равен 256. Отношение сигнал-шум после сжатия (по времени) сигнала с расширенным спектром увеличится на:
110 dB
48 dB
24 dB
55 dB
10. Отношение сигнал-шум после сжатия (по времени) сигнала с расширенным спектром зависит от:
Коэффициента расширения спектра
Энергии этого сигнала деленной на спектральную плотность шума
Полосы обработки
Капризов фильтра сжатия

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Типы множественного (многостанционного) доступа на основе технологии кодового разделения каналов связи (CDMA).
2. Спектр и база (коэффициент расширения спектра – SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала. Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр. Спектр шумоподобного радиосигнала (ШП-радиосигнала).
3. Методы формирования ШП-радиосигнала: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping). Принцип формирования ШП-радиосигнала по последовательности» и структурная схема передатчика с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK).
4. Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени. Свойства АКФ. АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП). Мпоследовательности максимальной длины – последовательности Хаффмена. Свойства М-последовательностей. Предпочтительные М-последовательности. Последовательности Голда, последовательности Касами. Их свойства.
5. Апериодические последовательности Баркера. Возможность использования кодовых последовательностей Баркера в качестве преамбул для обеспечения символьной и цикловой синхронизации в цифровых системах связи.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Расчет и построение автокорреляционных функций корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) Хафмена, Голда, Баркера, функций Уолша.
2. Расчет чувствительности корреляционного приемника.
3. Оценка помехоустойчивости корреляционного приемника.
4. Расчет реакции интегратора со сбросом на чиповые последовательности различной длины.
5. Расчет энергетических параметров прямого канала CMC IS95.

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 учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно

Согласована на портале № 61218

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 подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

Согласована на портале № 61218

– 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 № 61218

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «19» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РТС	С.В. Мелихов	Разработано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Разработано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

Согласована на портале № 61218