

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы систем мобильной связи

: 11.03.02

:
: 4, : 7 8

		7	8
1	()	5	4
2		180	144
3	, .	117	64
4	, .	54	16
5	, .	36	22
6	, .	18	16
7	, .	22	14
8	, .	2	2
9	, .	7	8
10	, .	63	80
11	(, ,)		
12			

(): 11.03.02

174 06.03.2015 ., : 27.03.2015 .

: 1, ,

(): 11.03.02

, 3 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

Компетенция НГТУ: ПК.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:	
6.	
6.	

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.36. . 6	
1.Знать принципы передачи информации по каналам подвижной связи, связь между параметрами полезных сигналов и полезной информацией. Классификацию статистических задач извлечения полезной информации из полезного сигнала, наблюдаемого при действии помех	; ; ;
2.Знать сущность байесовской стратегии, применяемой при решении всех информационных проблем в ССПО, методы максимума апостериорного распределения вероятностей и максимального правдоподобия	; ; ;
3.Знать содержание и математическую постановку задачи обнаружения сигналов, ее общее байесовское решение. Основные результаты применения байесовского метода к решению задач обнаружения сигналов в ССПО.	; ; ;
4.Знать содержание и решение задачи различения ансамблей сигналов. Примеры ее решения для полностью известных сигналов и для ансамблей радиосигналов со случайными начальными фазами	; ; ;
5.Знать постановку и решение задач оценки параметров полезных сигналов, наблюдаемых при действии помех. Примеры применения общего подхода: измерение времени прихода радиосигнала, его частоты, амплитуды, совместное измерение нескольких параметров	; ; ;
6.Знать постановку и решение задачи фильтрации меняющегося параметра сигнала. Марковские модели, основанную на них рекуррентную фильтрацию	; ; ;
7.Знать основы теории частотного, временного и кодового разделения сигналов. Роль двумерной корреляционной функции при определении потенциальных характеристик ССПО	; ; ;
8.Знать методы цифровой модуляции и демодуляции, помехоустойчивого кодирования и декодирования	; ; ;
9.Знать основы теории синхронизации в ССПО	; ; ;
10.Знать принципы построения систем подвижной связи с множественным доступом. Сети связи и принципы их исследования и проектирования	; ; ;
.36. . 6	
11.Уметь использовать статистические методы для определения оптимальных алгоритмов выделения информации из полезных сигналов и нахождения на этой основе структурных схем устройств обработки	; ; ;
12.Уметь решать задачи анализа устройств обнаружения сигналов как для нахождения вероятностей ложной тревоги и правильного обнаружения (прямая задача анализа), так и для определения требований к параметрам ССПО, обеспечивающим заданные вероятностные характеристики (обратная задача)	; ; ;

13. Уметь определять характеристики качества систем различения ансамблей сигналов, конструировать оптимальные для различения ансамбли	;	;
14. Уметь находить оптимальные процедуры оценивания параметров сигналов, выполнять исследование ошибок оценивания. Определять требования к системе, исключая возникновение аномальных ошибок.	;	;
15. Уметь синтезировать простейшие процедуры фильтрации изменяющихся параметров сигналов на основе марковской теории фильтрации	;	
16. Уметь находить двумерные корреляционные функции когерентных радиосигналов и выполнять их исследование, определять на этой основе потенциальные возможности ССПО по обнаружению, измерению параметров, разделению радиосигналов	;	;
17. Уметь определять по заданным требованиям структуру и технические параметры устройств обработки информации в составе ССПО, пользоваться методами вычислительной математики и средствами вычислительной техники для поиска оптимальных решений при разработке радиосистем	;	;
18. Уметь выполнять анализ основных характеристик сетей связи - нагрузки на сеть, ее емкости и спектральной эффективности	;	;

3.

3.1

	,	.	
: 7			
:			
1.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 6
2.	0	5	1, 2, 3
3.	0	4	12, 17, 3
4.	0	6	12, 15, 5
:			
5.	0	6	1, 10, 13, 16, 4
6.	0	7	10, 13, 4, 7

:				
7.		0	6	1, 13, 14, 15, 18, 5, 8
8.		0	4	1, 15, 6
:				
9.		0	6	1, 2
10.		0	6	16, 17, 7, 8
: 8				
:				
11.		0	6	1, 17, 18
12.		0	4	1, 18, 7, 9
:				
13.		0	6	10, 9

3.2

: 7				

:				
1.	0	4	11, 12, 2, 3	.
2.	0	6	1, 11, 12, 3	,
:				
3.	0	4	13, 16, 3	.
(-)				.
:				
4.	0	4	1, 14, 5, 6	,
: 8				
:				
5.	0	4	16, 17, 5, 6	.
:				
6.	0	4	1, 7, 8, 9	,
:				

7.		0	4	10, 4, 7	
:					
8.		0	4	17, 5, 6	

3.3

:7					
:					
1.		2	8	11, 12, 2, 3	
:					
2.		8	8	13, 4, 7, 8	
:					
3.		4	8	1, 14	
:					
4.		8	12	1, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5	
:8					
:					
5.		6	14	10, 17, 4, 7, 9	

:				
6.	,	8	8	10, 18, 7, 9

3.4

,				
:7				
:				
1.	(0	4	10, 11, 12, 13, 16, 3, 5, 7, 8
:				
2.	,	0	4	10, 13, 2, 4, 7
:				
3.	.	0	4	10, 11, 14, 15, 2, 5, 6, 9
:				
4.	.	0	6	10, 12, 17, 3, 4, 5, 8, 9
:8				
:				
5.	.	0	6	10, 13, 16, 18
:				
6.	.	0	6	5, 6, 9

4.

: 7				
1		1, 2, 3	10	0
<p>7</p> <p>1-4 " " " 4 5 ()/ . . . - ;[: . . .].- , 2008. - 45, [2] .. - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar</p> <p>/ . . . , 2006. - 76, [2] .. - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
2		1, 2, 3	17	3
<p>1-4 " " " 4 5 ()/ . . . - ;[: . . .].- , 2008. - 45, [2] .. - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar</p> <p>/ . . . , 2006. - 76, [2] .. - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
3		1, 2, 3	18	4
<p>1-4 " " " 4 5 ()/ . . . - ;[: . . .].- , 2008. - 45, [2] .. - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar</p> <p>/ . . . , 2006. - 76, [2] .. - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
4		10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	18	0
<p>3.4 : 1-4 " " " 4 5 ()/ . . . - ;[: . . .].- , 2008. - 45, [2] .. - : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar</p> <p>/ . . . , 2006. - 76, [2] .. - : http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
: 8				
1		1, 2, 3	33	0

<p>... , 2006. - 76, [2] ... http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
2		1, 2, 3	17	4
<p>... 1-4 " " " 4 5 ()/ ... ;[...].- , 2008. - 45, [2] ... http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar ... , 2006. - 76, [2] ... http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
3		1, 2, 3	18	4
<p>... 1-4 " " " 4 5 ()/ ... ;[...].- , 2008. - 45, [2] ... http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar ... , 2006. - 76, [2] ... http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar</p>				
4		10, 13, 16, 18, 5, 6, 9	12	0
<p>... 3.4 : 1-4 " " " 4 5 ()/ ... ;[...].- , 2008. - 45, [2] ... http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar</p>				

5.

(. 5.1).

5.1

	e-mail:spektor@corp.nstu.ru
	e-mail:spektor@corp.nstu.ru
	e-mail:spektor@corp.nstu.ru
	: http://elibrary.nstu.ru/source?id=41530; http://elibrary.nstu.ru/source?id=41447; http://elibrary.nstu.ru/source?id=41485

1		.36.
Формируемые умения: зб. знать теоретические основы систем мобильной связи; уб. уметь применять теоретические основы систем мобильной связи для построения и анализа этих систем		
Краткое описание применения: Обсуждаются актуальные проблемы построения систем мобильной связи		

2		.36.
Формируемые умения: зб. знать теоретические основы систем мобильной связи; уб. уметь применять теоретические основы систем мобильной связи для построения и анализа этих систем		
Краткое описание применения: Влекционных занятиях по демодуляции цифровых сигналов ставится задача сравнения основных видов цифровой модуляции. Ее решение осуществляется в активном взаимодействии с аудиторией путем выбора вариантов, постановки вопросов анализа и его выполнения и анализа сравнительной эффективности.		

6.

(), - 15- ECTS.
. 6.1.

6.1

: 7		
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	4	8
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	4	8
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	3	7
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	4	7
Практические занятия: Решение задач	5	10
РГЗ: Выполнение индивидуального расчетного задания и его защита	10	20
Экзамен: Ответ на теоретический вопрос и решение задачи	20	40
: 8		
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	6	13
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	6	13

Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	6	12
Лабораторная №2: Домашняя подготовка, выполнение и защита	6	12
Практические занятия: Решение задач	6	10
Курсовой проект:	0	100
Экзамен:	20	40

6.2

6.2

			/	
	.36. 6.	+	+	+
	.36. 6.	+	+	+

1

7.

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил.
2. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 550400 - "Телекоммуникации" и по направлению подготовки дипломированных специалистов , 654400 - "Телекоммуникации" / В. А. Галкин. - М., 2007. - 432 с. : ил.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2006. - 750 с. : ил.
4. Бородин А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики : [учебное пособие для вузов по нематематическим специальностям] / А. Н. Бородин. - СПб. [и др.], 2011. - 254 с. : табл.
5. Васюков В. Н. Общая теория связи. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / В. Н. Васюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216634
6. Радиотехнические системы : методическое руководство к лабораторным работам №1-4 по курсам "Радиотехнические системы" и "Основы теории систем связи с подвижными объектами" для 4 и 5 курсов факультета радиотехники, электроники и физики (радиотехнические направления) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Н. Молчанов, А. А. Спектор]. - Новосибирск, 2008. - 45, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3516.rar>
7. Радиотехнические системы : учебник / [Ю. М. Казаринов и др.] ; под ред. Ю. М. Казаринова. - Москва, 2008. - 589, [1] с. : ил., табл.
8. Спектор А. А. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие / А. А. Спектор ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 78, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178666

1. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [В. А. Борисов и др.] ; под ред. В. В. Калмыкова. - М., 1990. - 302, [1] с. : черт.
2. Телекоммуникационные системы и сети. [В 3 т.]. Т. 2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение. : учебное пособие для вузов по специальности "Связь" / Г. П. Катунин и др. ; под ред. В. П. Шувалова. - М., 2004. - 672 с. : ил.
3. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учебное пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [В. А. Каплун] и др. - М., 2005. - 293, [1] с. : ил.
4. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Склад ; [пер. с англ. Е. Г. Грозы и др.]. - М. [и др.] : Вильямс, 2003. - 1104 с.
5. Телекоммуникационные системы и сети. [В 3 т.]. Т. 2 : [учебное пособие для вузов по специальности "Связь"] / Г. П. Катунин [и др.] ; под ред. В. П. Шувалова. - М., 2005. - 672 с. : ил.
6. Средства связи с подвижными объектами : методическое руководство к лабораторным работам по курсам "Основы теории систем связи с подвижными объектами" и "Системы и сети связи с подвижными объектами" для студентов 4 курса факультета радиотехники, электроники и физики (радиотехническое направление) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. : А. А. Спектор, М. А. Райфельд]. - Новосибирск, 2004. - 60 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8.

8.1

1. Статистическая теория систем радиолокации, связи, навигации : методическое руководство к лабораторным работам по направлениям 11.03.01 - "Радиотехника" [и др.] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Спектор]. - Новосибирск, 2017. - 45, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235135
2. Радиотехнические системы : сборник задач для индивидуальных занятий студентов / А. Н. Молчанов, А. М. Райфельд, А. А. Спектор, И. С. Тырышкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 76, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_molchanov.rar

8.2

1 MATLAB Communications Toolbox

9.

1	(,
	Internet)	-

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теоретические основы систем мобильной связи приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи	з6. знать теоретические основы систем мобильной связи	Изучение на модели характеристик помехоустойчивого кодирования Назначение синхронизации в СПИ. Задачи и методы фазовой, тактовой, цикловой и кадровой синхронизации в цифровых СПИ Поля, сигналы, помехи. Пространственно-временные и временные сигналы. Вероятностное описание помех. Вероятностные модели радиосигналов, принимаемых подвижными объектами. Вероятностные модели радиоканалов. Классификация статистических задач радиоприема. Байесовское обнаружение радиосигналов Изучение фазовой синхронизации в когерентных СПИ на основе устройства ФАПЧ. Гауссовские модели помех. Белый шум, функционал плотности вероятности. Обнаружение полностью известного сигнала. Приемник Котельникова. Характеристики обнаружения Классификация задач, решаемых ССПО при передаче и приеме информации. Задачи обработки информации в ССПО Изучение основ многостанционного доступа с использованием разделения каналов по форме сигналов Изучение принципов демодуляции в системах цифровой связи в условиях многолучевости. Знакомство с методами борьбы с многолучевым распространением радиоволн. Байесовские оценки случайных параметров сигналов при различных функциях потерь. Вычисление апостериорных распределений	Решение задач в составе РГЗ, направленное на изучение сущности задач оптимальной обработки сигналов в радиотехнических системах локации, связи, навигации. Изучение основных задач статистического радиоприема, принципов их решения, Изучение принципов согласованной фильтрации и обнаружения сигналов. Изучение принципов различения сигналов. Изучение принципов оценки параметров сигналов. Изучение принципов построения аппаратуры, реализующей решение задач статистического приема сигналов.	Теоретические вопросы экзаменационных билетов по контролю знаний статистической теории и методов оптимальной обработки сигналов в радиотехнических системах связи.

		и их связь с функциями правдоподобия.		
ПК.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи	уб. уметь применять теоретические основы систем мобильной связи для построения и анализа этих систем	<p>Структура оптимального различителя детерминированных сигналов. Вероятности ошибок различения. Оптимальные ансамбли детерминированных сигналов. Оптимальное различение радиосигналов со случайными начальными фазами. Оптимальные ансамбли радиосигналов со случайными фазами. Принципы частотного, временного и кодового разделения сигналов. Соотношение между коррелятором и согласованным фильтром. Обнаружители Неймана-Пирсона и Котельникова, определение порогов. Системы с множественным доступом. Сети связи, их архитектура и топология. Основные принципы многостанционного доступа. Модели нагрузки на сеть. Емкость и спектральная эффективность сети. Основы проектирования оптимальной сети. Основы управления сетью с большой зоной обслуживания. Понятие о разрешении и разрешающей способности. Функции неопределенности когерентных радиосигналов. Сложные сигналы. Примеры сложных сигналов - ЛЧМ-сигнал, фазоманипулированные сигналы на основе кодов Баркера и M-последовательностей. Разрешение по запаздыванию и частоте. Принципы многоканальной связи и многостанционного доступа. Различение детерминированных ансамблей двух сигналов. Различение ансамблей произвольных размеров. Сведение сложных гипотез к простым при обнаружении сигналов со случайными параметрами с известными законами распределения. Обнаружение радиосигналов со случайными начальными фазами и амплитудами, структура обнаружителей,</p>	РГЗ, разделы... Выполнение лабораторных работ по дисциплине в течение семестра, направленное на приобретение умений работы с радиотехническим и устройствами и системами. Знакомство с устройством локационных и связанных систем, принципами их построения и реализации. Приобретение навыков проектирования систем связи при выполнении курсового проекта.	Решение задачи на экзамене по дисциплине, направленное на проверку умения применять теоретические знания в области статистических методов обработки сигналов в радиотехнических системах. Включение в список экзаменационных вопросов, требующих понимания принципов построения систем связи и умения оперировать их основными техническими характеристиками.

		расчет вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги, характеристики обнаружения. Методы цифровой спектрально-эффективной модуляции и демодуляции. Эффективное и помехоустойчивое кодирование		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.36.В.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет в 7 семестре формируется по следующему правилу: теоретический вопрос выбирается из списка вопросов, приведенного в паспорте промежуточной аттестации.

Задача выбирается из задачника «Радиотехнические системы: сборник задач для индивидуальных занятий студентов / А. Н. Молчанов, А. М. Райфельд, А. А. Спектор, И. С. Тырышкин; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 76, [2] с»

Билет в 8 семестре состоит из двух теоретических вопросов.

В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.36.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций. Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы имеют принципиальный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнены с существенными ошибками. Профессиональное мировоззрение не сформировано.

Количество баллов менее 50.

Пороговый. Работа в семестре, а также ответы на вопросы на зачете показывают освоение основного содержания курса, однако имеются существенные замечания к уровню подготовки. Количество баллов составляет от 50 до 72.

Базовый. Работа в семестре, а также ответы на вопросы на зачете показывают в целом полное освоение содержания курса, однако имеются частные замечания к уровню подготовки. Количество баллов составляет от 73 до 86.

Продвинутый. Работа в семестре, а также ответы на вопросы на зачете показывают полное освоение содержания курса. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: теоретический вопрос выбирается из списка вопросов, приведенного ниже.

Задача выбирается из задачника «Радиотехнические системы: сборник задач для индивидуальных занятий студентов / А. Н. Молчанов, А. М. Райфельд, А. А. Спектор, И. С. Тырышкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 76, [2] с»

В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № 8

к экзамену по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи»

1. Фильтровая реализация обнаружителя полностью известного сигнала
2. Задача 2.53

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопрос и при решении задачи не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает _____ принципиальные _____ ошибки, оценка составляет менее *15 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает неприципиальные ошибки, _____ например, _____ вычислительные,

оценка составляет *15-20 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *21-30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *31-40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Статистическая теория радиотехнических систем»

1. Задачи радиолокации и физические основы их решения - Излучение радиоволн локационными целями
2. Закономерности распространения радиоволн и их использование в РТС
3. Измерение угловых координат
4. Эффект Доплера
5. Понятие о разрешающей способности
6. Задачи обработки информации в системах связи
7. Радионавигация
8. Постановка задачи обнаружения сигнала
9. Байесовский подход к определению структуры обнаружителя
10. Решающее правило байесовского приемника обнаружения
11. Обнаружение полностью известного сигнала на фоне белого гауссовского шума
12. Фильтровая реализация обнаружителя полностью известного сигнала
13. Характеристики обнаружения полностью известного сигнала
14. Оптимальное обнаружение сигналов по критерию Котельникова
15. Оптимальное обнаружение сигналов по критерию Неймана-Пирсона
16. Обнаружение сигналов, имеющих случайные параметры
17. Обнаружение одиночного радиосигнала со случайной начальной фазой (некогерентное обнаружение)
18. Фильтровая реализация обнаружителя радиосигнала со случайной фазой
19. Характеристики обнаружителя радиосигнала со случайной фазой
20. Двоичные когерентные СПИ с ФТ. Вероятность ошибок демодуляции.
21. Двоичные когерентные СПИ с ЧТ. Вероятность ошибок демодуляции.

22. Сравнение помехоустойчивости двоичных когерентных СПИ с АТ, ЧТ, ФТ, ОФТ.
23. Различение сигналов: постановка задачи и ее решение на основе принципа максимального правдоподобия
24. Различение сигналов равных энергий при наблюдении на фоне белого гауссовского шума
25. Вероятности ошибок различения ансамблей двух сигналов
26. Понятие об оптимальных ансамблях сигналов
27. Вероятности ошибок различения сигналов при числе сигналов $M > 2$.
28. Оценка параметров сигналов. Применение принципа максимального правдоподобия
29. Оценка времени прихода импульсного радиосигнала
30. Потенциальная точность измерения времени прихода импульсного радиосигнала
31. Использование сложных сигналов (сигналов с большой базой) для увеличения точности измерений

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты решают задачи по основным дидактическим единицам – обнаружение сигналов, различение сигналов, оценка параметров сигналов. Одна из задач относится к согласованной фильтрации сигналов на фоне помех.

Студент должен продемонстрировать понимание физической сущности задачи и владение математическими моделями, на которых основано решение.

В процессе решения должно быть продемонстрировано понимание роли и места в системе мобильной связи той технической проблемы, которая рассматривается в задаче.

Обязательные структурные части РГЗ.

Отчет по РГЗ должен содержать тексты задач, решения задач с необходимыми пояснениями, в том числе графическими, выводы о полученных результатах.

Оцениваемые позиции: знание и понимание теоретического материала, на котором основываются решаемые в РГЗ задачи. Умение обосновать метод решения, выбрать наиболее эффективный подход. Способность творчески подойти к решению задач.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствует решение хотя бы одной задачи. Оценка составляет 0-7 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если полученное решение не имеет в работе грамотного обоснования, содержит отдельные ошибки, в том числе в выборе метода решения. Оценка составляет 8-12 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все основные подходы к решению задач обоснованы, методика решения в основном верна, но некоторые из принятых подходов свидетельствуют о недостаточном кругозоре студента, что послужило препятствием для более эффективного решения задачи. Оценка составляет 13 – 18 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все решения верные и эффективные, даны обоснования принятых решений, дана полная профессиональная трактовка полученных результатов. Оценка составляет 19 – 30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Примеры задач из задачника «Радиотехнические системы: сборник задач для индивидуальных занятий студентов / А. Н. Молчанов, А. М. Райфельд, А. А. Спектор, И. С. Тырышкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 76, [2] с» для включения в состав РГР:

- Определить вероятность ложной тревоги при цифровом обнаружении пачки из четырех радиоимпульсов, если отсчеты помехи на входе бинарного квантователя подчиняются экспоненциальному распределению $w(u) = \exp(-u)$, $u \geq 0$, порог бинарного квантования $u_0 = 4$, а цифровой порог $k=3$.
- СПМ помехи – белого шума, выделяемая на сопротивлении 1 Ом, составляет 10^{-18} Вт/Гц. Какую амплитуду должен иметь радиоимпульс с прямоугольной огибающей длительностью 1 мкс, чтобы при его обнаружении вероятности ложной тревоги и правильного обнаружения составили 10^{-6} и 0.95 соответственно? Начальная фаза высокочастотного заполнения известна. Решить также для случая, когда начальная фаза высокочастотного сигнала – случайная величина. Сопоставить результаты.
- Определить вероятность ошибки при приеме M сигналов равных энергий $E = 1.5 \cdot 10^{-15}$ Дж на фоне белого шума с СПМ $N_0 = 10^{-15}$ Вт/Гц для двух случаев: сигналы ортогональны; сигналы образуют правильный симплекс. Выполнить расчеты для $M=2 \dots 32$. Определить увеличение энергии E , при котором в случаях $3 \leq M \leq 32$ обеспечивается такая же вероятность ошибки, как и при $M=2$.
- В импульсной РЛС используется ЛЧМ-сигнал, имеющий длительность 15 мкс, девиацию частоты 4 МГц, несущую частоту 3 ГГц. Какова её разрешающая способность по дальности? Как повлияет на дальность действия РЛС движение цели со скоростью 3600 км/ч, неизвестной в точке наблюдения? Как изменится дальность действия при переходе к простому радиоимпульсному излучению, если требуется сохранить разрешение по дальности и излучаемую импульсную мощность?

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет включает два теоретических вопроса, перечень которых приводится ниже.

В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № 8

к экзамену по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи»

1. Цифровая передача непрерывных сообщений. ИКМ, ошибки квантования.
2. Кадровая синхронизация. Вероятность ложной кадровой синхронизации.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее *15 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *15-20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов,

оценка составляет *21-30 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок. оценка составляет *31-40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Статистическая теория радиотехнических систем», 8 семестр

1. Принципы связи с использованием аналоговой модуляции. АМ, ЧМ, ФМ.
2. Сравнение характеристик АМ, ОБП, ЧМ (полоса частот, помехоустойчивость).
3. Передача информации в импульсных системах связи. Виды импульсной модуляции, их сравнение.
4. Основы многоканальной связи.
5. Многоканальные СПИ с ЧРК. Построение и принцип работы передающей аппаратуры.
6. Многоканальные СПИ с ЧРК. Построение и принцип работы приемной аппаратуры.
7. Перекрестные помехи в системах ЧРК и методы борьбы с ними.
8. Многоканальные СПИ с ВРК. Построение и принцип работы передающей аппаратуры.
9. Многоканальные СПИ с ВРК. Построение и принцип работы приемной аппаратуры.
10. Дальность связи в условиях свободного пространства.
11. Цифровая передача непрерывных сообщений. ИКМ, ошибки квантования.
12. Влияние шума канала при использовании ИКМ.
13. Ошибки передачи непрерывных сообщений при ИКМ, связанные с дискретизацией.
14. Сравнительный анализ спектральной эффективности ИКМ и ЧМ.
15. Синхронизация в СПИ. Влияние точности фазовой синхронизации на качество работы СПИ.
16. Влияние точности тактовой синхронизации на качество работы СПИ.
17. Тактовая синхронизация.
18. Цикловая синхронизация. Вероятность ложной цикловой синхронизации.
19. Цикловая синхронизация. Вероятность пропуска цикловой синхронизации.
20. Цикловая синхронизация при использовании помехоустойчивого кодирования.
21. Кадровая синхронизация. Вероятность ложной кадровой синхронизации.
22. Кадровая синхронизация. Вероятность пропуска кадровой синхронизации.

23. Понятие о рекуррентных бинарных последовательностях и их применении в связи.
24. Понятие о М-последовательностях. Корреляционные характеристики М-последовательностей.
25. Коды Голда.
26. Широкополосные сигналы в СПИ. Сигналы фазо-кодовой модуляции (ФКМ) на основе М-последовательностей и кодов Голда.

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи», 8 семестр

1. Методика оценки.

Техническое задание на курсовой проект предусматривает разработку структурной схемы системы многоканальной связи, использующей различные методы разделения каналов. Пояснительная записка должна содержать качественное обоснование выбора структурной схемы, расчет основных параметров и характеристик, анализ соответствия результатов проектирования требованиям задания.

2. Критерии оценки.

- Проект считается не выполненным, если при его выполнении не достигнуты требуемые показатели и студент не показал знаний и умений в решении проектных заданий. Оценка составляет менее 50 баллов.

- Проект считается выполненной **на пороговом** уровне, если при принятии проектных решений были допущены существенные ошибки, либо ошибки проектирования допущены при обосновании структурной схемы и расчетах технических параметров, оценка составляет 50 –72 баллов.

- Проект считается выполненной **на базовом** уровне, если при обоснованно выбранной структурной схеме допущены неточности в расчетах ее параметров, заметно влияющие на общее качество проекта. Оценка составляет 73 - 86 баллов.

- Проект считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все структурные и расчетные решения выполнены верно и убедительно обоснованы. Допускаются незначительные погрешности. Оценка составляет 87 - 100 баллов

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за проект учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

№ варианта	Дальность действия, км	Число каналов	Вид модуляции	Тип широкополосного сигнала	ОСШ на выходе, дБ	Индекс модуляции	Верхняя частота спектра сообщения, кГц	Скорость передачи, бит/с	Вер-ть ошибок	Рабочая частота, МГц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20	6	ВИМ-ЧМ	Код Баркера, В=11	20	$m_{\text{ВИМ}} = 4$	3,5			250
2	25	8	АИМ-АМ	Код Баркера, В=13	17		0,5			380
3	30	12	АИМ-ЧМ	ШПС В=17	13		3,3			450
4	35	10	ИКМ – ОФМ		20		3,4			760
5	40	15	ИКМ – ЧМ		17		0,5			1100
6	50	11	АИМ – АМ	Код Баркера, В=7	13		3,5			880
7	60	26	ОБП – ЧМ		20	$m_{\text{ЧМ}} = 3$	3,3			1500
8	70	17	АИМ – ЧМ	ЛЧМ, В=10	17		3,6			1800
9	60	20	ВИМ – АМ	ЛЧМ, В=15	13	$m_{\text{ВИМ}} = 3$	3,5			2200
10	400	4	ИКМ - ОФМ					5000	10^{-4}	980
11	250	5	ИКМ – ЧМ		15			3000	10^{-5}	1250
12	120	6	ИКМ – ОФМ		15			1500	10^{-4}	1400
13	200	7	ИКМ – ЧМ		50			15000	10^{-6}	1150

14	80	11	ИКМ – ОФМ					1200	$5 \cdot 10^{-7}$	330
15	45	10	ИКМ – ОФМ		12			2000	10^{-6}	800
16	65	32	ОБП – ЧМ		17	$m_{\text{ЧМ}} = 5$	3,6			1900
17	75	18	ВИМ – ЧМ	ШПС, В=11	13	$m_{\text{ВИМ}} = 5$	3,3			470
18	55	16	АИМ – АМ	ШПС, В=10	20		1,2			840
19	85	8	АИМ – ЧМ	Код Баркера, В=7	17		3,4			2000
20	95	6	ИКМ – ФМ		19		3,5			915
21	100	8	ИКМ – ЧМ		14		3,3			400
22	50	20	АИМ – ЧМ	ФМС (М- посл-ть, В=63)	50		0,2			990
23	150	12	ИКМ _ ФМ		55		0,25		10^{-6}	1800
24	85	8	ИКМ - ОФМ		45		1,5		10^{-5}	2100
25	180	25	ИКМ – ФМ		60		2,0		10^{-5}	1800
26	110	9	АИМ – ЧМ	Код Баркера, В=13	15		3,5			920
27	100	15	ИКМ-ФМ		55		5		10^{-6}	1200
28	15	10	ВИМ- ЧМ	ЛЧМ В=15	40	$m_{\text{ВИМ}} = 5$	1,5			2200

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

- Поясните назначение системы связи, разработанной в проекте.
- Дайте характеристику основных параметров и характеристик качества системы связи, выполненной в проекте.
- Объясните структуру системы связи, предложенную в проекте.
- Дайте описание принципа действия системы связи, выполненной в проекте.
- Из каких соображений определяется разрядность аналого-цифрового преобразователя в проекте?
 - Что собой представляют шумы квантования в цифровых системах связи?
 - Как учитывается действие шума квантования при проектировании?
 - Каков механизм действия шумов канала связи на качество цифровой передачи аналоговых сообщений?
 - Что собой представляют ошибки передачи непрерывных сообщений в цифровых системах связи, обусловленные дискретизацией?
 - Как связаны ошибки передачи непрерывных сообщений в цифровых системах связи с широкополосностью канала связи?
 - Каким образом учитывается совместное действие всех составляющих ошибок при цифровой передаче непрерывных сообщений?
 - Каковы механизмы перекрестных искажений в многоканальных системах связи?
 - Каковы меры борьбы с перекрестными искажениями в многоканальных системах связи с ЧРК?
 - Каковы меры борьбы с перекрестными искажениями в многоканальных системах связи с ВРК?
 - Какие факторы определяют дальность связи?
 - Какова роль демодулятора в цифровых системах связи? Какими основными параметрами характеризуется работа демодуляторов сигналов при цифровой модуляции?