

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Синтез линейных электрических цепей**

: 11.04.01

,

:

: 2,

: 3

		<b>3</b>
<b>1</b>	( )	6
<b>2</b>		216
<b>3</b>	, .	85
<b>4</b>	, .	0
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	36
<b>7</b>	, .	36
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	11
<b>10</b>	, .	131
<b>11</b>	( , , )	.
<b>12</b>		

( ): 11.04.01

1409 30.10.2014 ., : 25.11.2014 .

: 1, ,

( ): 11.04.01

, 3 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция НГТУ: ПК.21.В Способность к исследованиям в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем различного назначения; в части следующих результатов обучения:</b>	
4.	
4.	

# 2.

2.1

--	--

<b>.21. . 4</b>	
1.Иметь представление о математических методах, используемых в компьютерных системах анализа электронных схем.	;
2.Иметь представление о направленных графах, применяемых для анализа цепей.	;
3.Знать свойства минимально-фазовых и неминимально фазовых четырехполюсников	;
4.Знать теоретические ограничения широкополосного согласования Боде-Фано.	;
5.Знать схемотехнические решения для согласующих цепей различного вида.	;
6.Знать методы реализации согласующих цепей СВЧ диапазона в распределенном базисе.	;
7.Уметь разрабатывать структуру и осуществлять расчет согласующих цепей для заданного вида комплексных нагрузок.	;
<b>.21. . 4</b>	
8.Иметь опыт проектирования широкополосных согласующих цепей в сосредоточенном и распределенном базисах с помощью компьютерных САПР.	;
<b>.21. . 4</b>	
9.Знать методы синтеза и анализа фильтров в сосредоточенном элементном базисе.	;
10.Знать методы анализа и синтеза СВЧ фильтров в распределенном элементном базисе.	;

# 3.

3.1

: 3					
:					
2.	8	8	1		

3.	6	10	1, 2, 7	
:				
7.	2	18	1, 2, 4	

3.2

:				
<b>: 3</b>				
:				
1.	6	10	1, 2, 3	
:				
4.	6	10	4, 5, 6, 7, 8	
:				
5.	4	8	10, 4, 5, 9	
:				
6.	4	8	10, 4, 9	

3.3

:				
<b>: 3</b>				
:				
0.	0	0		

4.

:				
<b>: 3</b>				
1		10, 4, 5, 6, 7, 9	36	0
:				
2010. - 413 .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261</a>				
2		1, 2	36	0

413 .. : .. - / . . . . - , 2010. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261</a>			
3		1, 2	20 0
/ . . . . - , 2010. - 413 .. : .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261</a>			
4		10, 3, 4, 5, 6, 7, 9	39 11
/ . . . . - , 2010. - 413 .. : .. - <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261</a>			

### 5.

( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail:razinkin_vp@mail.ru
	e-mail:razinkin_vp@mail.ru
	e-mail:razinkin_vp@mail.ru
	e-mail:razinkin_vp@mail.ru

5.2

1		.21.
<b>Формируемые умения:</b> з4. знать методы синтеза линейных цепей; у4. уметь рассчитывать параметры линейных цепей		
<b>Краткое описание применения:</b> Обсуждение теоретических и компьютерных методов синтеза линейных цепей		

### 6.

( ),

- 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 3</b>		
<i>Практические занятия:</i>	20	50
<i>Контрольные работы:</i>	10	10
<i>Экзамен:</i>	20	40

		.	
	.21. 4.	+	+
	.21. 4.		+

1

## 7.

1. Разинкин В. П. Широкополосные управляемые СВЧ устройства высокого уровня мощности : [монография] / В. П. Разинкин, В. А. Хрусталева, С. Ю. Матвеев. - Новосибирск, 2008. - 315 с. : ил. - Парал. тит. л. англ. ; Огл. также на англ. яз..
2. Унру Н. Э. Компьютерное моделирование микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 158, [2] с. : ил., схемы. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000153640](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153640)
3. Каганов В. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : [учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника"] / В. И. Каганов. - М., 2012. - 431 с. : ил.
4. Яковенко В. А. Мощные широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах : монография / В. А. Яковенко. - Новосибирск, 2012. - 365 с. : ил., схемы, табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000171204](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171204)

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

## 8.

## 8.1

1. Горбачев А. П. Синтез микроволновых устройств на связанных линиях передачи / А. П. Горбачев. - Новосибирск, 2010. - 413 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000127261](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127261)

## 8.2

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. -

1		( ) 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Синтез линейных электрических цепей**

Образовательная программа: 11.04.01 Радиотехника, магистерская программа:  
Статистические методы обработки сигналов и изображений

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Синтез линейных электрических цепей 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.21.В Способность к исследованиям в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем различного назначения	з4. знать методы синтеза линейных цепей	Анализ и синтез фильтрующих и согласующих цепей в сосредоточенном базисе. Определение передаточных характеристик линейных цепей в сосредоточенном и распределенном базисах. Определение структуры и параметров элементов согласующих цепей Расчет фильтров различного типа	Контрольная работа, задание 1.	Экзамен, вопросы 1-13.
ПК.21.В	у4. уметь рассчитывать параметры линейных цепей	Определение структуры и параметров элементов согласующих цепей	Контрольная работа, задание 2.	Экзамен, вопросы 14-30.

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.21.В.

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

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.21.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 могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Количество баллов составляет от 50 до 72.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Количество баллов составляет от 73 до 86.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Количество баллов составляет от 87 до 100.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Синтез линейных электрических цепей», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15, второй вопрос из диапазона вопросов 16-30 (список вопросов приведен 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 № 1

к экзамену по дисциплине «Синтез линейных электрических цепей»

---

1. Вопрос 1. Методы анализа электрических цепей во временной области.
2. Вопрос 2. Широкополосное согласование комплексных импедансов.
3. Задача. По известной АЧХ  $K(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$  определить импульсную характеристику RC фильтра нижних частот

Утверждаю: зав. кафедрой ТОР \_\_\_\_\_ Спекор 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, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 16 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 непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 17-24 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 25-34 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 25-40 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 «Синтез линейных электрических цепей»

1. Методы анализа линейных электрических цепей во временной области.
2. Методы анализа линейных электрических цепей в частотной области.
3. Анализ нестационарных электрических цепей.
4. Минимально фазовые и не минимально фазовые электрические цепи.
5. Методы аппроксимации АЧХ частотно-избирательных цепей.
6. Фазовое и групповое время запаздывания сигналов в линейных цепях.
7. Условия неискаженной передачи сигналов через линейные цепи.
8. Оптимальная фильтрация в линейных цепях.
9. Синтез частотно-избирательных линейных цепей.
10. Синтез согласованных частотно-разделительных устройств различного вида.
11. Синтез двухполюсников и четырехполюсников по заданной передаточной функции.
12. Синтез неотражающих фильтров.
13. Синтез полосовых фильтров с заданными частотами режекции на основе многомодовых колебательных систем.
14. Передаточные функции физически реализуемых четырехполюсников.
15. Влияние диссипативных потерь на форму амплитудно-частотных характеристик частотно-избирательных цепей.
16. Широкополосное согласование комплексных импедансов.
17. Фундаментальные ограничения Боде-Фано на качество согласования и предельно достижимую полосу частот.
18. Математические модели комплексных нагрузок. Квазиполосовые, полиномиальные и оптимальные типы согласующих цепей.
19. Синтез структуры согласующей цепи по методу Боде-Фано.
20. Синтез трансформирующих и компенсирующих цепей в сосредоточенном элементном базисе.

21. Синтез трансформирующих и компенсирующих цепей в распределенном элементном базисе.
22. Преобразование Нортона и их применение для трансформации характеристического сопротивления и нагрузок.
23. Общая характеристика корректирующих цепей.
24. Согласованные амплитудно-частотные корректоры и их применение.
25. Согласованные фазочастотные корректоры и их применение.
26. Проблема физической реализуемости линейных частотно-избирательных цепей.
27. Требования к параметрам сосредоточенного элементного базиса.
28. Требования к параметрам распределенного элементного базиса.
29. Методы улучшения физической реализуемости элементов в узкополосных и широкополосных цепях.
30. Особенности реализации линейных цепей на высоком уровне мощности, в том числе со значительными диссипативными потерями.

**Задачи к экзамену по дисциплине «Синтез линейных электрических цепей»**

Задача 1. По известной АЧХ  $K(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$  определить импульсную характеристику RC фильтра нижних частот.

Задача 2. По известной АЧХ  $K(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$  определить переходную характеристику RC фильтра нижних частот.

Задача 3. По известной АЧХ  $K(j\omega) = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$  определить импульсную характеристику RC фильтра верхних частот.

Задача 4. По известной АЧХ  $K(j\omega) = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$  определить переходную характеристику RC фильтра верхних частот.

Задача 5. Определить порядок фильтра Баттерворта, который обеспечивает на удвоенной граничной частоте ослабление сигнала -18 дБ.

Задача 6. Определить порядок фильтра Баттерворта, который обеспечивает на утроенной граничной частоте ослабление сигнала -28 дБ.

Задача 7. Определите на граничной частоте крутизну ската АЧХ фильтра нижних частот Баттерворта 2-го порядка.

Задача 8. Определите на граничной частоте крутизну ската АЧХ чебышевского фильтра нижних частот 2-го порядка.

Задача 9. Рассчитайте для граничной частоты длительность группового времени запаздывания баттервортовского нормированного фильтра нижних частот (фильтра-

прототипа) второго порядка.

Задача 10. Рассчитайте для граничной частоты длительность группового времени запаздывания чебышевского нормированного фильтра нижних частот (фильтра-прототипа) второго порядка.

Задача 11. Рассчитайте значения элементов баттервортовского полосового фильтра второго порядка с четвертьволновой связью для полосы пропускания 30% в сосредоточенном элементном базисе.

Задача 12. Рассчитайте значения элементов баттервортовского полосового фильтра второго порядка с четвертьволновой связью для полосы пропускания 30% в распределенном элементном базисе.

Задача 13. Определите предельное значение полосы пропускания согласующей цепи для нагрузки в виде параллельной RC цепи для значений  $C=10$  пФ и  $R=50$  Ом.

Задача 14. Определите предельное значение полосы пропускания согласующей цепи для нагрузки в виде последовательной RL цепи для значений  $L=10$  нГ и  $R=50$  Ом.

Задача 15. Выбрать структуру и рассчитать значения элементов полосового чебышевского фильтра 3-го порядка для частот 12 телевизионного канала (222-230 МГц)

Задача 16. Обосновать структуру и предложить принципиальную схему согласованного амплитудно-частотного корректора для метрового диапазона сигналов телевидения.

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Синтез линейных электрических цепей», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: «Методы аппроксимации АЧХ частотно-избирательных цепей» и «Синтез полосовых фильтров», включает 2 задания. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если для обоих заданий не разработаны или разработаны с ошибками принципиальные схемы полосовых фильтров. Оценка составляет **0-3** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если для обоих заданий разработаны правильные электрические схемы, но не проведен анализ физической реализуемости элементов фильтра, или их значения рассчитаны с ошибками. Оценка составляет – **3-7** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если для обоих заданий правильно разработаны схемы полосовых фильтров и верно рассчитаны значения элементов. Оценка составляет **8-9** баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если схемы фильтров разработаны правильно, значения элементов рассчитаны верно, при этом проведена проверка резонансных частот всех колебательных систем или проведено моделирование амплитудно-частотной характеристики. Оценка составляет **9-10** баллов.

### 3. Шкала оценки

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

### 4. Пример варианта контрольной работы

Синтез канального телевизионного фильтра.

**Задание 1.** Обосновать структуру и провести расчет элементов полосового чебышевского фильтра 3-го порядка на заданный телевизионный канал метрового диапазона в сосредоточенном элементном базисе.

**Задание 2.** Обосновать структуру и провести расчет элементов полосового чебышевского фильтра 3-го порядка на заданный телевизионный канал дециметрового диапазона в микрополосковом исполнении.