

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

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФТФ  
к.ф-м.н. Корель И. И.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**Электронные усилители**

Образовательная программа: 03.03.02 Физика, профиль: Ядерная физика и ядерные технологии

Курс: 4, семестр : 8

Физико-технический факультет,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 8       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 5       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 180     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 62      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 32      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 16      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 0       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 0       |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 12      |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 118     |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | КП      |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.03.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №937 от 07.08.2014 г. , дата утверждения: 25.08.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 03.03.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Бурдаков А. В.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                |
| у1. уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                                                                                                            |
| з4. знать элементную базу электронных устройств и микропроцессорную технику.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; в части следующих результатов обучения:</b> |
| з3. знать принципиальные основы эксплуатации физической аппаратуры и оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                             | Формы организации занятий                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Электронные усилители</i>                                                                                                                                |                                                      |
| <b>ПК.1.з4 знать элементную базу электронных устройств и микропроцессорную технику.</b>                                                                     |                                                      |
| 1.теоретические основы построения линейных усилительных схем, методики их расчета, активные и пассивные элементов схемотехники                              | Лекции; Самостоятельная работа                       |
| <b>ПК.2.з3 знать принципиальные основы эксплуатации физической аппаратуры и оборудования.</b>                                                               |                                                      |
| 2.пользоваться компьютерными программами расчета электронных схем, расчета переходных процессов, текстовыми, графическими, математическими редакторами      | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.4.у1 уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию</b>                                                       |                                                      |
| 3.выбирать схемы усилителя по его типу                                                                                                                      | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 4.рассчитывать каскады усилителя по постоянному току                                                                                                        | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 5.рассчитывать динамические параметры каскада: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, частотные и фазовые характеристики, другие параметры | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 6.рассчитывать устойчивости усилителей с обратной связью                                                                                                    | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 8</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Физические основы работы полупроводниковых приборов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |      |                               |
| 1. Физические основы работы полупроводниковых приборов. P-N переход. Разновидности диодов: выпрямительные, стабилитроны, варикапы, фотодиоды, светодиоды, их основные характеристики. Примеры построения параметрических стабилизаторов, детекторов, выпрямительных схем, схем взаимного преобразования оптических и электрических сигналов. | 0                    | 2    | 1, 2                          |

| <b>Дидактическая единица: Р-Н-Р и Н-Р-Н структуры, физика их работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|
| <p>2. Р-Н-Р и Н-Р-Н структуры, физика их работы. Биполярные транзисторы. Схемы включения: ОЭ, ОБ, ОК. Вольтамперные характеристики. Рабочая область, допустимые режимы. Эквивалентные схемы и их параметры.</p> <p>Полевые транзисторы. Схемы включения. Вольтамперные характеристики. Рабочая область, допустимые режимы. Эквивалентные схемы и их параметры.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0 | 6 | 1    |
| <b>Дидактическая единица: Усилители, общие понятия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |      |
| <p>3. Усилители, общие понятия. Искажения сигнала при усилении: линейные и нелинейные искажения; шумы усилителей. Принципы усиления: с помощью активных элементов, параметрические усилители. Логарифмические амплитудная и фазовая характеристики многокаскадных усилителей.</p> <p>Схема ОЭ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость.</p> <p>Схема ОБ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость.</p> <p>Схема ОК. Специальные схемы эмиттерных повторителей. Сравнение свойств каскадов ОЭ, ОБ, ОК.</p> | 0 | 4 | 3    |
| <b>Дидактическая единица: Усилители: усилители постоянного тока, усилители мощности (низкой частоты), широкополосные и импульсные усилители, избирательные усилители</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |      |
| <p>4. Усилители: усилители постоянного тока, усилители мощности (низкой частоты), широкополосные и импульсные усилители, избирательные усилители. Основные определения и отличительные особенности. Однотактные и двухтактные выходные каскады усилителей мощности. Трансформаторные выходные каскады. Бестрансформаторные схемы двухтактных выходных каскадов на транзисторах разного типа проводимости. Энергетические соотношения. Гальваническая межкаскадная связь. Нелинейные искажения.</p> <p>Цепи коррекции АЧХ И ФЧХ многокаскадных транзисторных широкополосных и импульсных усилителей. Каскодные схемы усиления, дифференциальный каскод.</p> <p>Обеспечение избирательности в усилителях высокой частоты. Принципы построения избирательных усилителей низкой частоты.</p>                                                                                                                                                                                                                                                 | 0 | 4 | 3, 5 |
| <b>Дидактическая единица: Особенности схемотехники усилителей постоянного тока.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|
| 5. Особенности схемотехники усилителей постоянного тока. Балансные каскады. Коэффициент усиления противофазного и синфазного сигнала. Дрейф 2-каскадного балансного усилителя. Схемы согласования потенциальных уровней.<br>Обратная связь в усилителях. Основные понятия. Виды обратной связи. Влияние ОС на параметры усилителей. Устойчивость усилителей с обратной связью. Критерии устойчивости. Расчет на устойчивость методом ЛАХ и ЛФХ. Применение обратной связи в схемах активных фильтров. Избирательные УНЧ с мостовыми схемами в цепи обратной связи и их параметры.                                                  | 0 | 4 | 3, 4 |
| <b>Дидактическая единица: Введение в интегральную схемотехнику.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |      |
| 6. Введение в интегральную схемотехнику. Операционные усилители и операционные схемы. Основные параметры и определения. Классификация операционных схем. Идеализированная модель операционного усилителя и операционной схемы. Статические и динамические параметры операционного усилителя.<br>Классификация операционных схем по типу обратной связи. Отрицательная обратная связь, канонические схемы, их основные параметры и характеристики. Влияние ОС на параметры усилителя. Классические операционные схемы с параллельной и последовательной отрицательной обратной связью, примеры построения, основные характеристики. | 0 | 4 | 2, 6 |
| <b>Дидактическая единица: Линейная модель операционной схемы и ее параметры.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |      |
| 7. Линейная модель операционной схемы и ее параметры. Источники входных погрешностей операционного усилителя и операционной схемы. Шумы операционных схем и их классификация.<br><br>Статические и динамические параметры операционного усилителя. Статические и динамические погрешности операционных схем. Устойчивость операционных схем с отрицательной обратной связью.<br>Динамические погрешности операционных схем при негармонических воздействиях.                                                                                                                                                                       | 0 | 4 | 6    |
| <b>Дидактическая единица: Компараторы: ЦАП, АЦП</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |      |
| 8. Компараторы, аналоговые ключи, принцип работы, основные характеристики.<br>ЦАП, классификация и схемотехника, основные параметры и характеристики.<br>АЦП, классификация схем построения, основные параметры и характеристики.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0 | 2 | 1    |
| <b>Дидактическая единица: Источники питания РЭА</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |      |
| 9. Источники питания РЭА.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0 | 2 | 1    |

Таблица 3.2

| Темы практических занятий | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|---------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| Семестр: 8                |                      |      |                               |                      |

| Дидактическая единица: Усилители, общие понятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--|
| <p>1. Усилители, общие понятия. Искажения сигнала при усилении: линейные и нелинейные искажения; шумы усилителей. Принципы усиления: с помощью активных элементов, параметрические усилители. Логарифмические амплитудная и фазовая характеристики многокаскадных усилителей. Схема ОЭ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость. Схема ОБ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость. Схема ОК. Специальные схемы эмиттерных повторителей. Сравнение свойств каскадов ОЭ, ОБ, ОК.</p> | 0 | 4 | 3 |  |
| <b>Дидактическая единица: Усилители: усилители постоянного тока, усилители мощности (низкой частоты), широкополосные и импульсные усилители, избирательные усилители</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--|
| <p>2. Усилители: усилители постоянного тока, усилители мощности (низкой частоты), широкополосные и импульсные усилители, избирательные усилители. Основные определения и отличительные особенности.</p> <p>Однотактные и двухтактные выходные каскады усилителей мощности. Трансформаторные выходные каскады.</p> <p>Бестрансформаторные схемы двухтактных выходных каскадов на транзисторах разного типа проводимости. Энергетические соотношения. Гальваническая межкаскадная связь. Нелинейные искажения.</p> <p>Цепи коррекции АЧХ И ФЧХ многокаскадных транзисторных широкополосных и импульсных усилителей. Каскодные схемы усиления, дифференциальный каскад.</p> <p>Обеспечение избирательности в усилителях высокой частоты. Принципы построения избирательных усилителей низкой частоты.</p> | 0 | 4 | 3, 5 |  |
| <b>Дидактическая единица: Особенности схемотехники усилителей постоянного тока.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |      |  |
| <p>3. Особенности схемотехники усилителей постоянного тока. Балансные каскады.</p> <p>Коэффициент усиления противофазного и синфазного сигнала. Дрейф 2-каскадного балансного усилителя. Схемы согласования потенциальных уровней.</p> <p>Обратная связь в усилителях. Основные понятия. Виды обратной связи. Влияние ОС на параметры усилителей.</p> <p>Устойчивость усилителей с обратной связью. Критерии устойчивости. Расчет на устойчивость методом ЛАХ и ЛФХ. Применение обратной связи в схемах активных фильтров. Избирательные УНЧ с мостовыми схемами в цепи обратной связи и их параметры.</p>                                                                                                                                                                                             | 0 | 4 | 3, 4 |  |
| <b>Дидактическая единица: Введение в интегральную схемотехнику.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |      |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--|
| <p>4. Введение в интегральную схемотехнику. Операционные усилители и операционные схемы. Основные параметры и определения. Классификация операционных схем.</p> <p>Идеализированная модель операционного усилителя и операционной схемы.</p> <p>Статические и динамические параметры операционного усилителя.</p> <p>Классификация операционных схем по типу обратной связи.</p> <p>Отрицательная обратная связь, канонические схемы, их основные параметры и характеристики. Влияние ОС на параметры усилителя.</p> <p>Классические операционные схемы с параллельной и последовательной отрицательной обратной связью, примеры построения, основные характеристики.</p> | 0 | 4 | 2, 6 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--|

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                             | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 8</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                             | Курсовой проект             | 1, 2, 3, 4, 5, 6              | 80                 | 12                   |
| : Алексеев А. Г. Усилительные устройства : сборник задач и упражнений : учебное пособие для электротехн. ин-т связи специальностей 0703, 0708 / А. Г. Алексеев, Г. В. Войшвилло, И. А. Трискало ; под ред. Г. В. Войшвилло. - М., 1986. - 158 с. : ил., схемы |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к занятиям       | 1, 2, 3, 4, 5, 6              | 20                 | 0                    |
| : Алексеев А. Г. Усилительные устройства : сборник задач и упражнений : учебное пособие для электротехн. ин-т связи специальностей 0703, 0708 / А. Г. Алексеев, Г. В. Войшвилло, И. А. Трискало ; под ред. Г. В. Войшвилло. - М., 1986. - 158 с. : ил., схемы |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к аттестации     | 1, 2, 3, 4, 5, 6              | 18                 | 0                    |
| : Алексеев А. Г. Усилительные устройства : сборник задач и упражнений : учебное пособие для электротехн. ин-т связи специальностей 0703, 0708 / А. Г. Алексеев, Г. В. Войшвилло, И. А. Трискало ; под ред. Г. В. Войшвилло. - М., 1986. - 158 с. : ил., схемы |                             |                               |                    |                      |

#### 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность     | Информационно-коммуникационные технологии |
|------------------|-------------------------------------------|
| Информирование   | Портал НГТУ                               |
| Консультирование | Портал НГТУ                               |
| Контроль         | Портал НГТУ                               |



|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ |
|-------------------------------|-------------|

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Максимальный балл |
|-------------------------------------------|-------------------|
| <b>Семестр: 8</b>                         |                   |
| <i>Курсовой проект:</i>                   | 100               |
| <i>Экзамен:</i>                           | 100               |
| Контролирующие материалы - тесты          |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                       | Формы контроля |         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|                       |                                                                                           | Защита КП/КР   | Экзамен |
| <b>ОПК.4</b>          | у1. уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию | +              | +       |
| <b>ПК.1</b>           | 34. знать элементную базу электронных устройств и микропроцессорную технику.              | +              | +       |
| <b>ПК.2</b>           | 33. знать принципиальные основы эксплуатации физической аппаратуры и оборудования.        | +              | +       |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. - М., 2007. - 527, [1] с. : ил. - На обл. авт. не указан.
2. Наундорф У. Аналоговая электроника. Основы, расчет, моделирование / Уве Наундорф ; пер. с нем. М. М. Ташлицкого. - М., 2008. - 471, [1] с. : ил. + 1 CD-ROM.
3. Павлов В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств : [учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника"] / В. Н. Павлов. - М., 2008. - 287, [1] с. : ил.
4. Хоровиц П. Искусство схемотехники : Пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. - М., 2003. - 704 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. - М., 2001. - 488 с. : ил.
2. Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - М., 1977. - 671 с. : ил.
3. Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники / Е. И. Манаев. - М., 1990. - 512 с. : ил.

4. Жеребцов И. П. Основы электроники / И. П. Жеребцов. - Л., 1990. - 352 с. : ил.
5. Цыкин Г. С. Усилители электрических сигналов / Г. С. Цыкин. - М., 1969. - 384 с. : ил., схем.
6. Мигулин И. Н. Усилительные устройства на транзисторах : проектирование / И. Н. Мигулин, М. З. Чаповский. - Киев, 1971. - 322 с. : черт.
7. Войшвилло Г. В. Современная техника усиления сигналов / Г. В. Войшвилло. - М., 1978. - 103 с. : ил., схемы
8. Гальперин М. В. Усилители постоянного тока / М. В. Гальперин, Ю. П. Злобин, В. А. Павленко. - М., 1978. - 246, [1] с. : табл., схемы
9. Титце У. Полупроводниковая схемотехника : [справочное руководство] / У. Титце, К. Шенк ; пер. с нем. под ред. А. Г. Алексенко. - М., 1983. - 512 с.

#### *Интернет-ресурсы*

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. Методическое и программное обеспечение**

#### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Приборы физической электроники : [учебное пособие для вузов по специальности "Электронные приборы и устройства", "Электроника и микроэлектроника" / А. И. Астайкин [и др.] ; под ред. А. И. Астайкина]. - М., 2008. - 227, [2] с. : ил.
2. Алексеев А. Г. Усилительные устройства : сборник задач и упражнений : учебное пособие для электротехн. ин-т связи специальностей 0703, 0708 / А. Г. Алексеев, Г. В. Войшвилло, И. А. Трискало ; под ред. Г. В. Войшвилло. - М., 1986. - 158 с. : ил., схемы

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

1 Origin

2 Microsoft Office

### **9. Материально-техническое обеспечение**

Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Для проведения лекционных занятий |

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

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФТФ  
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель  
“        ”        \_\_\_\_\_ Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Электронные усилители

Образовательная программа: 03.03.02 Физика, профиль: Ядерная физика и ядерные технологии

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электронные усилители 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) |
| ОПК.4 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности | у1. уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию | Введение в интегральную схемотехнику. Операционные усилители и операционные схемы. Основные параметры и определения. Классификация операционных схем. Идеализированная модель операционного усилителя и операционной схемы. Статические и динамические параметры операционного усилителя. Классификация операционных схем по типу обратной связи. Отрицательная обратная связь, канонические схемы, их основные параметры и характеристики. Влияние ОС на параметры усилителя. Классические операционные схемы с параллельной и последовательной отрицательной обратной связью, примеры построения, основные характеристики. Линейная модель операционной схемы и ее параметры. Источники входных погрешностей операционного усилителя и операционной схемы. Шумы операционных схем и их классификация. Статические и динамические параметры операционного усилителя. Статические и динамические погрешности операционных схем. Устойчивость операционных схем с отрицательной обратной связью. Динамические погрешности операционных схем при негармонических воздействиях. Особенности схемотехники усилителей постоянного тока. Балансные каскады. Коэффициент усиления противофазного и синфазного сигнала. Дрейф 2-каскадного балансного усилителя. Схемы согласования потенциальных | Курсовой проект                                               | Экзамен, вопросы 1 - 10.                  |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>уровней. Обратная связь в усилителях. Основные понятия. Виды обратной связи. Влияние ОС на параметры усилителей. Устойчивость усилителей с обратной связью. Критерии устойчивости. Расчет на устойчивость методом ЛАХ и ЛФХ. Применение обратной связи в схемах активных фильтров. Избирательные УНЧ с мостовыми схемами в цепи обратной связи и их параметры. Усилители, общие понятия. Искажения сигнала при усилении: линейные и нелинейные искажения; шумы усилителей. Принципы усиления: с помощью активных элементов, параметрические усилители. Логарифмические амплитудная и фазовая характеристики многокаскадных усилителей. Схема ОЭ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость. Схема ОБ. Принцип усиления. Статическая и динамическая нагрузочная характеристики. Обеспечение режима по постоянному току. Эквивалентная схема каскада. Основные динамические параметры: коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления, нижняя и верхняя граничные частоты. Входная динамическая емкость. Схема ОК. Специальные схемы эмиттерных повторителей. Сравнение свойств каскадов ОЭ, ОБ, ОК. Усилители: усилители постоянного тока, усилители мощности (низкой частоты), широкополосные и импульсные усилители, избирательные усилители. Основные определения и отличительные особенности. Однотактные и двухтактные выходные каскады усилителей мощности. Трансформаторные выходные каскады. Бестрансформаторные схемы</p> |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|                                                                                                                                                     |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                                                                     |                                                                                           | <p>двухтактных выходных каскадов на транзисторах разного типа проводимости. Энергетические соотношения. Гальваническая межкаскадная связь. Нелинейные искажения. Цепи коррекции АЧХ И ФЧХ многокаскадных транзисторных широкополосных и импульсных усилителей. Каскодные схемы усиления, дифференциальный каскад. Обеспечение избирательности в усилителях высокой частоты. Принципы построения избирательных усилителей низкой частоты.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |                                |
| <p>ПК.1/НИ<br/>способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>                 | <p>34. знать элементную базу электронных устройств и микропроцессорную технику.</p>       | <p>P-N-P и N-P-N структуры, физика их работы. Биполярные транзисторы. Схемы включения: ОЭ, ОБ, ОК. Вольтамперные характеристики. Рабочая область, допустимые режимы. Эквивалентные схемы и их параметры. Полевые транзисторы. Схемы включения. Вольтамперные характеристики. Рабочая область, допустимые режимы. Эквивалентные схемы и их параметры. Источники питания РЭА. Компараторы, аналоговые ключи, принцип работы, основные характеристики. ЦАП, классификация и схемотехника, основные параметры и характеристики. АЦП, классификация схем построения, основные параметры и характеристики. Физические основы работы полупроводниковых приборов. P-N переход. Разновидности диодов: выпрямительные, стабилитроны, варикапы, фотодиоды, светодиоды, их основные характеристики. Примеры построения параметрических стабилизаторов, детекторов, выпрямительных схем, схем взаимного преобразования оптических и электрических сигналов.</p> | <p>Курсовой проект</p> | <p>Экзамен, вопросы 6 - 10</p> |
| <p>ПК.2/НИ<br/>способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с</p> | <p>33. знать принципиальные основы эксплуатации физической аппаратуры и оборудования.</p> | <p>Введение в интегральную схемотехнику. Операционные усилители и операционные схемы. Основные параметры и определения. Классификация операционных схем. Идеализированная модель операционного усилителя и операционной схемы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Курсовой проект</p> | <p>Экзамен, вопросы 1 - 5</p>  |

|                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта |  | Статические и динамические параметры операционного усилителя. Классификация операционных схем по типу обратной связи. Отрицательная обратная связь, канонические схемы, их основные параметры и характеристики. Влияние ОС на параметры усилителя. Классические операционные схемы с параллельной и последовательной отрицательной обратной связью, примеры построения, основные характеристики. Физические основы работы полупроводниковых приборов. P-N переход. Разновидности диодов: выпрямительные, стабилитроны, варикапы, фотодиоды, светодиоды, их основные характеристики. Примеры построения параметрических стабилизаторов, детекторов, выпрямительных схем, схем взаимного преобразования оптических и электрических сигналов. |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

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

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ.

Экзамен проводится в форме письменного тестирования.

Кроме того, сформированность компетенций 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 учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, 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.

**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.

**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.



## Паспорт экзамена

по дисциплине «Электронные усилители», 8 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам. Тест включает в себя 10 вопросов и две задачи. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). В процессе подготовки студенты в праве пользоваться любой литературой, в том, числе, своими лекциями.

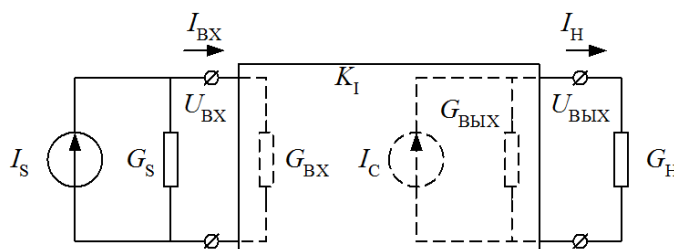
### Пример теста для экзамена

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Вопрос 1. Определение понятия «Электронный усилитель»                              |
| Вопрос 2. Способы стабилизации рабочей точки транзистора                           |
| Вопрос 3. Основные параметры каскада с ОЭ на средних частотах                      |
| Вопрос 4. Изменение параметров каскада с ОЭ в области низких частот                |
| Вопрос 5. Изменение параметров каскада с ОЭ в области высоких частот               |
| Вопрос 6. Основные параметры каскада с ОК на средних частотах                      |
| Вопрос 7. Основные параметры каскада с ОБ на средних частотах                      |
| Вопрос 8. Что такое обратная связь в усилителях и какие виды обратной связи бывают |
| Вопрос 9. Что такое функция цепи и ее общие свойства                               |
| Вопрос 10. Функция цепи двухполосника и ее общие свойства                          |

#### Задача 1.

Согласованный по входу и выходу усилитель тока с коэффициентом усиления  $K_I = I_H / I_{BX} = 100$  с источником тока на входе  $I_S = 10$  мА имеет на входе  $U_{BX} = 0.5$  В и на выходе  $U_{ВЫХ} = 2.5$  В.

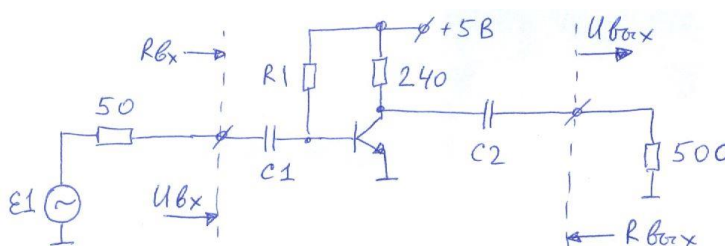
Найти остальные параметры усилителя:  $I_C$ ,  $I_{BX}$ ,  $I_H$ ,  $G_S$ ,  $G_{ВХ}$ ,  $G_{ВЫХ}$ ,  $G_H$ .



#### Задача 2.

$\beta = 100$ ,  $C_1 = C_2 = 3 \cdot 10^{-6}$  Ф,  $r_b = 0$ ,  
 $R_K = 240$  Ом,  $R_T = 50$  Ом,  $E_{П} = 5$  В,  
 $R_H = 500$  Ом.

С помощью сопротивления  $R_1$  установить оптимальную рабочую точку транзистора по постоянному току ( $U_K$ ,  $I_K$ ).



Найти параметры полученного усилителя:  $R_1$ ,  $R_{ВХ}$ ,  $R_{ВЫХ}$ ,  $K_U = U_{ВЫХ} / E_1$ ,  $f_{гр}$ .

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный тест считается **неудовлетворительным**, если студент ответил верно на менее чем 4 вопроса теста и не решил ни одну из задач, оценка составляет **менее 25 баллов**.

- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **пороговом** уровне, если студент верно ответил на 5 – 6 вопросов теста и верно решил одну задачу, оценка составляет 26 – 50 баллов.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **базовом** уровне, если студент верно ответил на 7 – 8 вопросов теста и верно решил обе задачи, оценка составляет от 51 до 75 баллов.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент верно ответил на 9- 10 вопросов теста и правильно решил обе задачи, оценка составляет от 76 до 100 баллов.

### 3. Шкала оценки

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

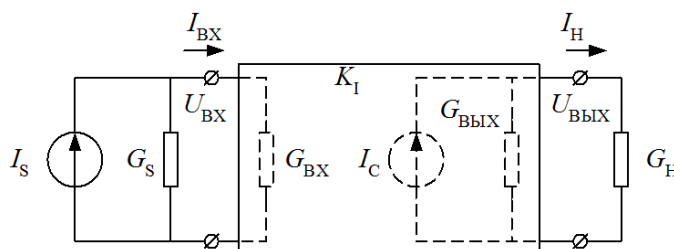
### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электронные усилители»

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Вопрос 1. Определение понятия «Электронный усилитель»                              |
| Вопрос 2. Способы стабилизации рабочей точки транзистора                           |
| Вопрос 3. Основные параметры каскада с ОЭ на средних частотах                      |
| Вопрос 4. Изменение параметров каскада с ОЭ в области низких частот                |
| Вопрос 5. Изменение параметров каскада с ОЭ в области высоких частот               |
| Вопрос 6. Основные параметры каскада с ОК на средних частотах                      |
| Вопрос 7. Основные параметры каскада с ОБ на средних частотах                      |
| Вопрос 8. Что такое обратная связь в усилителях и какие виды обратной связи бывают |
| Вопрос 9. Что такое функция цепи и ее общие свойства                               |
| Вопрос 10. Функция цепи двухполюсника и ее общие свойства                          |

#### Задача 1.

Согласованный по входу и выходу усилитель тока с коэффициентом усиления  $K_I = I_H / I_{BX} = 100$  с источником тока на входе  $I_S = 10$  мА имеет на входе  $U_{BX} = 0.5$  В и на выходе  $U_{ВЫХ} = 2.5$  В.

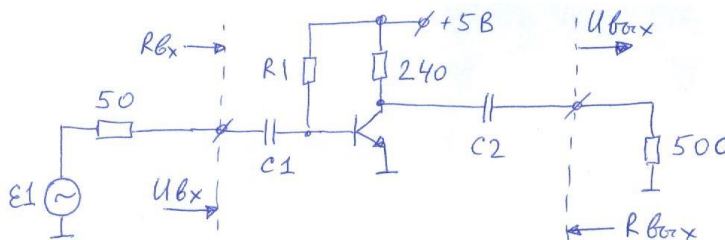
Найти остальные параметры усилителя:  $I_C$ ,  $I_{BX}$ ,  $I_H$ ,  $G_S$ ,  $G_{ВХ}$ ,  $G_{ВЫХ}$ ,  $G_H$ .



#### Задача 2.

$\beta = 100$ ,  $C_1 = C_2 = 3 \cdot 10^{-6}$  Ф,  $r_B = 0$ ,  
 $R_K = 240$  Ом,  $R_T = 50$  Ом,  $E_{П} = 5$  В,  
 $R_H = 500$  Ом.

С помощью сопротивления  $R_1$  установить оптимальную рабочую точку транзистора по постоянному току ( $U_K$ ,  $I_K$ ).



Найти параметры полученного усилителя:  $R_1$ ,  $R_{ВХ}$ ,  $R_{ВЫХ}$ ,  $K_U = U_{ВЫХ} / E_1$ ,  $f_{ГР}$ .

|                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вопрос 1. Свойства двухполюсной цепи на основе теоремы Теледжена                                                                                                                        |
| Вопрос 2. Какие двухполюсники называются двухполюсниками минимально-активного типа. (Примеры)                                                                                           |
| Вопрос 3. Какие двухполюсники называются двухполюсниками минимально-реактивного типа. Как можно получить такие цепи.                                                                    |
| Вопрос 4. Какие четырех-полюсники называются четырех-полюсниками минимального затухания.                                                                                                |
| Вопрос 5. Минимально-фазовые четырех-полюсники и фазовые звенья                                                                                                                         |
| Вопрос 6. Схема каскада на полевом транзисторе с индуктивной коррекцией. Ее коэффициент усиления. Сравнить с каскадом без коррекции.                                                    |
| Вопрос 7. Передача импульса широкополосным каскадом с емкостной связью. Как искажается прямоугольный импульс таким усилителем. Связь длительности фронта импульса на выходе усилителя с |

его рабочей полосой в частотной области.

Вопрос 8. Как ведет себя фронт прямоугольного импульса, усиленного многокаскадным усилителем

Вопрос 9. Узкополосные усилители. Какие они бывают. Примеры и основные характеристики.

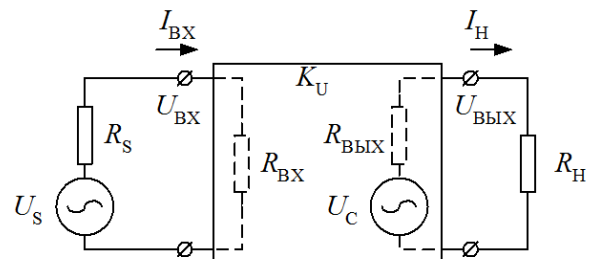
Вопрос 10. Дифференциальный каскад и его основные свойства.

### Задача 1.

Усилитель напряжения с источником напряжения на входе  $U_S=10$  В имеет на входе  $U_{BX}=2.5$  В,  $I_{BX}=10$  мА и нагрузку  $R_H=500$  Ом.

Дополнительные условия:  $U_{XX}=10$  В,  $I_{K3}=20$  мА.

Найти остальные параметры усилителя:  $U_C$ ,  $I_H$ ,  $R_S$ ,  $R_{BX}$ ,  $R_{ВЫХ}$ ,  $K_U$ ,  $U_{ВЫХ}$ ,

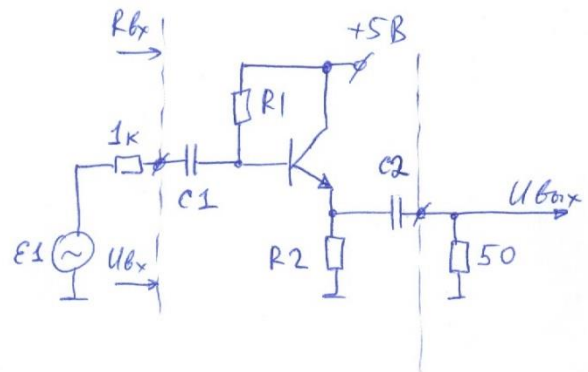


### Задача 2.

$\beta = 200$ ,  $K_U = U_{ВЫХ}/U_{ВХ} = 0.5$ ,  $f_{ГР} = 1$  МГц,  $r_b = 0$ ,  $E_{П} = 5$  В,  $R_{Г} = 1$  кОм,  $R_H = 50$  Ом.

С помощью сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  установить оптимальную рабочую точку транзистора по постоянному току ( $U_C$ ,  $I_K$ ).

Найти параметры полученного усилителя:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $R_{BX}$ ,  $R_{ВЫХ}$ .



## Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Электронные усилители», 8 семестр

### 1. Методика оценки.

В рамках самостоятельной работы по дисциплине «Электронные усилители» студенты должны написать курсовую работу по электронным устройствам в основе которых содержится усилительный элемент. Студентам предлагаются на выбор темы, куда входят большинство линейных электронных устройств:

- Операционные усилители с обратной связью по напряжению и по току.
- Дифференциальные усилители по входу и выходу.
- Прецизионные ОУ.
- Усилители с управляемым коэффициентом усиления (PGA/VGA).
- Логарифмические усилители.
- Усилители-ограничители.
- Преобразователи среднеквадратичного значения сигнала.
- Умножители/делители.
- Компараторы.
- Интегральные источники опорного напряжения.
- Трансимпедансные усилители.
- Усилители выборки-хранения.
- Фильтры на ОУ.
- Стабилизаторы напряжения и тока на ОУ.
- Инструментальные усилители.
- Мультиплексоры.

Конкретная тема и название курсовой работы выбирается студентами с опорой на их текущую учебно-практическую деятельность или в ходе консультации с преподавателем.

При выполнении курсовой работы студенты должны провести анализ литературных источников по выбранной тематике, подготовить презентацию и выступить с ней на занятии.

Для успешного выполнения работы студенты получают тему курсовой работы в первой половине 8-го семестра и осуществляют консультации с преподавателем на всех этапах ее выполнения.

### Обязательные структурные части реферата:

- Введение (*во введении приводится обоснование актуальности темы, цели и задачи, приводится краткая история развития темы, современное состояние дел, делается обзор из разных литературных источников и дается обоснование выбранного варианта решения текущей задачи*)
- Основная часть (*в основной части подробно описывается выбранный вариант исполнения проекта, приводятся теоретические расчеты по его реализации, выбирается элементная база с обоснованием этого выбора, описываются экспериментальные средства и условия проведения тестовых измерений*)

*параметров электронного устройства, приводятся численные результаты и графики этих измерений)*

- Заключение (в заключении приводятся основные выводы)
- Список литературных источников

#### **Оцениваемые позиции:**

- полнота освещения исследуемой проблемы
- самостоятельность выполнения работы
- соответствие результата поставленной задачи
- выступление с презентацией
- полнота ответов на вопросы во время презентации работы

## **2. Критерии оценки.**

- проект считается **не выполненным**, если: курсовая работа не подготовлена или отсутствуют необходимые структурные части; отсутствует презентация работы; *оценка составляет от 0 до 49 баллов.*
- проект считается выполненным **на пороговом** уровне, если: разделы курсовой работы не освещены в полном объеме; при расчете электронного устройства допущено много ошибок не принципиального характера; неверно оценены полученные результаты; приведены неудовлетворительные ответы на вопросы по этому проекту; *оценка составляет от 50 до 72 баллов.*
- проект считается выполненным **на базовом** уровне, если: разделы курсовой работы освещены в полном объеме, но с небольшими неточностями, которые носят не существенный характер; в основном, расчет электронного устройства проведен без ошибок; получены ответы на большинство вопросов по презентации; *оценка составляет от 73 до 86 баллов.*
- проект считается выполненным **на продвинутом** уровне, если: разделы курсовой работы освещены в полном объеме, сделан подробный и верный расчет параметров электронного устройства; результат работы соответствует поставленной задаче; к оформлению презентации и стилю изложений не было высказано замечаний и получены развернутые ответы на все вопросы во время презентации; *оценка составляет от 87 до 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).**

- Трансимпедансный усилитель для фотодиода SAR3000E1.
- Высококачественный усилитель звукового диапазона.
- Усилитель с управляемым коэффициентом усиления.
- Широкополосный логарифмический усилитель.
- Согласующий усилитель для прецизионной оцифровки сигнала
- Линейный стабилизатор питания на операционном усилителе.

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

Вопросы при защите проекта задаются в основном в конце презентации и призваны прояснить непонятные или неполные моменты в ее изложении, а потому могут затрагивать все разделы курсовой работы. Они могут касаться как обоснования используемых в работе схемотехнических решений, так и конкретных элементов принципиальных схем, их расчётов

и применяемой элементной базы, а также полученных результатов.