

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИНК ТПУ  
 В.Н. Бориков  
« 22 » 06 2015 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

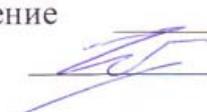
### ЭЛЕКТРОНИКА 1.2

**Направление ООП:** 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Опотехника,  
12.03.04 Биотехнические системы и технологии

**Номер кластера** 2

**Профиль подготовки** для всех профилей ООП

Квалификация (степень)	<u>бакалавр</u>
Базовый учебный план приема	<u>2015 г.</u>
Курс <u>2</u>	семестр <u>4</u>
Количество кредитов	<u>4</u>
Код дисциплины	<u>Б.М9 (Б.М5 для 12.03.02)</u>

<b>Виды учебной деятельности</b>	<b>Временной ресурс по очной форме обучения</b>
Лекции, час	<u>32</u>
Практические занятия, час	<u>16</u>
Лабораторные занятия, час	<u>16</u>
Аудиторные занятия, час	<u>64</u>
Самостоятельная работа, час	<u>80</u>
ИТОГО, час	<u>144</u>
Вид промежуточной аттестации	<u>экзамен</u>
Обеспечивающее подразделение	<u>кафедра ПМЭ ИНК</u>
Зав. кафедрой ПМЭ ИНК 	<u>Ф.А. Губарев</u>

**Руководители ООП:**

12.03.01 Приборостроение  А.Н. Гормаков

12.03.02 Опотехника  В.Ф. Штанько

12.03.04 Биотехнические системы и технологии  А.В. Фокин

Преподаватель  В.В. Гребенников

2015г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью учебной дисциплины является:

*в области обучения* – формирование специальных знаний, умений, навыков анализа, расчета и проектирования, а также компетенций в сфере современных высокоэффективных электронных систем;

*в области воспитания и развития* – научить эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального и личностного развития;

*в области развития* – подготовка студентов к дальнейшему освоению новых профессиональных знаний и умений, самообучению, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Электроника 1.2» относится к базовой части профессионального цикла подготовки бакалавра.

Дисциплине «Электроника 1.2» предшествует освоение дисциплин (ПРЕ-РЕКВИЗИТЫ):

Математика 1.1, Математика 2.1, Математика 3.1, Физика 1.1, Физика 2.1, Физика 3.1, Электротехника 1.3.

Содержание разделов дисциплины «Электроника 1.2» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ): коррективов нет.

Освоение данной дисциплины служит основой для последующего изучения дисциплин, предусмотренных учебными планами соответствующих ООП.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны владеть базовыми методами расчета электрических цепей постоянного и переменного тока в установившемся и переходном режимах, иметь представление об АЧХ, ФЧХ и видах электрических фильтров.

## **3. Результаты освоения дисциплины**

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1.1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины для направления **12.03.01 Приборостроение**

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ПК-7, ПК-10)	З.1.3	современных базовых основ в области инженерных наук;	У.1.1  У.1.3	учитывать в своей деятельности экономические аспекты и вопросы энергосбережения; разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем с определением физических принципов действия;	В.1.1  В.1.3	эффективно разрабатывать современные средства контроля и измерения; применение компьютерных пакетов программ для моделирования процессов в электронных схемах приборов и систем, моделирования виртуальных приборов;
Р5 (ПК-27)	-	-	У.5.3	планировать измерительный эксперимент для получения определенной научно-технической задачи;	В.5.2  В.5.3	работы с соответствующими приборами и оборудованием для экспериментальных исследований; применение современных пакетов прикладных программ для моделирования эксперимента и обработки результатов измерений;
Р7 (ОК-1, ОК-7, ОК-9)	З.7.3	видов самостоятельной образовательной деятельности для профессионального роста.	У.7.3	использовать в качестве источника самообучения собственный профессиональный опыт, а также опыт других.	В.7.1  В.7.3	навыками самоорганизации и мотивации к постоянному совершенствованию ранее приобретенных знаний и умений в области профессиональной деятельности; обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения.

Таблица 1.2

*Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины для направления 12.03.02 Оптомехника*

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1  (ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4)	-	-	У.1.7	использовать законы физики, механики, электротехники при разработке конкурентноспособных элементов, устройств, объектов и систем оптомехники;	-	-
Р4  (ПК-5)	3.4.3	основные принципы построения, методы проектирования и расчета оптической, световой и лазерной техники на базе системного подхода, включая этапы функционального, конструкторского и технологического проектирования на уровне элементов и узлов, требования стандартизации технической документации.	-	-	В.4.1	использования современных технических средств и технологий в профессиональной области;
Р6  (ПК-2, ПК-7, ПК-19)	-	-	-	-	В.6.1	наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач;
Р9  (ОК-6, ОК-7)					В.9.2	ответственного отношения к порученным заданиям и

						выполнению своих профессиональных обязанностей.
--	--	--	--	--	--	---

Таблица 1.3

*Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины для направления*  
**12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р2 (ПК-20)	-	-	У.2.1  У.2.2	использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании биотехнических систем;	В.2.1  В.2.2	применения принципов и методов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем; использования типовых пакетов прикладных программ, применяемых при проектировании аппаратов, приборов и систем медицинского назначения;
Р3 (ОПК-2, ОПК-3, ПК-19, ПК-20)	-	-	У.3.2	выполнять проекты технического обеспечения биотехнических систем на базе типовых средств;	-	-
Р4 (ОПК-2, ОПК-3, ПК-19, ПК-20)	3.4.1  3.4.2  34.3	методы расчета электрических и электронных цепей; характеристики и параметры полупроводниковых приборов; базовые элементы аналоговых	У.4.1	проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами;	В.4.1	использования принципов построения измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением.

		и цифровых устройств.				
P5 (ОПК-5, ОПК-7, ПК-2)	-	-	У.5.2	использовать технические средства для измерения различных физических величин.	-	-

Результаты обучения, общекультурные и профессиональные компетенции, а также знания, умения и владения, указанные в таблицах 1.1-1.3, приведены в соответствующих ООП.

В результате освоения дисциплины «Электроника 1.2» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

№ п/п	Результат
РД1	Применять знание элементной базы, принципов построения, функционирования, основных характеристик и параметров базовых аналоговых и цифровых устройств.
РД2	Выполнять простейшие расчеты базовых узлов электронной аппаратуры.
РД3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Электрические сигналы.**

*Освещаются основные виды и параметры электрических сигналов, широко используемых в электронике.*

Виды учебной деятельности:

##### **Лекции:**

Виды, параметры и представление электрических сигналов.

##### **Лабораторные работы:**

Осциллографирование электрических сигналов.

##### **Раздел 2. Элементная база электронных устройств.**

*Рассматриваются принципы функционирования, основные виды, параметры, схемы замещения, условные обозначения пассивных и полупроводниковых компонентов электронных схем и особенности их практического применения.*

Виды учебной деятельности:

##### **Лекции:**

**Пассивные компоненты: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы.** Общие сведения. Классификация. Схемы замещения. Маркировка и система обозначений. Основные параметры. Рекомендации по выбору.

**Полупроводниковые компоненты.** Принцип действия р-n-перехода. Полупроводниковые диоды. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Тиристоры. Элементы оптоэлектроники. Интегральные микросхемы.

**Лабораторные работы:**

1. Полупроводниковые диоды.
2. Исследование усилительного каскада на биполярных транзисторах.
3. Исследование характеристик и параметров полевых транзисторов.

**Раздел 3. Усилители электрических сигналов.**

*Рассматриваются особенности построения и функционирования усилительных каскадов на дискретных элементах, схем на операционных усилителях, влияние обратной связи на свойства и параметры усилителей.*

Виды учебной деятельности:

Лекции:

Электронные усилители: классификация, характеристики и параметры, структурная схема, принцип действия.

**Однокаскадные усилители с резистивно-емкостной связью.** Каскады на биполярном транзисторе по схемам включения с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой. Каскады на полевом транзисторе по схемам включения с общим истоком и общим стоком. Режим покоя. Классы усиления. Цепи смещения. Стабилизация режима покоя усилительного каскада. Анализ каскадов в режиме малого сигнала в области низких, средних и высоких частот.

**Обратная связь (ОС) в усилителях.** Определение ОС. Классификация видов ОС. Влияние ОС разного типа на характеристики и параметры усилителей. Основные способы подачи ОС в реальных устройствах. Устойчивость усилителей с ОС.

**Выходные каскады усилителей.** Работа усилителя на биполярных транзисторах в режиме большого сигнала, нелинейные искажения. Трансформаторные и бестрансформаторные усилители мощности: принцип действия, энергетические соотношения.

**Усилители постоянного тока (УПТ).** Основные особенности и характеристики УПТ. Многокаскадные УПТ прямого усиления. УПТ с промежуточным преобразованием. Дифференциальный каскад.

**Операционный усилитель (ОУ).** Основные параметры и характеристики ОУ. Аналоговые схемы на основе ОУ.

**Лабораторные работы:**

1. Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе.
2. Функциональные преобразователи на основе ОУ.

## **Раздел 4. Генераторы гармонических сигналов.**

*Рассматриваются принципы построения и функционирования базовых схем генераторов гармонических сигналов.*

Виды учебной деятельности:

### **Лекции:**

Основные положения теории электронных генераторов. Определение электронного генератора. Классификация. Автогенераторы гармонических сигналов. Условия и режимы самовозбуждения автоколебаний. RC-генераторы.

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

### **6.1 Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую СРС и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- предварительное изучение лекционного материала, тестирование по материалам лекции;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к защите индивидуальных домашних заданий;
- подготовка к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- анализ индивидуального домашнего задания;
- поиск, анализ и презентацию информации;
- выполнение расчетно-графической работы;
- формулирование выводов о проделанной работе.

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- самоконтроль;
- контроль со стороны преподавателя.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется посредством презентации результатов выполнения домашних контрольных и опережающих заданий, получения допуска к выполнению лабораторных работ, защиты индивидуальных домашних заданий и отчетов по выполненным лабораторным работам, подготовки ответов на контрольные вопросы к лабора-

торным работам. Наряду с контролем СРС со стороны преподавателя предполагается личный самоконтроль по выполнению СРС со стороны студентов.

### 7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	РД1, РД2, РД3
Выполнение и защита ИДЗ	РД1, РД2, РД3
Выполнение контрольных работ	РД1, РД2
Экзамен	РД1, РД2

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

Примеры контрольных вопросов к лабораторным работам:

- Чем вызвано наличие обратного тока в  $p-n$ -переходе? Как зависит от температуры и типа полупроводника?
- Каково соотношение токов биполярного транзистора в активном режиме?
- Приведите схемы включения биполярного транзистора. Объясните название этих схем.
- Что такое дифференциальное сопротивление коллекторного перехода и как его можно определить по выходным характеристикам транзистора?
- В чем основные отличия полевого транзистора по сравнению с биполярным транзистором?
- Как влияет напряжение затвор-исток МДП транзистора на проводимость канала и почему?
- Что такое режим обеднения и режим обогащения МДП транзисторов?
- Чем определяются инерционные (частотные) свойства полевых транзисторов?

Примеры индивидуальных домашних заданий

#### **«Расчет усилительного каскада»**

Рассчитать усилительный каскад, работающий в классе усиления А. Данные для расчета приведены в таблице.

Программа работы

На выходных характеристиках транзистора построить нагрузочную прямую постоянного тока. В соответствии с классом усиления выбрать рабочую точку на входной характеристике. Определить координаты рабочей точки на нагрузочной прямой постоянного тока. Построить нагрузочную прямую переменного тока на выходных характеристиках. Графически определить максимальные значения выходного напряжения, коллекторного и базового токов и максимальную выходную мощность. Рассчитать элементы цепи смещения каскада. Определить способ задания и тип термостабилизации положения рабочей точки в усилительном каскаде. Указать их достоинства и недостатки. Нарисовать полную схему замещения усилительного каскада на переменном токе в физических параметрах, справедливую во всем частотном диапазоне. Преобразовать схему, полученную в предыдущем пункте в схему замещения усилительного каскада, справедливую на средних частотах. Рассчитать  $R_{вх}$ ,  $R_{вых}$ ,  $K_U$ ,  $K_U^*$ ,  $K_I$ ,  $K_P$ ,  $U_{m\text{вх}}$ . Нарисовать сфазированные диаграммы токов и напряжений в ключевых точках схемы:  $u_{вх}(t)$ ,  $u_{вых}(t)$ ,  $u_{кэ}(t)$ ,  $u_{ср1}(t)$ ,  $u_{ср2}(t)$ ,  $u_{сэ}(t)$ ,  $i_б(t)$ ,  $i_к(t)$ ,  $i_э(t)$ ,  $u_{бэ}(t)$ ,  $u_{R1}(t)$ ,  $u_{R2}(t)$ ,  $u_{Rб}(t)$ ,  $u_{Rэ}(t)$ . Рассчитать постоянные составляющие перечисленных токов и напряжений. Предъявить требования к транзистору. Выводы.

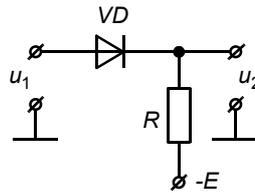
№ вар.	№ схемы (тип транзистора)	№ рисунка ВАХ	$E_k$ , В	$R_k$ , кОм	$R_n$ , кОм	$R_э$ , Ом	$R_r$ , Ом	$I_{к0}$ , мкА
1.	1	1	7	3.0	5.1	300	5	4
2.	2	1	9	2.7	5.1	–	20	
3.	3	1	10	2.4	5.1	–	100	
4.	4	1	12	2.7	5.1	270	25	
5.	1 (p-n-p)	1	-15	3.6	5.1	360	30	
6.	2 (p-n-p)	1	-15	4.7	4.7	–	50	
7.	3 (p-n-p)	1	-9	4.7	4.7	–	50	
8.	4 (p-n-p)	1	-10	3.0	4.7	300	30	

### Примеры заданий для контрольных работ

1. Какова область применения выпрямительных диодов? Перечислите и поясните основные параметры выпрямительных диодов.

2. Определить сопротивление балластного резистора параметрического стабилизатора. Известно, что входное напряжение стабилизатора изменяется от 15 до 20В, а  $R_n = 3\text{к}$ . Параметры стабилитрона:  $U_{ст} = 9\text{В}$ ,  $I_{ст\text{max}} = 20\text{мА}$ ,  $I_{ст\text{min}} = 1\text{мА}$ .

3. Построить, с комментариями, передаточную характеристику и сфазированные диаграммы напряжений  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$ , если  $u_1(t) = U_m \sin \omega t$ , причем  $U_m = 12\text{В}$ ,  $E = 6\text{В}$ .



4. Поясните принцип действия биполярного транзистора.

5. В схеме ОБ статический коэффициент передачи тока эмиттера равен 0.98, а граничная частота передачи тока 15МГц. Определить коэффициент передачи тока базы на частоте 100кГц для этого транзистора, включенного по схеме ОЭ.

6. Приведите типовую амплитудную характеристику усилителя. Объясните ход кривой. Что называется динамическим диапазоном усилителя и сигнала?

7. Рассчитать сопротивления резисторов делителя в усилительном каскаде ОЭ, если положение рабочей точки задано методом фиксированного напряжения и известно, что  $E_k = 15\text{В}$ ,  $U_{0бэ} = 0.3\text{В}$ ,  $U_{0кэ} = 6\text{В}$ ,  $R_k = 2\text{к}$ ,  $R_3 = 200\text{Ом}$ ,  $R_n = 4\text{к}$ ,  $\beta_{cp} = 100$ . Определить рабочие напряжения на всех конденсаторах.

8. Дано:  $R_1 = R_4 = R$ ;  $R_3 = 2 \cdot R$ ;  $R_2 = 8 \cdot R$ ;  $U_{вх}$ . Найти:  $U_{вых}$ ,  $U_{R1}$ ,  $I_{вх}$ .

## Примеры экзаменационных билетов

### БИЛЕТ №1

по дисциплине: ЭЛЕКТРОНИКА 1.2

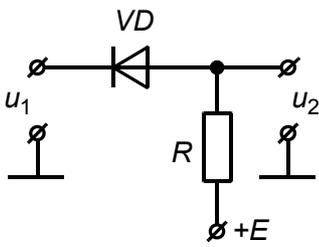
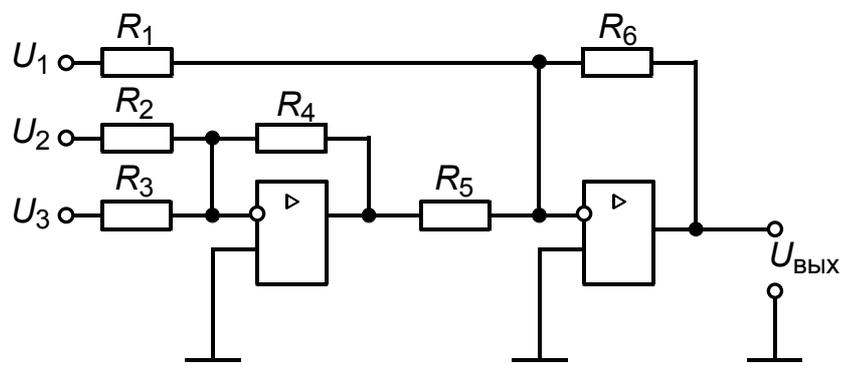
«Утверждаю»

Институт неразрушающего контроля

Зав. кафедрой ПМЭ

Ф.А. Губарев

курс: 2

№	Задание	Балл
1.	Дайте определение резистора. Перечислите основные виды и области применения резисторов. Нарисуйте их условное графическое обозначение (УГО). По каким основным параметрам выбираются резисторы?	5
2.	Объяснить принцип действия бестрансформаторного усилителя мощности (БУМ) на транзисторах разного типа проводимости с однополярным питанием. Почему схема называется схемой с дополнительной симметрией?	5
3.	<p>Построить, с комментариями, передаточную характеристику и сфазированные диаграммы напряжений <math>u_1(t)</math> и <math>u_2(t)</math>, если <math>u_1(t) = U_m \sin \omega t</math>, причем <math>U_m = 10\text{В}</math>, <math>E = 7\text{В}</math>.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	10
4.	<p>Расчитать сопротивления резисторов делителя в усилительном каскаде ОЭ, если положение рабочей точки задано методом фиксированного напряжения и известно, что <math>E_k = 15\text{В}</math>, <math>U_{обз} = 0.3\text{В}</math>, <math>U_{окэ} = 6\text{В}</math>, <math>R_k = 2\text{к}</math>, <math>R_3 = 200\text{Ом}</math>, <math>R_H = 4\text{к}</math>, <math>\beta = 100</math>. Определить рабочие напряжения на всех конденсаторах.</p>	10
5.	<p>Дано: <math>R_1 = \frac{R}{2}</math>; <math>R_2 = R_3 = R_5 = R</math>; <math>R_4 = R_6 = 10 \cdot R</math>, <math>U_1, U_2, U_3</math>. Определить <math>U_{\text{ВЫХ}}</math>, <math>U_{R5}</math>.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	10
<b>Итого</b>		<b>40</b>

Составил доцент каф. ПМЭ \_\_\_\_\_ Гребенников В.В.

## БИЛЕТ №2

по дисциплине: ЭЛЕКТРОНИКА 1.2

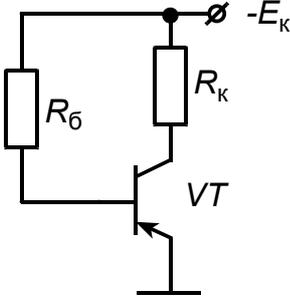
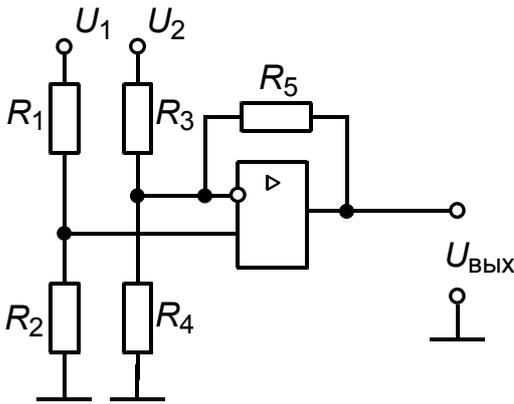
«Утверждаю»

Институт неразрушающего контроля

Зав. кафедрой ПМЭ

Ф.А. Губарев

курс: 2

№	Задание	Балл
1.	Объясните принцип действия биполярного транзистора.	6
2.	Дайте определение обратной связи (ОС). Приведите и поясните структурную схему усилителя с обратной связью. Дайте краткую характеристику основным видам ОС. С помощью функциональной схемы усилителя классифицируйте виды ОС в зависимости от способа получения сигнала ОС и от способа подключения цепи ОС к входу усилителя.	6
3.	<p>Определить степень насыщения транзистора. Известно: <math>E_k = 12\text{В}</math>, <math>R_k = 1\text{к}</math>, <math>R_6 = 15\text{к}</math>, <math>\beta = 30</math>, <math>I_{k0} = 5\text{мкА}</math>. Как перевести транзистор в активный режим?</p> <div style="text-align: center;">  </div>	8
4.	<p>Определить <math>R_{вх}</math> и <math>R_{вых}</math> эмиттерного повторителя в области средних частот, если <math>E_k = 12\text{В}</math>, <math>R_{61} = 43\text{к}</math>, <math>R_{62} = 8.2\text{к}</math>, <math>R_3 = 2\text{к}</math>, <math>R_H = 4\text{к}</math>, <math>R_T = 2500\text{Ом}</math>, <math>\beta_{cp} = 80</math>, <math>r_6 = 300\text{Ом}</math>, <math>r_3 = 25\text{Ом}</math>, <math>r_{к(э)} = 30\text{к}</math>.</p>	10
5.	<p>Дано: <math>R_1 \div R_5</math>, <math>U_1</math>, <math>U_2</math>. Найти <math>U_{вых}</math>.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	10
<b>Итого</b>		<b>40</b>

Составил доцент каф. ПМЭ \_\_\_\_\_ Гребенников В.В.

Кроме этого, знания, умения и опыт проверяются во время проведения лабораторных работ.

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положение о проведении текущего оценивания и промежуточной аттестации в ТПУ» в действующей редакции.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах – максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах – максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2008. – 496 с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов. – М.: КНОРУС, 2013. – 800 с.: ил.
3. Лачин В.И., Савёлов Н.С. Электроника: Учебное пособие. – Изд. 8-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 703 с.
4. Электроника. Элементная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Фомичев, В. М. Сергеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.24 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.

**Схема доступа:**

- <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m59.pdf>

Дополнительная литература

1. Транзисторы для аппаратуры широкого применения : справочник / под ред. Б. Л. Перельмана. — Репринтное издание. — Москва: Эколит, 2011. — 656 с.: ил.

2. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: учебное пособие/ Г. И. Изъюрова, Г. В. Королев, В.А. Терехов, М. А. Ожогин. – М.: Высшая школа, 1987. – 334 с.

3. Кауфман М., Сидман А. Практическое руководство по расчетам схем в электронике. Справочник. Том 1. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 368 с.

5. Жеребцов И.П. Основы электроники. – Л.: Энергоатомиздат. Ленигр. отд-ние, 1990. – 352 с.

### **Internet-ресурсы:**

<http://portal.tpu.ru/SHARED/g/GREBENNIKOVVV> – персональный сайт преподавателя Гребенникова В.В.

<http://ibooks.ru> – электронно-библиотечная система

<http://www.nelbook.ru> – электронная библиотека издательского дома Московского энергетического института

<https://tpu.bibliotech.ru> – электронно-библиотечная система

<http://znanium.com> - электронно-библиотечная система

<http://radio-hobby.org/modules/instruction/page.php?id=795> – условные графические обозначения в электрических схемах

<http://hightolow.ru> – устройство и принцип работы электронных компонентов

Используемое программное обеспечение:

1. Multisim 13.0.

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования. Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории кафедры промышленной и медицинской электроники ИНК – ауд. №229 корпуса 16Б ТПУ общей площадью 47,9 кв. м.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)</b>	<b>Корпус, ауд., количество ус- тановок</b>
1.	Специализированный стенд	ауд. 229 -16Б, 6 шт.
2.	Осциллограф GOS-620FG	ауд. 229 -16Б, 6 шт.
4.	Функциональный генератор GFG-8216A	ауд. 229 -16Б, 6 шт.
5.	Универсальный цифровой вольтметр В7-38	ауд. 229 -16Б, 6 шт.
6.	Наборы соединительных проводников и модулей с расположенными на них электронными компонентами	ауд. 229 -16Б, 6 шт.
7.	Компьютер	ауд. 229 -16Б, 6 шт.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлениям подготовки 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Опотехника, 12.03.04 Биотехнические системы и технологии всех профилей.

Программа одобрена на заседании кафедры промышленной и медицинской электроники Института неразрушающего контроля (протокол № 12.15 от «19» июня 2015 г.).

Автор доцент кафедры ПМЭ ИНК Гребенников В.В.  
Рецензент доцент кафедры ПМЭ ИНК Огородников Д.Н.