

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры физической  
электроники и нанопластики  
протокол № 8 23 2019 г.

Зав. кафедрой Бахтизин Р.З. / 

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Теория нелинейных электрических цепей

*(наименование дисциплины)*

Б1.Б.21, базовая дисциплина

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

Направление подготовки (специальность)

**03.03.03 Радиофизика**

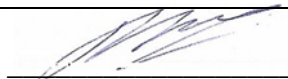
*код и наименование направления подготовки (специальности)*

**«Цифровые технологии обработки информации»**

*направленность (профиля) подготовки*

бакалавр

*квалификация*

Разработчик (составитель) доцент, к.т.н.  <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>	 / Рыжиков О.Л.. <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>
--	--

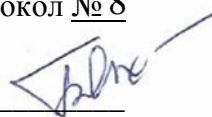
: 2019 .

Уфа 2019г.

Составитель / составители: Канд.техн.наук, доцент Рыжиков О.Л.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической электроники и нанофизики 23 2019 г., протокол № 8

Зав. кафедрой Бахтизин Р.З. ./



### Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	5 (18)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	8(21)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Теория нелинейных электрических цепей» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

**ОПК-1** способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.

**ПК-1** способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа.	ОПК-1	
	2. Знать важные электрофизические параметры и формулы для расчета нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока.	ПК-1	
	3. Знать основные методы измерения параметров электрических цепей.	ПК-1	
Умения	1. Использовать знания, полученные при изучении теории нелинейных электрических цепей, в процессе последующего изучения устройств электроники и радиофизики.	ОПК-1	
	2. Рассчитывать величины токов, напряжений в нелинейных электрических цепях.	ПК-1	
	3. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов электрических цепей и процессов в них	ОПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть экспериментальными навыками по физической реализации нелинейных электрических цепей	ПК-1	
	2. Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.	ОПК-1	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория нелинейных электрических цепей» является базовой и входит в раздел «Б1.Б.21.» учебного плана по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика».

Целью изучения курса «Теория нелинейных электрических цепей» является получение знаний, умений и владений, позволяющих конструировать радиоэлектронные приборы на базе современных электронных компонентов и устройств, поэтому изучение дисциплины является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному направлению.

Дисциплина «Теория нелинейных электрических цепей» одна из основных дисциплин профиля, ибо без знания физических процессов, протекающих в нелинейных электрических цепях невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий радиоэлектронной техники.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с физикой, в особенности с разделами, изучающими электрические и магнитные явления, и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к оценке возможностей использования электрических цепей в устройствах радиоэлектронной техники.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** - способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать: Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа.	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: применять важные электрофизические параметры и формулы для расчета нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками использования Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов

**ПК-1** - способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования..

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать важные электрофизические параметры и формулы для расчета нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока. Понятия динамического и статического сопротивления нелинейного элемента. Применение нелинейных элементов для стабилизации напряжения и тока.	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Второй этап (базовый уровень)	1. Уметь решать задачи на расчет нелинейных электрических цепей, цепей содержащих полупроводниковые приборы.	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
	2. Использовать знания, полученные при				

	изучении теории нелинейных электрических цепей, в процессе последующего изучения устройств электроники и радиофизики.				
	3. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов электрических цепей и процессов в них				
Третий этап (повышенный уровень)	1. Владеть экспериментальными навыками по физической реализации нелинейных электрических цепей	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
	2. Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.				

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа. Знать об основных понятиях и законах расчета нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока	ОПК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа
2-й этап Умения	1. Уметь использовать знания, полученные при изучении законов Кирхгофа, для расчета нелинейных электрических цепей.	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа
	2. Уметь рассчитывать основные схемы применения полупроводниковых приборов.	ОПК-1, ПК-1	Тест

	3. Уметь анализировать основные схемы выпрямителей, усилителей и т.д., основанные на использовании полупроводников	ОПК-1, ПК-1	Тест
3-й этап	1. Владеть экспериментальными навыками по физической реализации нелинейных электрических цепей	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа
Владеть навыками	2. Владеть навыками использования нелинейных элементов в цифровой технике.	ОПК-1, ПК-1	Контрольная работа, тест

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

*Билет состоит из теоретического вопроса и задачи или практической схемы применения нелинейных элементов.*

Примерные вопросы для экзамена:

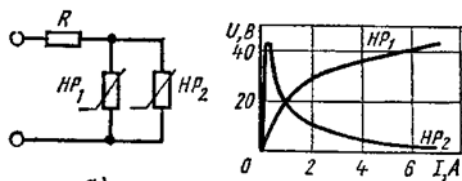
1. Основные понятия и законы теории нелинейных электрических цепей.
2. Нелинейные элементы цепей и их вольт-амперные характеристики, понятие динамического сопротивления.
3. Методы анализа нелинейных электрических цепей: графический; аналитический; приведения к линейным; последовательного приближения.
4. Стабилизация напряжения с помощью нелинейных элементов. Расчет неразветвленных магнитных цепей.
5. Магнитное сопротивление. Закон полного тока.
6. Вольт-амперные характеристики основных элементов нелинейных цепей; диоды, полевые и биполярные транзисторы.
7. Диодные выпрямители переменного тока.
8. Основные схемы мостовых и полумостовых выпрямителей.
9. Основные параметры транзисторных усилителей и их схемотехника.
10. Вынужденные колебания в нелинейной системе с обратной связью.
11. Транзисторные генераторы.
12. Устойчивость режима в цепи с нелинейным элементом.
13. Схема питания электрической дуги.
14. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока.
15. Расчет неразветвленных магнитных цепей.
16. Вольт-амперные характеристики основных элементов нелинейных цепей: полевые и биполярные транзисторы.

Примерные задачи для экзамена:

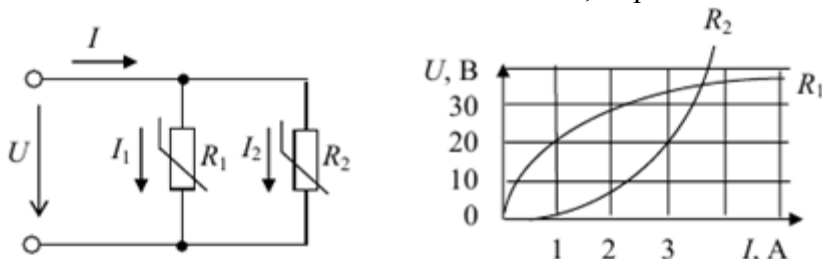
1. Две лампы накаливания, включенные параллельно через резистор сопротивлением  $R = 50 \text{ Ом}$ , подсоединены к источнику э.д.с.  $0,68 \text{ В}$ . Вольт-амперную характеристику ламп можно выразить аналитически:  $I_1 = 0,04U_1 + 10^{-3}U_1^2$ ,  $I_2 = 0,06U_2 + 10^{-3}U_2^2$  (ток—в амперах, напряжение—в вольтах). Определить ток и напряжение в лампах.
2. В схеме последовательно включены источник синусоидальной э.д.с.  $e(t) = E_m \sin(\omega t + \beta)$ , где  $E_m = 127 \text{ В}$ ,  $\beta = 45^\circ$ , источник постоянной э.д.с.  $= 50 \text{ В}$ , идеальный полупроводниковый диод и резистор сопротивлением  $R = 1 \text{ кОм}$ . Построить графики изменения тока  $i$  и напряжения  $u$  на диоде в функции  $\omega t$ .



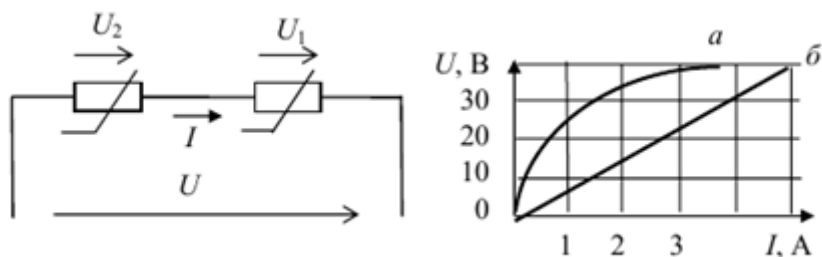
3. Построить вольт-амперную характеристику схемы если даны вольт-амперные характеристики нелинейных элементов  $HP_1$  и  $HP_2, R=50\Omega$ .



4. Заданы ВАХ нелинейных элементов  $R_1$  и  $R_2$ , определить ток  $I_1$  если ток  $I_2 = 3A$  :



5. ВАХ нелинейного элемента аппроксимируется выражением  $i = 0.2U + 0.01U^3$  Определите статическое и дифференциальное сопротивление элемента при  $U=10V$ .  
 6. Определить графически ток через последовательно соединенные линейный и нелинейный элементы если напряжение  $U=60V$ .



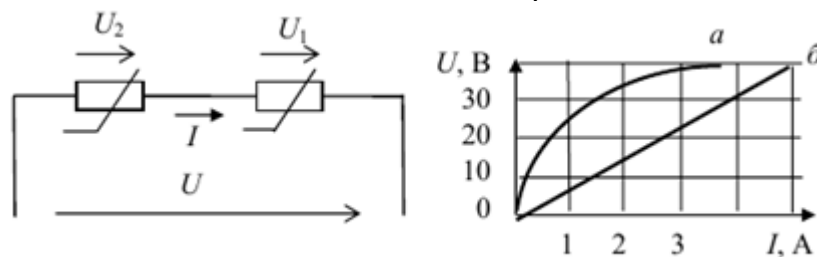
**Образец экзаменационного билета:**

ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет  
 Курсовые экзамены за 2018/2019 уч.гг.  
 Кафедра физической электроники и нанофизики  
 Дисциплина «Теория нелинейных электрических цепей»  
 Экзаменационный билет 10

**Вопрос 1 (9 баллов).** Вольт-амперные характеристики основных элементов нелинейных цепей: диоды, полевые и биполярные транзисторы.

**Вопрос 2 (9 баллов).** Магнитное сопротивление. Закон полного тока.

**Задача (6 баллов).** Определить графически ток через последовательно соединенные линейный и нелинейный элементы если напряжение  $U=60V$ .



Зав.кафедрой

Р.З. Бахтизин

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиадах студенто. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### **Критерии оценивания ответа на экзамене:**

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

### **За ответы на вопросы билета выставляется**

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

### **За решение задачи на экзамене выставляется:**

- 6 баллов, если задача решена полностью и без замечаний;
- 5 баллов, если задача решена полностью, но есть небольшие недочеты или несущественная ошибка в численных расчетах или преобразованиях;
- 4 балла, если все исходные положения теории и логические выводы записаны верно, но преобразования не закончены или в преобразованиях допущена ошибка;
- 3 балла, если в исходных уравнениях или в идее решения допущена серьезная ошибка, что привело к неверному результату или отсутствует одно из необходимых исходных уравнений, однако выполнены преобразования, направленные на получение ответа;
- 2 балла, если отсутствует два исходных уравнения из трех или четырех необходимых, или допущена грубая ошибка, свидетельствующая о непонимании условия задачи, однако

присутствуют верные логические рассуждения, идея решения, частично правильные действия, направленные на получение ответа;

- 1 балл, если есть правильно записанное одно или два исходных положения теории или идея решения, но не сделано никаких действий для получения ответа;

- 0 баллов – решение отсутствует или полностью ошибочно.

**За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:**

-3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

### Задания для рубежных контрольных работ

#### Описание контрольной работы №1:

Контрольная состоит из трех задач. Время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

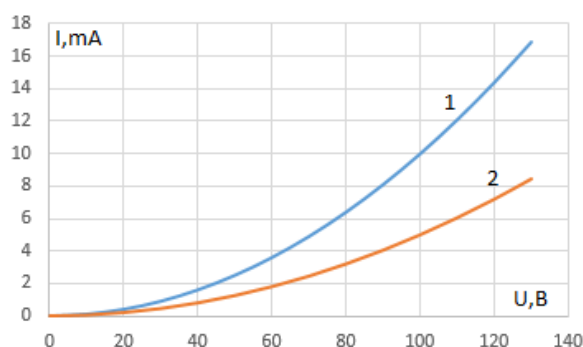
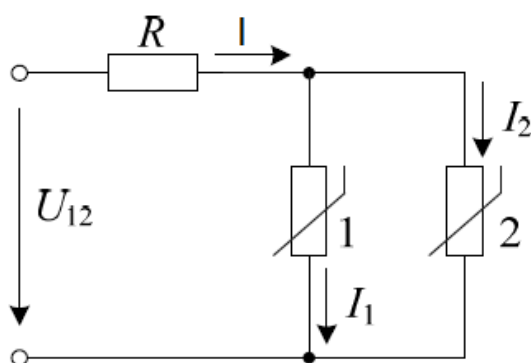
Пример варианта контрольной работы №1:

... Вариант 2.

1. Известны параметры стабилитрона:  $U_{ст.ном} = 30 \text{ В}$ ;  $I_{ст.мин} = 10 \text{ мА}$ ;  $I_{ст.мах} = 50 \text{ мА}$ ;  $I_{ст.ном} = (I_{ст.мах} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30 \text{ мА}$ . Укажите, чему равно динамическое сопротивление стабилитрона в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %?

2. ВАХ нелинейного элемента аппроксимируется выражением  $i = 0.2U + 0.01U^3$ . Определите статическое и дифференциальное сопротивления элемента при  $U=10 \text{ В}$ .

3. Дано :  $I=12 \text{ мА}$ ,  $R=7.5 \text{ кОм}$ . Найдите :  $I_1, I_2, U_{12}$ , если известны ВАХ нелинейных элементов.



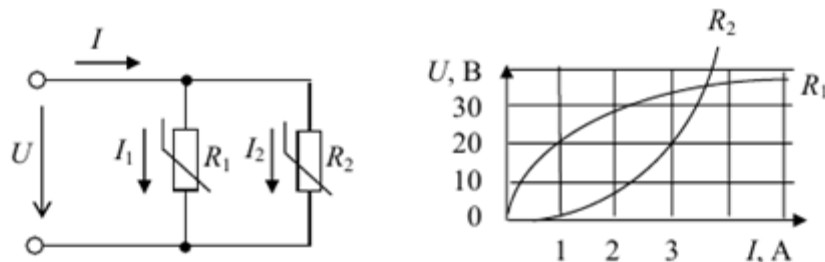
#### Описание контрольной работы №2:

Контрольная состоит из трех задач, время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

## Пример варианта контрольной работы №2:

### Вариант №3

1. Определите статическое и дифференциальное сопротивления при  $i=0.5$  А. ВАХ нелинейного элемента  $U(i)=i^2 + \sqrt{i}/2$ .
2. В схеме последовательно включены источник синусоидальной э.д.с.  $e(t) = E_m \sin(\omega t + \beta)$ , где  $E_m=127$  В,  $\beta=45^\circ$ , источник постоянной э.д.с. = 50 В, идеальный полупроводниковый диод и резистор сопротивлением  $R = 1$  кОм. Построить графики изменения тока  $i$  и напряжения  $u$  на диоде в функции  $\omega t$ .
3. Заданы ВАХ нелинейных элементов  $R_1$  и  $R_2$ , определить ток  $I_1$  если ток  $I_2 = 3$  А :



### Описание методики оценивания задач контрольных работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;
  - 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена непринципиальная ошибка в исходных уравнениях;
  - 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);
  - 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

## Лабораторные работы

Лабораторная работа является оценочным средством для текущих этапов освоения компетенций. Лабораторные работы выполняются согласно методическим указаниям:

1. Нелинейные электрические цепи постоянного тока [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине "Теория нелинейных электрических цепей" в программно-аппаратной среде NI ELVIS II / Башкирский государственный университет; сост. О.П. Рыжиков .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2016 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную

Темы лабораторных работ:

1. Нелинейная цепь постоянного тока .
2. Магнитные цепи постоянного тока.
3. Полупроводниковый диод. Выпрямитель на полупроводниковом диоде.
4. Полупроводниковые транзисторы. Принцип работы. Биполярные и полевые приборы.
5. Усилители на полупроводниковых приборах.
6. Генераторы и нелинейные преобразователи на полупроводниковых приборах.

### Критерии оценки лабораторных работ (в баллах):

Баллы	Описание
4-5	Лабораторная работа выполнена полностью и правильно (90-100%)
3-4	Лабораторная работа выполнена полностью, но решение содержит несущественные ошибки (60-80%)
2-3	Лабораторная работа выполнена не полностью или содержит существенные ошибки (30-50%)
1-2	Лабораторная работа выполнена частично и содержит существенные ошибки(10-20%)
0	Лабораторная работа не выполнена

### Рубежное тестирование

Рубежное тестирование является оценочным средством для итоговых этапов освоения компетенций. Тест состоит из 25 вопросов, каждый из которых имеет 4 варианта ответа, тест оценивается в процентах. Тестирование проводится исключительно в компьютерном классе факультета, время сдачи и количество попыток ограничено (определяется преподавателем).

Пример вопросов теста.

1. Укажите, какой формулой описывается ВАХ *p-n*-перехода?

$$\begin{array}{cccc}
 U = RI & I = GU & I = I_0(e^{U/\varphi_T} - 1) & I = \alpha U^{3/2} \\
 \circ & \circ & \circ & \circ
 \end{array}$$

( $\varphi_T \approx 25$  мВ – температурный потенциал электрона при температуре  $t = 20$  °C)

1. Назовите типы **пробоев** *p-n*-перехода и дайте их краткую характеристику.
2. Укажите **соотношение** между статическим  $R_{ст.стат}$  и динамическим  $R_{ст.дин}$  сопротивлениями на рабочем участке ВАХ типовых кремниевых стабилитронов.

$$\begin{array}{ccc}
 R_{ст.стат} = R_{ст.дин} & R_{ст.стат} < R_{ст.дин} & R_{ст.стат} > R_{ст.дин} \\
 \circ & \circ & \circ
 \end{array}$$

4. Назовите режимы работы биполярного транзистора и дайте их краткую характеристику.

5. Укажите, какой формулой описывается коэффициент передачи по току  $h_{21Э}$  биполярного транзистора?

$$h_{21Э} = \Delta U_{КЭ} / \Delta I_{К} \Big|_{I_{Б} = const} \quad h_{21Э} = (\alpha - 1) / \alpha \quad h_{21Э} = \Delta I_{К} / \Delta I_{Э} \quad h_{21Э} = \Delta I_{К} / \Delta I_{Б} \Big|_{U_{КЭ} = const}$$

6. Укажите, в какой схеме включения биполярного транзистора:

а) максимальное входное сопротивление:

в схеме с ОЭ  в схеме с ОБ  в схеме с ОК

б) максимальный коэффициент усиления по мощности:

в схеме с ОЭ  в схеме с ОБ  в схеме с ОК?

#### Критерии оценки теста (в баллах):

Баллы	Описание
13–15	Процент правильных ответов от 95% до 100%
10–12	Процент правильных ответов от 80 до 94%
7–9	Процент правильных ответов от 65 до 79%
4–6	Процент правильных ответов от 45 до 64%
0	Процент правильных ответов менее 45%

#### 4.3 Рейтин-план дисциплины

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиадах студентов. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

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

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков .— Изд.3-е, стер. — СПб. : Лань, 2009 .— 432 с. : ил. — Библиогр.: с. 411 . [В библи. БашГУ имеется 24 экз.]
2. Теоретические основы электротехники : Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учеб. пособие / Г. И. Атабеков [и др.] .— Изд. 6-е, стер. — СПб. : Лань, 2010 .— 432 с. [В библи. БашГУ имеется 10 экз.]
3. Сборник задач по теоретическим основам электротехники : учеб. пособие для энерг. и приборостр. спец. вузов / И. Г. Демидова, Л. А. Бессонов, М. Е. Заруди ; под ред. И. Г. Бессонова .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2003 .— 528 с. : ил [В библи. БашГУ имеется 28 экз.]
4. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники : метод. указ. и контр. задания / Л. А. Бессонов, И. Г. Демидова, М. Е. Заруди .— 3-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2003 .— 159 с. [В библи. БашГУ имеется 16 экз. ]

#### **Дополнительная литература:**

1. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для студентов вузов по спец. "Радиотехника" / С. И. Баскаков .— Изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2003 .— 462 с. [В библи. БашГУ имеется 9 экз.]
2. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов по спец.Радиотехника / С.И.Баскаков .— 3.изд.,перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2000 .— 462с. 25 экз

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины** **А). Ресурсы Интернет.**

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в

Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

#### **Б). Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)**

1. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. И. Атабеков [и др.] .— 6-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2010 .— 432 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань".—ISBN978-5-8114-0803-0.—

<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=644](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=644)>.

2. [Атабеков, Г. И.](#) Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие .— 3-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2009 .— 432 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .—ISBN978-5-8114-0699-9.—<URL:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=95](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=95)>..

#### **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1.</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p><b>2.</b> учебная аудитория для</p>	<p style="text-align: center;"><b>Лаборатория 428</b></p> <p>1. ЖК телевизор 42 LG 42 LE 4500 (LED 1920*1080. HDMI.D-Sub.RCA.SCART. Component. USB) 42LE, инв. № 000002101048689.</p> <p>2. Лабораторная станция Elvis с картой сбора данных – PCI-6251, 3 шт., инв.№ 000001101043879, 000001101043880, 000001101043885.</p> <p>3. Монитор LG 19 1280*1024, инв.№ 000002101047293.</p> <p>4. Монитор LG L 1942P-SF Silver 19”, 5 шт., инв.№ 000002101047465, 000002101047466, 000002101047467, 000002101047468, 000002101047469.</p>	<p>1. Statistica Advanced for Windows v.11 English / v.10 Russian Academic Однопольз. Версии. Договор № 263 от 07.12.2012г. Подтверждается лицензиями с серийными номерами (SN) AXAR301F662429FA-0, AXAR301F662529FA-E, AXAR301F662329FA-4. Срок лицензии – бессрочно. (428).</p>



<p><b>проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория 428 (физмат корпус), лаборатория 427 (физмат корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).</p>	<p>5. Осциллограф С1-114, инв.№ 000001101040107. 6. Персональный компьютер в комплекте Моноблок iRU 502 21.5, 2 шт., инв.№ 410134000001194, 410134000001204. 7. Системный блок HP Pavilion Slimline S3500F AMD Athlon 64, 2 шт., инв. № 000002101047360, 000002101047361. 8. Системный блок HP Pavilion Slimline S3500F AMD Athlon 64, NIVADA GeForce 6150 SE (кл-па, мышь), 4 шт., инв. № 000001101044995, 000001101044996, 000001101044998, 000001101044999. 9. Системный блок компьютера AMD Athlon64 350, инв.№ 000001101043713. 10. Учебная лабораторная станция виртуальных приборов Circuit Desing Bundle, Ni ELVIS, 4 шт., инв.№ 000002101047313, 00002101047314, 000002101047315, 000002101047316. 20. Учебная мебель.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория 427</b></p> <p>1. Прибор Щ-4313, инв. № 000001101041622. 2. Учебная лабораторная станция виртуальных приборов Circuit Design Bundle, NI ELVIS, инв.№ 000002101047312. 3. Спектрофотометр 5. Учебная мебель.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал № 2</b></p> <p>1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств. 5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 6. Количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Зал доступа к электронной информации библиотеки</b></p> <p>1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8.</p>	<p>2. Statistica Automated Neural Networks for Windows v.11 English / v.10 Russian Academic Однопольз. Версии. Договор №263 от 07.12.2012г. Подтверждается лицензией с серийным номером (SN) XXDR301F662629FA-E. Срок лицензии – бессрочно. (428) 3. Statistica Base for Windows v.11 English /v.10 Russian Academic Однопольз. версии. Договор № 263 от 07.12.2012 г. Подтверждается лицензиями с серийными номерами (SN) BXXR301F662129FA-T, BXXR301F662229FA-8. Срок лицензии – бессрочно. (428) 4. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия: OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Срок лицензии - бессрочная. 5. Microsoft Office Standard 2013 Russian. OLP NL Academic Edition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Срок лицензии - бессрочная. 6.«Права на программы для ЭВМ Office Standart 2013 Russian OLP NL Academic Edition», гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
---	---	---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины « Теория нелинейных электрических цепей» на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55,2
лекций	
практических/ семинарских	36
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма контроля:  
экзамен 5 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции,	практические семинарские занятия,	лабораторные работы,	самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			
1	2	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР	7	8	9
1	<b>Модуль 1. Нелинейные цепи постоянного тока.</b> Введение. Основные понятия и законы теории нелинейных электрических цепей. Нелинейные элементы цепей и их вольт-амперные характеристики, понятие динамического сопротивления		4	2	2	[1]: §1.4-1.7 [2]: §1.2-1.3	номера задач [2]: №1.1-1.3	Зачетная лабораторная работа
2	Анализ нелинейных цепей постоянного тока. Методы: - графоаналитический; - аналитический; - приведения к линейным; - последовательного приближения;		4	2	4	[2]: §1.4-1.7	номера задач [2]: №№1.4-1.5	Зачетная лабораторная работа
3	Анализ нелинейных цепей постоянного тока. Стабилизация напряжения с помощью нелинейных элементов.		4	2	2	[2]: §1.8	номера задач [2]: №№1.6-1.7	Зачетная лабораторная работа
4	Магнитные цепи. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Магнитное сопротивление. Закон полного тока.		4	2	4	[2]: §2.1-2.3	номера задач [2]: №№2.1-2.4	КР
5	<b>Модуль 1. Нелинейные цепи переменного тока.</b> Вольт-амперные характеристики основных элементов нелинейных цепей; диоды, полевые и биполярные		4	2	2	[2]: §3.1-3.2,	номера задач [2]: №№3.1-3.2	Зачетная лабораторная работа

	транзисторы.							
6	Диодные выпрямители переменного тока. Основные схемы мостовых и полумостовых выпрямителей.		4	2	4	[2]:§ 3.3, 3.4	номера задач [2]: №№3.3-3.4	Зачетная лабораторная работа
7	Управляемые нелинейные элементы, транзисторы; схемотехника их применения, основные параметры транзисторных усилителей		4	2	2	[2]:§ 5.2-5.4,	номера задач [2]: №№5.1-5.3	Зачетная лабораторная работа
8	Вынужденные колебания в нелинейной системе с обратной связью. Транзисторные генераторы.		4	2	4	[2]:§ 5.4-5.6,	номера задач [2]: №№5.4-5.5	Зачетная лабораторная работа
9	Устойчивость режима в цепи с нелинейным элементом. Схема питания электрической дуги. Рел		4	2	2	[2]:§ 5.9-5.10,	номера задач [2]: №№5.6-5.7	ТЕСТ
	<b>Всего часов:</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>26</b>			

**Примечание 1.** Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

**Примечание 2.** Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

## Рейтинг – план дисциплины

«Теория нелинейных электрических цепей»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика», направленность (профиль) «Цифровые технологии обработки информации»курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 «Нелинейные цепи постоянного тока»</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Зачетная лабораторная работа	5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 1			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Модуль 2 «Нелинейные цепи переменного тока»</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Зачетная лабораторная работа	5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест			0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 2			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
Участие в олимпиадах			0	<b>10</b>
<b>Итого поощрительных баллов</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
2. Посещение практических занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Экзамен</b>	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	<b>30</b>
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	