

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

Утверждено:
на заседании кафедры физической
электроники и нанофизики
протокол №3 от «12» 01 2022 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

Зав. кафедрой  Шарипов Т.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория нелинейных электрических цепей

(наименование дисциплины)

обязательная часть

(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив))

программа бакалавриата

03.03.03 Радиофизика


(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Цифровые технологии обработки информации

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) Рыжиков О.Л., доцент, канд.техн.наук (должность, ученая степень, ученое звание)	 / Рыжиков О.Л. (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Рыжиков О.Л.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от «12»
01 2022 г. № 3

Заведующий кафедрой



/ Шарипов Т.И. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на
заседании
кафедры _____

протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Заведующий кафедрой

/ _____ Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций ¹ (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	<i>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.</i>	<i>ОПК-1.1. Знание понятий.</i>	<i>Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа.</i>
		<i>ОПК-1.2. Способность оперировать понятиями.</i>	<i>Использовать знания, полученные при изучении теории нелинейных электрических цепей, в процессе последующего изучения устройств электроники и радиофизики. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов электрических цепей и процессов в них.</i>
		<i>ОПК-1.3. Владения (навыки / опыт деятельности)</i>	<i>Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.</i>

¹ Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

Категория (группа) компетенций ² (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.	ПК-1.1. Знание понятий.	Знать важные электрофизические параметры базовых нелинейных элементов. Знать параметры диодов, транзисторов, принципы их функционирования и схемы применения.
		ПК-1.2. Способность оперировать понятиями.	Рассчитывать величины токов, напряжений в нелинейных электрических цепях. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов нелинейных электрических цепей и процессов в них
		ПК-1.3. Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть экспериментальными навыками по расчету схем с нелинейными элементами.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория линейных электрических цепей» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Целью освоения курса «Теория линейных электрических цепей» является получение знаний, 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 линейных электрических цепей» одна из основных дисциплин профиля, ибо без знания физических процессов, протекающих в линейных электрических цепях невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий радиоэлектронной техники.

² Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции - ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности. _____

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
ОПК-1.1. Знание понятий.	<i>Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа.</i>	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё
ОПК-1.2. Способность оперировать понятиями.	<i>Использовать знания, полученные при изучении теории нелинейных электрических цепей, в процессе последующего изучения устройств электроники и радиофизики. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов электрических цепей и процессов в них.</i>	Практически не умеет	Имеет значительные пробелы в умениях	Умеет почти всё	Умеет всё
ОПК-1.3. Владения (навыки / опыт деятельности)	<i>Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.</i>	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу владеет	Владеет

Код и формулировка компетенции - ПК-1. Способен понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<i>ПК-1.1. Знание понятий.</i>	<i>Знать важные электрофизические параметры базовых нелинейных элементов. Знать параметры диодов, транзисторов, принципы их функционирования и схемы применения.</i>	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё
<i>ПК-1.2. Способность оперировать понятиями.</i>	<i>Рассчитывать величины токов, напряжений в нелинейных электрических цепях. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов нелинейных электрических цепей и процессов в них</i>	Практически не умеет	Имеет значительные пробелы в умениях	Умеет почти всё	Умеет всё
<i>ПК-1.3. Владения (навыки / опыт деятельности)</i>	<i>Владеть экспериментальными навыками по расчету схем с нелинейными элементами.</i>	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу владеет	Владеет

Форма итогового контроля по дисциплине – экзамен

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

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	<i>Знать основные законы функционирования нелинейных электрических цепей и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в цепях этого типа.</i>	Задачи для рубежного контроля, вопросы и билеты для зачета, работа в аудитории и у доски.
	<i>Использовать знания, полученные при изучении теории нелинейных электрических цепей, в процессе последующего изучения устройств электроники и радиофизики. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов электрических цепей и процессов в них.</i>	Задачи для рубежного контроля, вопросы и билеты для зачета, работа в аудитории и у доски.
	<i>Владеть математическими методиками решения задач по определению токов, напряжений и мощности в нелинейных электрических цепях.</i>	Задачи для рубежного контроля, вопросы и билеты для зачета, работа в аудитории и у доски.
ПК-1. Способен понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.	<i>Знать важные электрофизические параметры базовых нелинейных элементов. Знать параметры диодов, транзисторов, принципы их функционирования и схемы применения.</i>	Лабораторные работы, работа в аудитории и у доски.
	<i>Рассчитывать величины токов, напряжений в нелинейных электрических цепях. Использовать правильную физическую терминологию, определения, обозначения и единицы измерения величин для описания элементов нелинейных электрических цепей и</i>	Лабораторные работы, работа в аудитории и у доски.

	<i>процессов в них</i>	
	<i>Владеть экспериментальными навыками по расчету схем с нелинейными элементами.</i>	Лабораторные работы, работа в аудитории и у доски.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

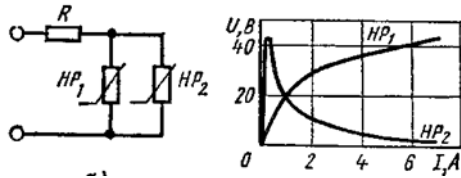
Билет состоит из теоретического вопроса и задачи или практической схемы применения нелинейных элементов.

Примерные вопросы для экзамена:

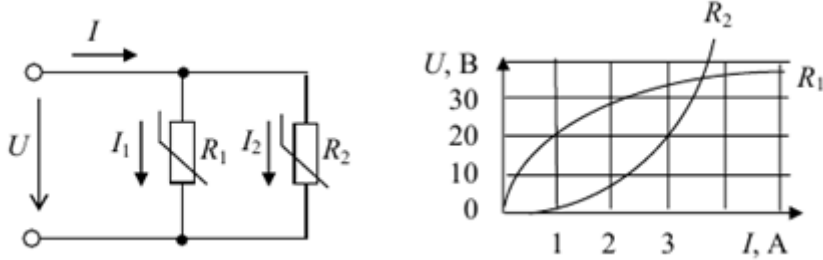
1. Основные понятия и законы теории нелинейных электрических цепей.
2. Нелинейные элементы цепей и их вольт-амперные характеристики, понятие динамического сопротивления.
3. Методы анализа нелинейных электрических цепей: графический; аналитический; приведения к линейным; последовательного приближения.
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:

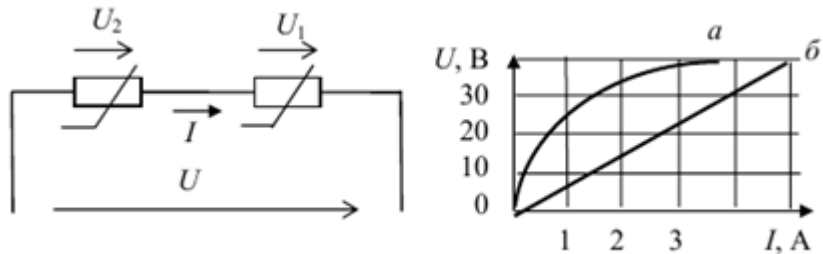
1. Две лампы накаливания, включенные параллельно через резистор сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$, подсоединены к источнику э.д.с. $0,68 \text{ В}$. Вольт-амперную характеристику ламп можно выразить аналитически: $I_1 = 0,04U_1 + 10^{-3}U_1^2$, $I_2 = 0,06U_2 + 10^{-3}U_2^2$ (ток—в амперах, напряжение—в 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 ωt .
3. Построить вольт-амперную характеристику схемы если даны вольт-амперные характеристики нелинейных элементов $HP1$ и $HP2, R=50 \text{ Ом}$.



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



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



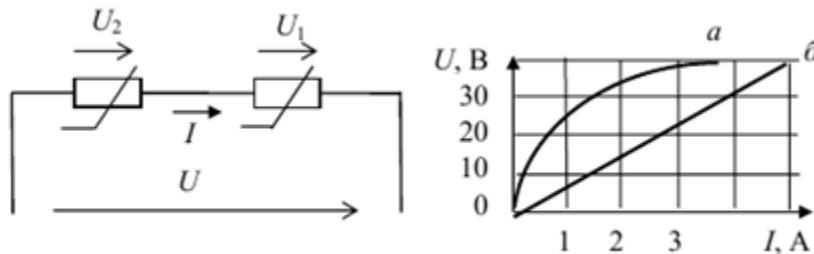
Образец экзаменационного билета:

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 $U = 60\text{ В}$.



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.

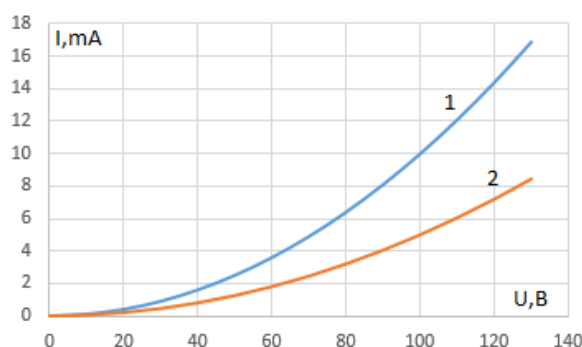
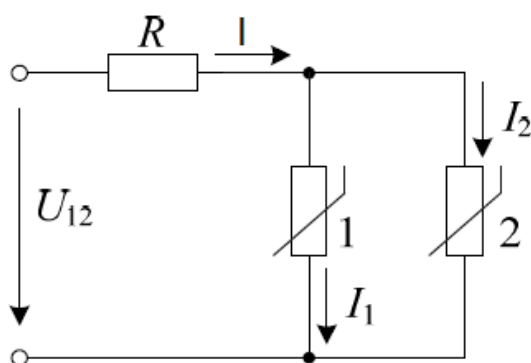
Пример варианта контрольной работы №1:

... 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.



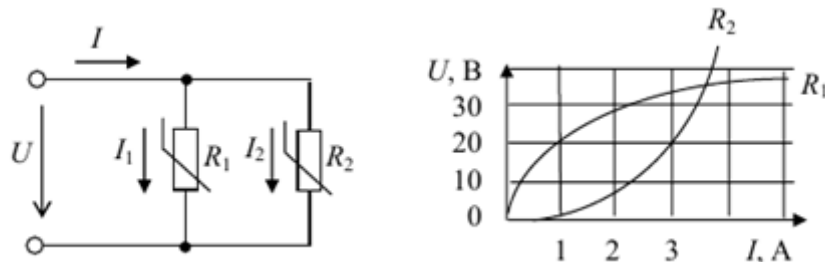
Описание контрольной работы №2:

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 ωt .
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

Итоговое тестирование

Итоговое тестирование является оценочным средством для итоговых этапов освоения компетенций. Тест состоит из 20 вопросов, каждый из которых имеет 4 варианта ответа, правильный ответ оценивается одним баллом. Итоговое тестирование проводится исключительно в компьютерном классе факультета, время сдачи и количество попыток ограничено (определяется преподавателем).

Пример вопросов итогового теста.

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

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

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

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 итогового теста (в баллах):

Баллы	Описание
19–20	Процент правильных ответов от 95% до 100%
16–18	Процент правильных ответов от 80 до 94%
13–15	Процент правильных ответов от 65 до 79%
9–12	Процент правильных ответов от 45 до 64%
0–8	Процент правильных ответов менее 45%

4.3 Рейтинг-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 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.

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>.

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>..

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>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p>2. учебная аудитория для</p>	<p style="text-align: center;">Лаборатория 428</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>проведения занятий семинарского типа: лаборатория 428 (физмат корпус), лаборатория 427 (физмат корпус).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p>4. помещения для самостоятельной работы: 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;">Лаборатория 427</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;">Читальный зал № 2</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>Зал доступа к электронной информации библиотеки</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 2 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,2
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	31,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма контроля:
экзамен 2 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	Модуль 1. Нелинейные цепи постоянного тока. 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	Модуль 1. Нелинейные цепи переменного тока. 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
	Всего часов:	36		18	26			

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
Модуль 1 «Нелинейные цепи постоянного тока»				
Текущий контроль				
Зачетная лабораторная работа	5	4	0	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	5	3	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 1			0	35
Модуль 2 «Нелинейные цепи переменного тока»				
Текущий контроль				
Зачетная лабораторная работа	5	3	0	15
Рубежный контроль				
1. Тест 2			0	20
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 2			0	35
Поощрительные баллы				
Участие в олимпиадах			0	10
Итого поощрительных баллов			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лабораторных занятий			0	-10
2. Посещение практических занятий			0	-6
Итоговый контроль				
Экзамен	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	30
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	