Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Формирование радиосигналов

Москва
2024

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Балашков М.В. Идентификатор: Rd78c5b64-BalashkovMV-9ef82f1a	М.В. Балашков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Остапенков П.С. Идентификатор: R6356f55c-OstapenkovPS-854af18	П.С. Остапенков
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Остапенков П.С. Идентификатор: R6356f55c-OstapenkovPS-854af18	П.С. Остапенков

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических устройств

ИД-3 Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем

2. ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ИД-2 Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования

ИД-3 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

3. ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных

ИД-2 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Амплитудная модуляция усилителя мощности (Лабораторная работа)
2. Магнетронный генератор (Лабораторная работа)
3. Модель транзисторного СВЧ усилителя мощности и Транзисторный СВЧ усилитель мощности (Лабораторная работа)
4. Режимы автогенератора (Лабораторная работа)
5. Синтезатор частот с частотно-фазовым детектором (Лабораторная работа)
6. Транзисторный усилитель мощности (Лабораторная работа)
7. Управление частотой автоколебаний (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет рабочих и нагрузочных характеристик генераторов СВЧ (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Автогенератор (Расчетно-графическая работа)
2. Амплитудная модуляция усилителя мощности (Расчетно-графическая работа)
3. Усилитель мощности (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	5	8	9	12	13	15
Параметры и характеристики активных элементов								
Параметры и характеристики активных элементов		+	+	+	+	+	+	+
Транзисторные усилители мощности								
Транзисторные усилители мощности		+	+					
Принципы повышения КПД и ключевые усилители мощности								
Принципы повышения КПД и ключевые усилители мощности		+	+					
Амплитудная модуляция								
Амплитудная модуляция				+	+			
Автогенераторы гармонических колебаний								
Автогенераторы гармонических колебаний						+	+	
Формирование сигналов с угловой модуляцией								
Формирование сигналов с угловой модуляцией								+
Вес КМ:		15	15	15	10	15	20	10

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11
	Срок КМ:	4	8	12	13
Формирование опорных колебаний и синтез частот					
Формирование опорных колебаний и синтез частот		+			
Транзисторные усилители мощности и автогенераторы СВЧ					
Транзисторные усилители мощности и автогенераторы СВЧ			+		
Клистронные генераторы					
Клистронные генераторы				+	+
Усилители и автогенераторы на лампах бегущей и обратной волны					

Усилители и автогенераторы на лампах бегущей и обратной волны			+	+
Усилители мощности и автогенераторы магнетронного типа				
Усилители мощности и автогенераторы магнетронного типа			+	+
Полупроводниковые диодные СВЧ-генераторы				
Полупроводниковые диодные СВЧ-генераторы			+	+
Вес КМ:	20	30	20	30

$Общая часть/Для промежуточной аттестации$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-3$_{ОПК-1}$ Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем	Знать: методику выбора теоретических методов и технических средств исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов Уметь: выполнять расчеты функциональных узлов и блоков устройств формирования радиосигналов, опираясь на анализ характера поставленной задачи	Транзисторный усилитель мощности (Лабораторная работа) Усилитель мощности (Расчетно-графическая работа) Режимы автогенератора (Лабораторная работа) Автогенератор (Расчетно-графическая работа)
ОПК-2	ИД-2$_{ОПК-2}$ Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	Знать: методику экспериментального исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов	Магнетронный генератор (Лабораторная работа) Расчет рабочих и нагрузочных характеристик генераторов СВЧ (Контрольная работа)

ОПК-2	ИД-3$_{ОПК-2}$ Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик устройств формирования радиосигналов, оценивать погрешности полученных экспериментальных данных обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик устройств формирования радиосигналов, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные;	Синтезатор частот с частотно-фазовым детектором (Лабораторная работа) Модель транзисторного СВЧ усилителя мощности и Транзисторный СВЧ усилитель мощности (Лабораторная работа)
ПК-3	ИД-2$_{ПК-3}$ Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных	Знать: методы математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ Уметь: проводить	Амплитудная модуляция усилителя мощности (Лабораторная работа) Амплитудная модуляция усилителя мощности (Расчетно-графическая работа) Управление частотой автоколебаний (Лабораторная работа)

	данных	экспериментальные исследования характеристик УГФС	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

КМ-1. Транзисторный усилитель мощности

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
В процессе выполнения лабораторной работы предусматриваются:
1. настройка усилителя мощности в критическом режиме на заданную мощность в нагрузке двумя способами — по стрелочным приборам и с помощью осциллографа;
2. изучение нагрузочных характеристик усилителя мощности при активной нагрузке в коллекторной цепи.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику выбора теоретических методов и технических средств исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов	1.1. Назовите основные паспортные параметры мощных транзисто-ров, используемых в радиопередающей аппаратуре. 2. Что такое тепловое сопротивление переход – среда $R_{\text{пс}}$, в каких единицах оно измеряется и из каких составных частей складывается? 3. Объяснить назначение цепей согласования усилителя мощности. Чем отличаются требования, предъявляемые к межкаскадным цепям со-гласования и к цепи согласования с фидером (антенной)? 4. С какой целью предусматриваются два органа регулировки в цепи согласования? 5. Из каких соображений выбирается угол отсечки коллекторного тока в усилителе мощности высокой частоты? 6. Для каких целей можно использовать нагрузочные характери-стики усилителя мощности? 7. Как скажется на результатах расчета усилителя мощности вы-ходное сопротивление транзистора, если оно соизмеримо с сопротив-лением коллекторной нагрузки?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Усилитель мощности

Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание выполняется в часы, отведенные для самостоятельной работы.

Краткое содержание задания:
1. Привести полную схему каскада ТУМ.
2. Рассчитать ТУМ в критическом режиме.
3. Рассчитать и построить колебательные и нагрузочные характеристики ТУМ.
4. Рассчитать П-контур связи выходной цепи ТУМ с нагрузкой
5. Написать выводы по выполненному расчету.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику выбора теоретических методов и технических средств исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов	1.1. Привести полную схему каскада ТУМ 2. Привести построения нагрузочных характеристик ТУМ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Амплитудная модуляция усилителя мощности

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:

В процессе выполнения лабораторной работы предусматривается:
снять статические модуляционные характеристики при коллектор-ной и комбинированной модуляции с наблюдением импульсов коллек-торного тока по осциллографу;
осуществить коллекторную и комбинированную модуляцию с на-блюдением модулированных колебаний на экране осциллографа;
с помощью осциллографа измерить коэффициент модуляции и из-учить возможные причины нелинейных искажений.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	1.1. Объяснить методы снятия модуляционных характеристик, приме-няемых в данной работе. 2. Какие элементы схемы определяют частотные искажения на высо-ких и низких звуковых частотах в данной работе? 3. На какую мощность следует рассчитывать модулятор при коллек-торной модуляции?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Амплитудная модуляция усилителя мощности

Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание выполняется в часы, отведенные для самостоятельной работы.

Краткое содержание задания:

1. Привести полную схему модулируемого каскада.
2. Рассчитать и построить модуляционные характеристики модулируемого каскада:
3. Написать выводы по выполненному расчету.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического	1.1.Привести принципиальную схему двух последних

моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	каскадов ТУМ, работающих в режиме комбинированной коллекторной АМ. 2. Пояснить принцип линеаризации модуляционной характеристики $I_{к1}(E_к)$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Режимы автогенератора

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
При выполнении лабораторной работы предусматривается:
1. изучение процессов возникновения синусоидальных колебаний, самомодуляции и прерывистой генерации;
2. настройка автогенератор на заданную частоту;
3. снятие нагрузочных характеристики.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять расчеты функциональных узлов и блоков устройств формирования радиосигналов, опираясь на анализ характера поставленной задачи	1.1. Нарисовать семейство диаграмм срыва при различных значениях k. 2. Пользуясь диаграммами срыва, построить зависимости $E_с$, $U_б$, $U_к(R_э)$ для двух значений k. 3. Построить нагрузочные характеристики $U_б$, $U_к$, $I_{к0}$, $I_{б0}(R_к)$ при двух сопротивлениях автосмещения $R_э$. 4. Начертить автогенератор по трансформаторной схеме с параллельным питанием цепи коллектора. Написать выражения для ω, k, $R_к$ через параметры схемы. 5. Начертить автогенератор по схеме индуктивной трехточки с последовательным питанием цепи коллектор. Написать выражения для ω, k, $R_к$ через параметры схемы.

	6. Начертить автогенератор по схеме емкостной трехточки в трех вариантах: с заземленными эмиттером, базой, коллектором. Написать условие самовозбуждения через параметры транзистора и схемы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Автогенератор

Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание выполняется в часы, отведенные для самостоятельной работы.

Краткое содержание задания:
1. Привести полную схему автогенератора по схеме Клаппа с базовым автосмещением.
2. Построить семейство диаграмм срыва (ДСР) для заданных параметров транзистора, схемы и фактора регенерации F.
3. Построить ДСР для заданного фактора регенерации; подобрать параметры $E_{см}$ и $R_{б}$ так, чтобы диаграмма смещения (ДСМ) проходили через точку критического режима.
4. Построить для заданной ДСР и ДСМ нагрузочные характеристики.
5. Рассчитать параметры колебательной системы и цепи автосмещения, обеспечивающие стационарный режим пункта 3.
6. Написать выводы по выполненному расчету.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять расчеты функциональных узлов и блоков устройств формирования радиосигналов, опираясь на анализ характера поставленной задачи	1.1. Проверить выполнение условий самовозбуждения в генераторе по схеме Клаппа 2. Построить диаграмму срыва генератора по нескольким характерным точкам.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. Управление частотой автоколебаний

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
В процессе выполнения лабораторной работы необходимо:
1. снять статические модуляционные характеристики для частотных модуляторов с одним варикапом и с двумя, включенными встречно;
2. для модулятора с одним варикапом определить влияние коэффициента включения варикапа в контур на эти характеристики;
3. снять зависимости частоты автоколебаний от амплитуды для автогенераторов с постоянной емкостью, с одним варикапом и с двумя, включенными встречно. Оценить уровень паразитной частотной модуляции в этих случаях при заданном уровне паразитной амплитудной модуляции.
4. Экспериментально определить значение коэффициент нелинейных искажений для обоих модуляторов при заданной девиации частоты.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить экспериментальные исследования характеристик УГФС	1.1. Начертить автогенератор по схеме емкостной трехточки с заземленным коллектором и частотным модулятором на варикапе. Показать включение источников питания и измерительных приборов. 2. Начертить и сопоставить статические модуляционные характеристики модулятора на варикапе: а) для двух значений напряжения на контуре автогенератора; б) для двух значений коэффициента включения варикапа в контур; в) для двух типов варикапов с разными пробивными напряжениями. 3. Начертить и объяснить зависимости относительного отклонения частоты от коэффициента включения варикапа в контур автогенератора при разных амплитудах *U*. 4. Изобразить модуляционные характеристики автогенератора с варикапом при двух значениях

	сопротивления нагрузки генератора. 5. Вывести формулу для определения $k_{2\omega}$, аппроксимирую модуляционную характеристику квадратичной параболой. 6. Изобразить зависимости частоты от амплитуды колебаний для автогенератора с варикапом при двух значениях напряжения смещения на варикапе. 7. Начертить следующие варианты схем автогенераторов с модулятором на встречновключенных варикапах: а) емкостная трехточка с заземленным коллектором; б) индуктивная трехточка с заземленным эмиттером; в) емкостная трехточка с заземленной базой; г) индуктивная трехточка с заземленной базой.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

8 семестр

КМ-8. Синтезатор частот с частотно-фазовым детектором

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
В процессе выполнения лабораторной работы предусматриваются:
1. изучение устройства синтезатора частот, построенного на основе системы фазовой автоподстройки частоты с частотно-фазовым дискриминатором в цепи управления.
2. оценка параметров качества выходного сигнала синтезатора.
3. оценка влияния основных параметров синтезатора на уровень регулярной паразитной фазовой модуляции выходного сигнала.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по	1.1. Изобразите функциональную схему непрямого синтезатора частот с ФАПЧ. 2. Изобразите принципиальную схему и поясните

исследованию характеристик устройств формирования радиосигналов, оценивать погрешности полученных экспериментальных данных	принцип действия ЧФД со схемой подкачки заряда.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-9. Модель транзисторного СВЧ усилителя мощности и Транзисторный СВЧ усилитель мощности

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
В процессе выполнения лабораторной работы предусматриваются:
1. Исследование особенностей настройки транзисторного СВЧ усилителя мощности ОЭ на максимум выходной мощности.
2. Выявление причин возможного повреждения транзистора в процессе настройки СВЧ усилителя мощности ОЭ.
3. Освоение настройки узкополосного транзисторного СВЧ усилителя мощности по схеме ОЭ и измерить его основные энергетические показатели.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик устройств формирования радиосигналов, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные;	1.1. Изобразите эквивалентную схему транзистора СВЧ. 2. Напишите формулу для активной составляющей выходной проводимости транзистора СВЧ в схеме ОЭ в режиме с отсечкой коллекторного тока при бесконечном сопротивлении источника возбуждения. 3. Нарисуйте осциллограммы коллекторного тока и напряжения на эмиттерном переходе в режимах согласования и короткого замыкания в коллекторной цепи для схемы ОЭ при $\theta = 90°$, $I_{б1} = \text{const}$. 4. Изобразите нагрузочные характеристики $I_{к1}$, $I_{к0}$, $U_к$, $P_1(R_к)$ для схемы ОЭ ОБ

	усилителя мощности СВЧ при $I_{в1} = \text{const}$. 5. Изобразите нагрузочную характеристику $I_{к0}(R_к)$ усилителя СВЧ ОЭ. Сравнить ее с соответствующей нагрузочной характеристикой на низких частотах. Объясните различия.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-10. Магнетронный генератор

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в учебной лаборатории, оснащённой специализированными стендами и измерительной аппаратурой

Краткое содержание задания:
В процессе выполнения лабораторной работы предусматриваются:
1. Ознакомление с элементами конструкции магнетронного передатчика и методами контроля его работы.
2. Исследование влияние анодного напряжения на режим магнетронного генератора.
3. Исследование влияние нагрузки на режим генератора и частоту колебаний.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику экспериментального исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов	1.1. Как движется электрон в скрещенных электрическом и магнитном полях? 2. Каким образом электроны группируются в спицы? 3. Как зависит постоянный ток магнетрона от индукции магнитного поля? 4. Объясните назначение связок в магнетроне. 5. В чем смысл параболы критического режима? 6. Что такое условие синхронизма? 7. Как меняется скорость перемещения спиц с ростом номера колебания? 8. Как меняется КПД магнетрона при изменении магнитного поля? 9. Как зависит КПД от вида колебаний? 10. Почему эффект длинной линии проявляется лишь

	при достаточно больших значениях КСВ? 11. В чем специфика работы магнетрона на рассогласованную длинную линию в импульсном и непрерывном режимах? 12. Каким образом в стенде изменяются КСВ и фазовая длина передающего тракта? 13. Почему прибор I_0, включенный последовательно с сопротивлением, шунтирующим магнетрон, измеряет постоянную составляющую тока магнетрона? 14. Как в данной работе определить КПД магнетрона? 15. Объясните принцип работы измерителя мощности. Почему на него можно подавать только малую долю генерируемой магнетроном мощности?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-11. Расчет рабочих и нагрузочных характеристик генераторов СВЧ

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30
Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в указанное в расписании время и в отведенной для этого аудитории.

Краткое содержание задания:
Задание к контрольной работе включает три задачи по генераторам СВЧ на клистронах, лампах бегущей волны, магнетронах, лавинно-пролетных диодах и диодах Ганна

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику экспериментального исследования параметров и характеристик изучаемых функциональных узлов устройств формирования радиосигналов	1.Примеры задач. 1. Для усилителе мощности на ПК рассчитать угол пролета в пространстве дрейфа $\tau_0 = 0$, если $d =$ 7,2 см; $\lambda = 15$ см, $E_{\text{р}} = 900$ В. 2. Для усилителя мощности на ПК при $E_{\text{р}} =$ 500 В, $\tau_0 = 20\pi$, $M_1 \approx 1$. Определить глубину модуляции m, при которой реализуется

	максимальное значение тока на выходе. 3. В усилителе мощности на ПК добротность выходного резистора с учетом связи с нагрузкой $Q = 100$. При неточной настройке резонатора Р2 мощность упала на 5% от резонансного значения. Определить относительную расстройку по частоте $\Delta f / f_0$. 4. В усилителе мощности на ПК при $E_\text{р} = 400$ В, $d = 7{,}2$ см, $f = 2$ ГГц, $U_\text{вх} = 20$ В, $M_1 = M_2 = 1$. Мощность $P_\text{н} = 10$ Вт. Как изменится $P_\text{н}$, если при $I_0 = \text{const}$ напряжение $E_\text{р}$ увеличить до 900 В? 5. В усилителе мощности на ПК при $E_\text{р} = E_\text{к} = 1$ кВ, $I_0 = 0{,}1$ А, $\tau_0 = 30\pi$, $M_1 = M_2 = 1$ напряжение $U_\text{вх}$ подобрали так, чтобы получить максимальную мощность $P_{1\text{max}} = 50$ Вт. Рассчитать $U_\text{вых}$, $\eta_\text{э}$. 6. Рассчитать минимальное значение тока пучка $I_{0\text{min}}$ на границе возбуждения колебаний в центре первой генерации ОК, если $E_\text{р} = 175$ В, $R = 1{,}6$ кОм, $M = 0{,}9$. 7. В ОК генерируются колебания в центре второй зоны, $E_\text{р} = 100$ В, $I_0 = 0{,}02$ А, $X = 2$, $M = 0{,}9$. Рассчитать R. 8. В ОК при $E_\text{р} = 100$ В центры соседних зон генерации получаются при $E_\text{отр} = -10$ В и –50 В. Определить номера зон. 9. В центре первой зоны генерации ОК напряжение U = 100 В, $E_\text{р} = 100$ В, $I_0 = 0{,}02$ А, $M = 0{,}8$. Рассчитать R. 10. В ОК генерируются колебания в центре второй зоны, $E_\text{р} = 250$ В, $I_0 = 0{,}05$ А, $R = 1{,}5$ кОм, $M = 1$, $Q = 400$, $\eta_\text{р} = 0{,}2$. Рассчитать U и диапазон электронной перестройки по частоте. 11. В 8-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» на частоте 4 ГГц, если $E_{\text{а}\pi} = 4$ кВт, $r_\text{а} = 6$ мм, $r_\text{к} = 4$ мм, Рассчитать B_π. 12. В 12-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» на частоте 8 ГГц, если $B_\pi = 0{,}1$ Тл. Радиусы $r_\text{а} = 5$ мм, $r_\text{к} = 3$ мм. Рассчитать требуемое значение $E_{\text{а}\pi}$ и напряженность поля E_π в пространстве взаимодействия. 13. В 14-резонаторном МГ колебания вида «π» возбуждаются на частоте f_π, если $B_\pi = 0{,}14$ Тл. Какой вид колебаний возбудится в МГ на частоте $f_n = 1{,}25 f_\pi$, если при $E_\text{а} = \text{const}$ индукция $B_n = 0{,}08$ Тл? 14. В 12-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» с $\eta_\text{э} = 0{,}6$. Путем вариации $E_\text{а}$ при $B_\pi = \text{const}$ возбудили колебания вида «π/2» с частотой на 20% выше, чем f_π. Определить $\eta_\text{э}$ при $\varphi = 0{,}5$.

	15. В 10-резонаторном МГ колебания вида «π» генерируются при $\eta_{эп} = 0{,}6$ на частоте f_π. Путем вариации E_a при $B_\pi = \text{const}$ возбудили колебания соседнего вида на частоте $f_n = 1{,}1 f_\pi$. Рассчитать $\eta_{эп} = 0{,}6$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Билеты не предусмотрены.

Процедура проведения

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ОПК-1}$ Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем

Вопросы, задания

1.3. Основы теории и расчета усилителей мощности и умножителей частоты на безынерционных активных элементах

2.5. Формирование радиосигналов высоких частот с амплитудной модуляцией

3.6. Автогенераторы гармонических колебаний

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Параметры биполярного транзистора в усилителе мощности и его режим: *S=4 А/В*, *S*кр=*0.8 А/В*, *E'=0.65 В*, *U*в=*0.4 В*, *E*с=*0.5 В*, *U*к=*12В*, *E*п=*12 В*. Определить напряженность режима.

Ответы:

1. Недонапряженный 2. Критический 3. Перенапряженный 4. Сильноперенапряженный

Верный ответ: 3

2.Автогенератор по схеме индуктивной трехточки (рис. 1) работает в критическом режиме. Мощность в нагрузке *P*н=20 мВт. Как изменится *P*н при коротком замыкании блокировочного дросселя *L*б1?

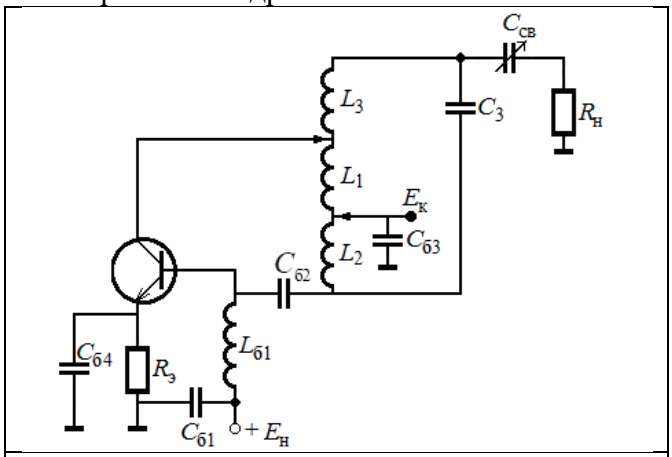


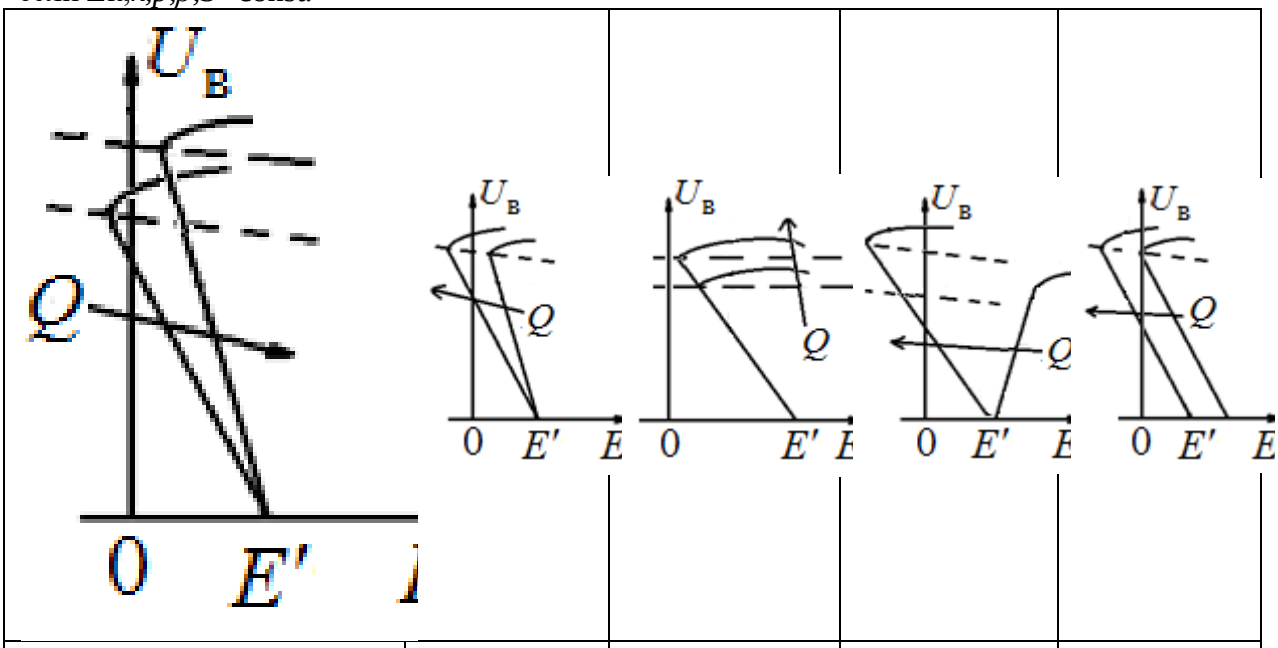
Рисунок 1.

Ответы:

1. 20 мВт. 2. 10 мВт. 3. 5 мВт. 4. 2,5 мВт. 5. 0 мВт.

Верный ответ: 5

3.Укажите правильный вариант диаграмм срыва при двух значениях *Q* автогенератора, если *Е*к,*k*,*p*,*ρ*,*S*=const.



1	2	3	4	5

Ответы:

Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.

Верный ответ: 2

4.При каких значениях *SR*y и соотношениях между постоянными времени контура *T*к и цепи автосмещения *T*ас в автогенераторе будет режим прерывистой генерации для точки А (рис. 2).

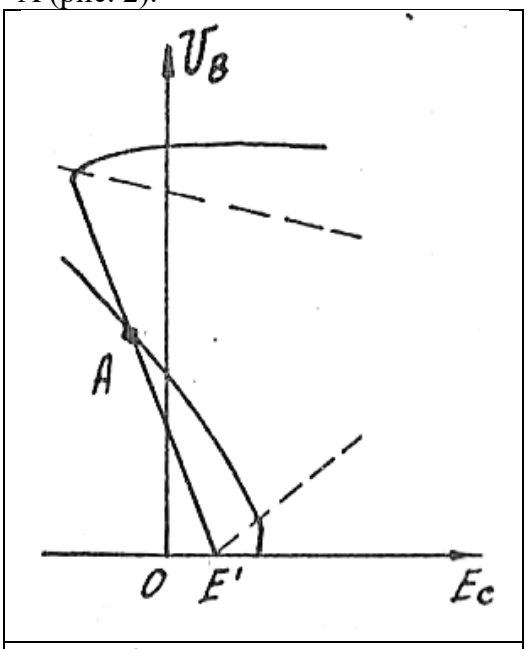


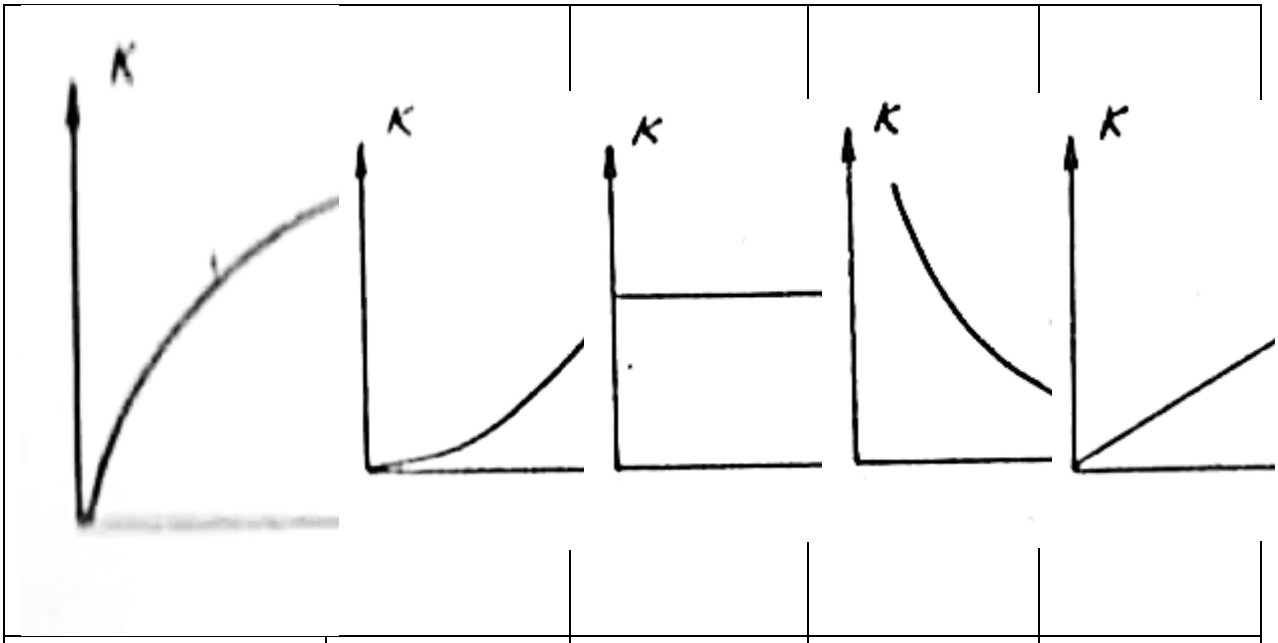
Рисунок 2.

Ответы:

1. Тк << Тас, SRy <2; 2. Тк = Тас, SRy =2; 3. Тк << Тас, SRy >2; 4. Тк >> Тас, SRy >2; 5. Тк >> Тас, SRy =2;

Верный ответ: 3

5.Для автогенератора по схеме емкостной трехточки укажите правильную зависимость *k(C3), C1,C2,L3*=const.



1	2	3	4	5

Ответы:

Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.

Верный ответ: 3

6.Автогенератор работает с внешним Енач и очень инерционным автоматическим смещением. Что можно сказать об устойчивости стационарных режимов, отмеченных на рис буквами А,Б,В?

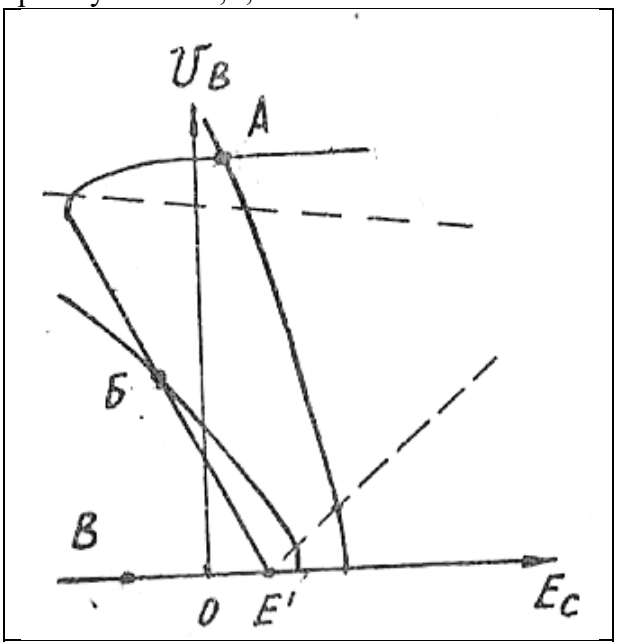


Рисунок 3.

Ответы:

1. Все устойчивы. 2. А,В – устойчивые, Б – нет. 3. Все неустойчивы. 4. А,Б – устойчивы, В – нет. 5. Б,В – устойчивые, А – нет.

Верный ответ: 2

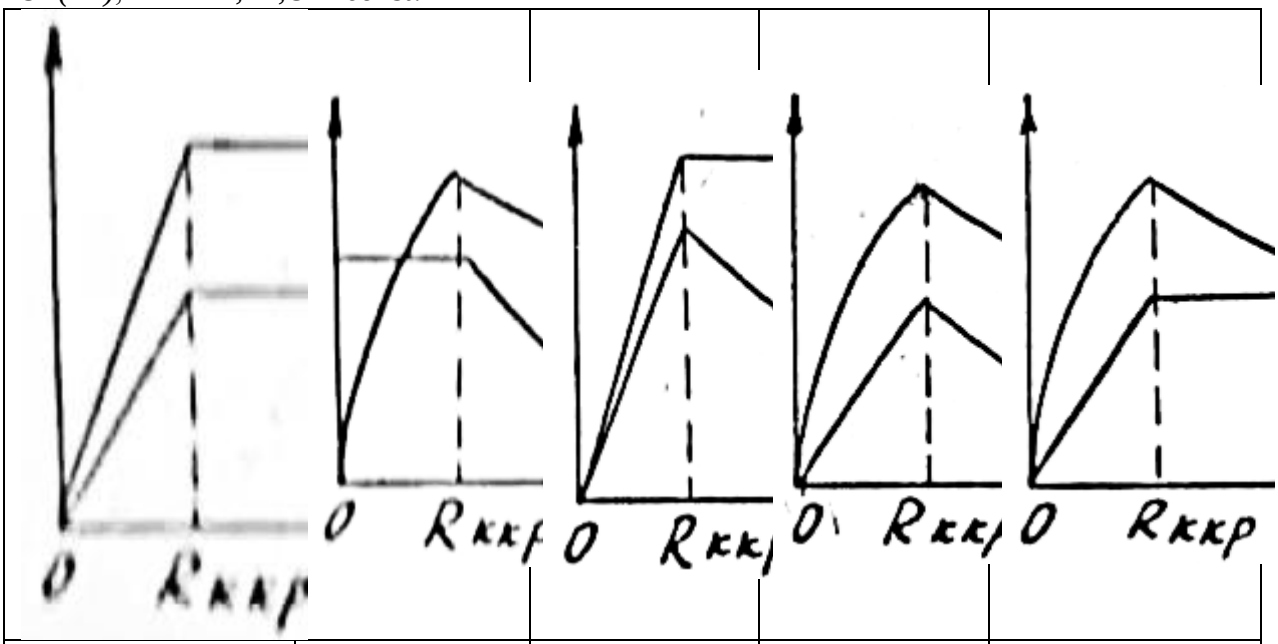
2. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{ПК-3}$ Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

Вопросы, задания

1.1. Параметры и характеристики активных элементов
2.2. Гармонический анализ токов и напряжений
3.4. Принципы повышения КПД и ключевые усилители мощности
4.7. Способы стабилизации частоты и управления частотой
5.8. Формирование радиосигналов высоких частот с угловой модуляцией

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Укажите правильный вариант идеализированных нагрузочных характеристик *P*1, *U*н*(R*к*)*, если *E*к,*E*в,*U*в=*const*.



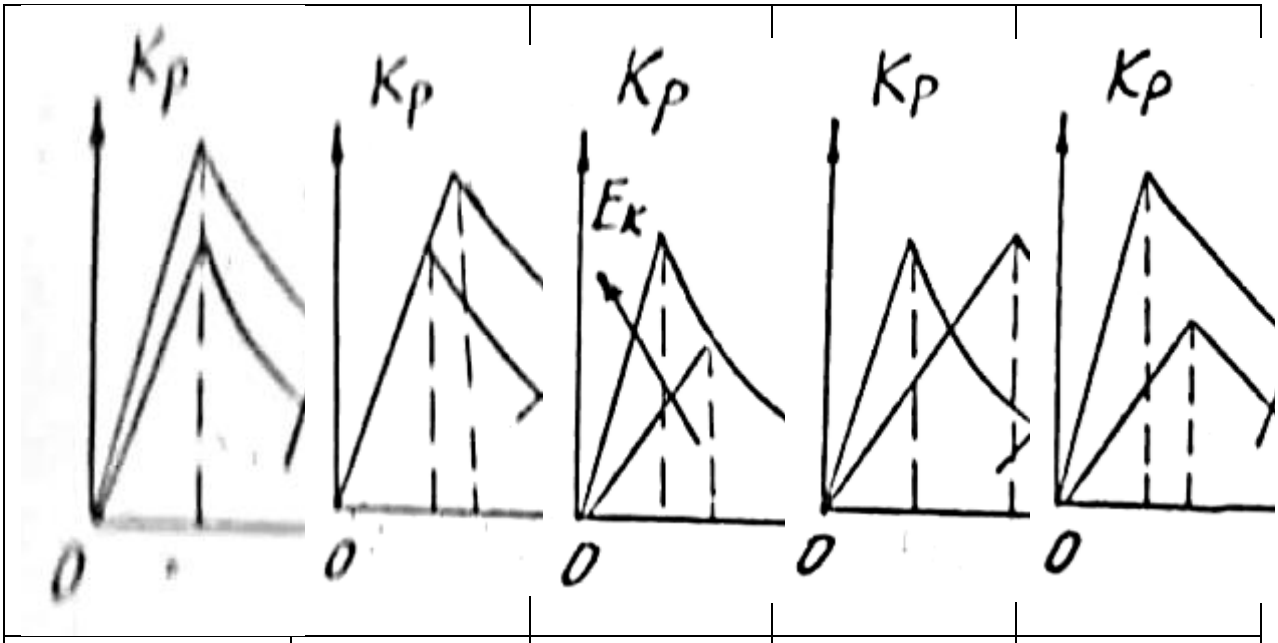
1	2	3	4	5

Ответы:

Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.

Верный ответ: 4

2.Укажите правильный вариант идеализированных нагрузочных характеристик *Kp(R*к*)* при двух значениях *E*к, если *E*в, *U*в=*const*



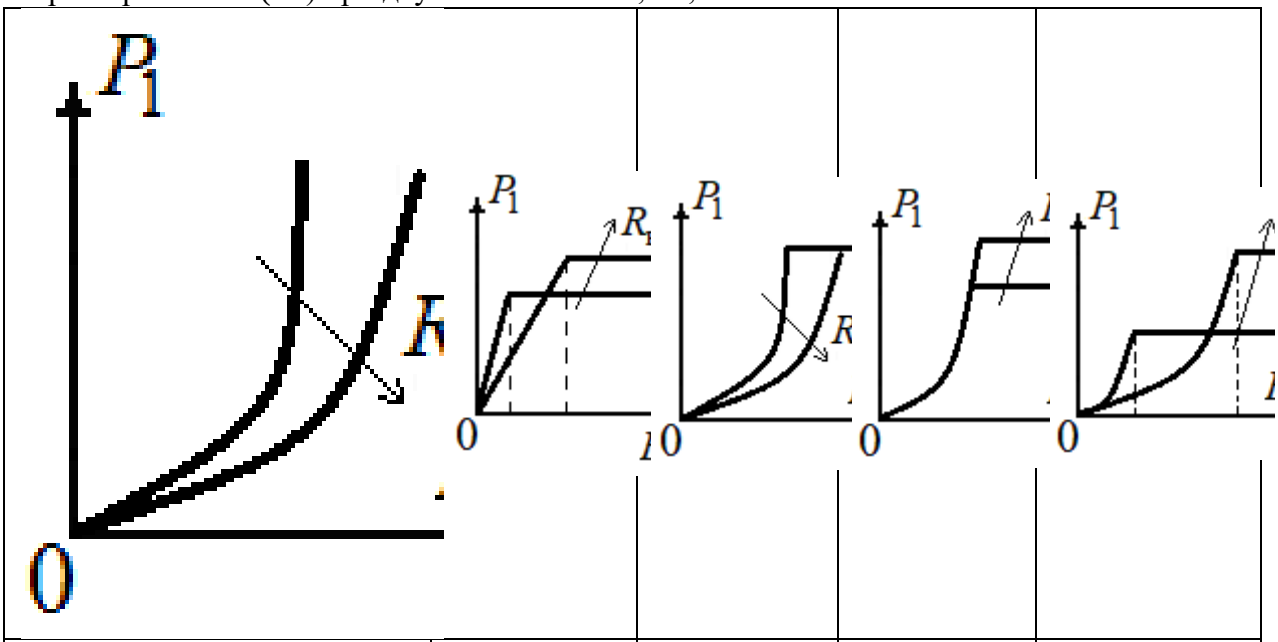
1	2	3	4	5

Ответы:

Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.

Верный ответ: 2

3.Укажите правильный вариант статических идеализированных модуляционных характеристик *P*1(*E*к) при двух значениях *R*к; *E*в,*U*в=const.



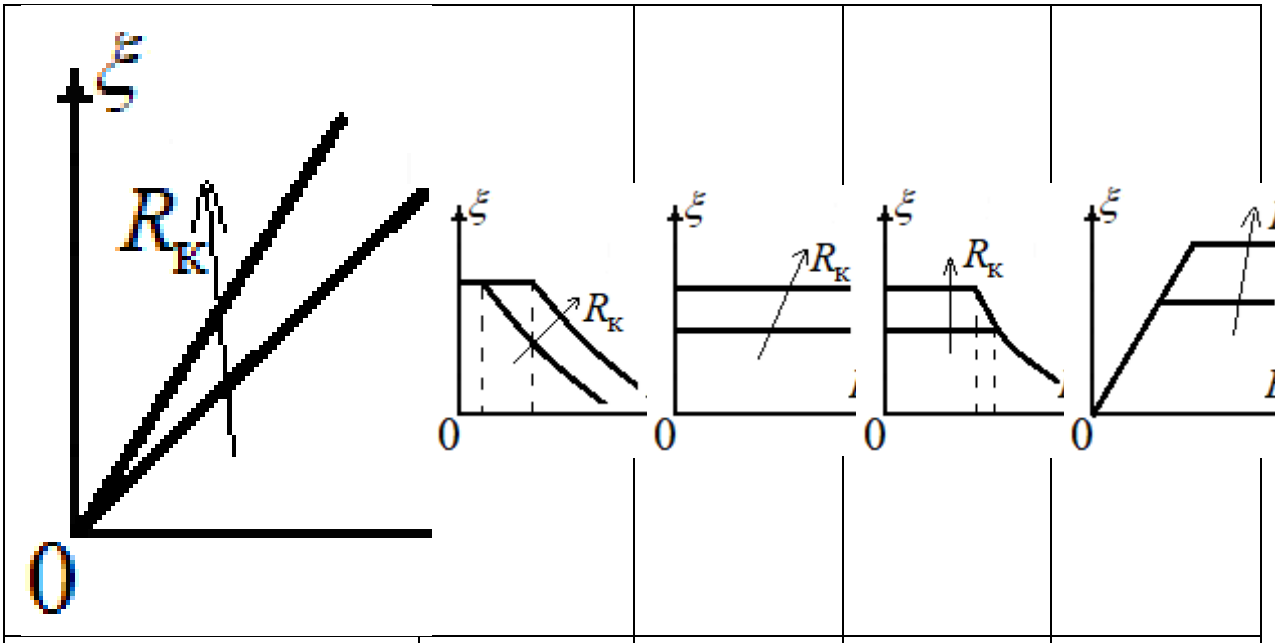
1	2	3	4	5

Ответы:

Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.

Верный ответ: 5

4.В усилителе мощности синфазно меняют *E*к,*U*в. Укажите правильный вариант идеализированных статистических модуляционных характеристик ξ(*E*к,*U*в) для двух значений *R*к, если *E*в=*E'*=const.



1	2	3	4	5

Ответы:
Вариант 1. Вариант 2. Вариант 3. Вариант 4. Вариант 5.
Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» по совокупности результатов текущего контроля успеваемости.

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу.
Пример билета:

1. Пояснить противоречие, возникающее при пересчете Y- в Z-параметры, и как оно разрешается в аналитической теории четырехполюсников.
2. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры ЛПД. Пояснить концепцию анализа процессов в ЛПД и образование отрицательного динамического сопротивления.
3. В ОК генерируются колебания в центре третьей зоны, $I_0 = 0{,}02$ А, $E_\text{р} = 100$ В, $M = 0{,}8$, $X = 2$. Рассчитать $\eta_\text{э}$, R.

Процедура проведения

Экзамен проводится в указанное в расписании время и в отведенной для этого аудитории.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{\text{ОПК-2}}$ Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования

Вопросы, задания

1.Теоретические вопросы. Синтезаторы

1. Изобразить блок-схему ФАПЧ. Объяснить назначение и работу отдельных ее элементов. Пользуясь общей записью дифференциальных уравнений системы ФАПЧ в символической форме, составить уравнения систем с двухзвенным RC-фильтром. Произведите нормировку времени для уменьшения числа независимых параметров.
2. Что такое «Полоса синхронизма» и «Полоса захвата» в ФАПЧ? Как зависит полоса синхронизма от амплитуды эталонного напряжения и крутизны модуляционной характеристики управителя частоты? Как зависит полоса захвата от постоянной времени интегрирующего фильтра?
3. Изобразить принципиальную схему и пояснить принцип действия ЧФД со схемой подкачки заряда. Изобразить дискриминационную характеристику ЧФД. Объяснить причины возникновения «мертвой зоны» и способ ее устранения.
4. Изобразите простейшую принципиальную схему пассивного синтезатора частот. Поясните принцип действия. Объясните назначение и работу отдельных ее элементов. В чем заключаются преимущества и недостатки пассивных синтезаторов частот? Как связаны шаг перестройки и длительность переходного процесса в пассивном синтезаторе частот?
5. Изобразите функциональную схему непрямого синтезатора частот с ФАПЧ. Поясните принцип действия. Объясните назначение и работу отдельных ее элементов. Как оценивается время перестройки частоты на соседнее дискретное значение в синтезаторе с делителем частоты в кольце ФАПЧ?
6. Привести структурную схему синтезатора сетки частот с ФАПЧ, использующей делитель частоты с дробно-переменным коэффициентом деления. Поясните принцип действия. Объясните назначение и работу отдельных ее элементов. Из-за чего в синтезаторе с дробным делителем частоты уменьшается шаг сетки частот?
7. Привести структурную схему двухуровневого ЦВС с полосовым фильтром на выходе. Поясните принцип действия. Объясните назначение и работу отдельных ее элементов. Чем ограничена максимальная выходная частота сигнала цифрового вычислительного синтезатора?

2.Теоретические вопросы. Транзисторные усилители мощности СВЧ

8. Привести принципиальную схему H-усилителя мощности на БТ в номинальном режиме. Пояснить особенности входной и выходной цепей согласования. Пояснить алгоритм расчета полиномов модели БТ по 1-й гармонике методом подключения внешних элементов.

9. Получить выражение для коэффициента усиления по мощности K_P через H-параметры четырехполюсника. Найти максимум K_P при $H_{12} = 0$.
10. На основе аналитической теории четырехполюсников найти матричные полиномы малосигнальной модели биполярного транзистора для умеренно высоких частот.
11. Изобразить конструкцию и с помощью пространственно-временной диаграммы пояснить условия оптимального возбуждения колебаний в 1-й и 2-й зонах генератора на отражательном клистроне. Принять $E_{\text{отр}} = \text{var}$, $E_{\text{р}} = \text{const}$.
12. Изобразить конструкцию пролетного клистрона. Привести расчетные формулы и графики для гармонического состава тока, наведенного во втором резонаторе. Какие неучтенные факторы и как влияют на спектральный состав тока?
13. Изобразить эскиз конструкции и с помощью пространственно-временной диаграммы пояснить принцип действия усилителя на двухрезонаторном пролетном клистроне.
3.Теоретические вопросы. Лампы бегущей волны
14. Изобразить эскиз конструкции усилителя на ЛБВ типа О. Пояснить условия оптимального взаимодействия пучка электронов с электромагнитным полем.
15. Изобразить эскиз конструкции усилителя на ЛБВ типа О. Дать оценку КПД и пояснить способы его повышения.
16. Изобразить эскиз конструкции усилителя на ЛБВ типа О. Пояснить причины, определяющие полосу пропускания усилителя.
4.Теоретические вопросы. Клистронные генераторы
17. Пояснить принцип работы усилителей на двух- и трехрезонаторных пролетных клистронах. Сравнить схемы по основным качественным показателям: КПД, K_P, выходной мощности.
18. Изобразить конструкцию и пояснить принцип работы генератора на отражательном клистроне. Что такое зональные кривые? Найти оптимальный угол пролета в n-й зоне генерации.
5.Теоретические вопросы. Усилители мощности и автогенераторы магнетронного типа
19. Изобразить разновидности конструкций колебательной системы магнетрона. Пояснить необходимость и способы «разреживания» сетки собственных частот системы.
20. Изобразить разновидности конструкций колебательной системы магнетрона и пояснить назначение ее элементов. Какой тип колебаний преимущественно используется в магнетронах радиолокационных передатчиков?
21. Изобразить конструкцию и пояснить принцип действия магнетрона. Дать оценку электронного КПД. Как изменится КПД пакетированного магнетрона при переходе от колебаний типа π к $\pi/2$?
22. Изобразить конструкцию и пояснить принцип действия магнетрона. Найти зависимость фазовой скорости волны от типа колебания.
6.Полупроводниковые диодные СВЧ-генераторы
23. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры ЛПД. Пояснить концепцию анализа процессов в ЛПД и образование отрицательного динамического сопротивления.
24. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры ЛПД. Дать определение функции умножения и привести расчет статической вольтамперной характеристики.
25. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры ЛПД. Пояснить принцип разделения базы диода на слой умножения и пролетное пространство. Привести малосигнальную эквивалентную схему слоя умножения.
26. Пояснить концепцию анализа процессов в ЛПД и дать на ее основе обоснование малосигнальной эквивалентной схемы диода.
27. Привести эквивалентную схему генератора на ЛПД с сосредоточенными параметрами. Пояснить аналогию со схемой Клаппа на биполярном транзисторе.
28. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры диода Ганна. Пояснить структуру энергетических зон многодолинных полупроводников и зависимость концентрации носителей в долинах от напряженности электрического поля.

29. Изобразить эскиз полупроводниковой структуры диода Ганна. Пояснить формирование импульсов тока в гибридном режиме и в режиме ОНОЗ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Как взаимосвязан шаг перестройки и длительность переходного процесса в синтезаторе с делителем частоты в кольце фазовой автоподстройки частоты?

Ответы:

1. Не взаимосвязаны. 2. С уменьшением шага время переходного процесса возрастает. 3. С уменьшением шага время переходного процесса убывает.

Верный ответ: 2

2.Какие элементы образуют внутреннюю обратную связь в биполярном транзисторе СВЧ, включенном по схеме с общим эмиттером?

Ответы:

1. Cка 2. Cкп 3. Cдэ 4. Lб 5. Lэ

Верный ответ: 1, 2, 5

3.Во сколько раз снижается коэффициент усиления по мощности СВЧ усилителя мощности построенного по схеме с общей базой при переходе из линейного режима (θ=180°) в режим с отсечкой (θ=90°)?

Ответы:

1. 1 2. 2 3. 4 4. 8

Верный ответ: 3

4.Напряжение на спирали лампы бегущей волны типа О в центре зоны усиления 1100 В. Расстояние между вводом и выводом СВЧ-сигнала 20 см. Оценить время задержки сигнала.

Ответы:

Ответ округлить до целых, нс

Верный ответ: 10 нс

5.Какой режим работы магнетронного генератора обеспечивает более высокий КПД при соблюдении условия синхронизма?

Ответы:

1. Вблизи линии критического режима. 2. Вдали от линии критического режима.

Верный ответ: 2

6.Какой режим работы лавинно-пролетного диода считается наиболее важным для практики?

Ответы:

1. Пролетный режим. 2. Режим с захваченной плазмой.

Верный ответ: 1

7.В каких режимах работают реальные диоды Ганна?

Ответы:

1. Режим отрицательной проводимости со статическим доменом. 2. Режим ограниченного накопления объемного заряда.

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ОПК-2}$ Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

Вопросы, задания

1.Задачи. Клистронные генераторы

1. Для усилителе мощности на ПК рассчитать угол пролета в пространстве дрейфа $\tau_0 = 0$, если $d = 7{,}2$ см; $\lambda = 15$ см, $E_{\text{р}} = 900$ В.

2. Для усилителя мощности на ПК при $E_{\text{р}} = 500$ В, $\tau_0 = 20\pi$, $M_1 \approx 1$. Определить глубину модуляции m, при которой реализуется максимальное значение тока на выходе.

3. В усилителе мощности на ПК добротность выходного резистора с учетом связи с нагрузкой $Q = 100$. При неточной настройке резонатора Р2 мощность упала на 5% от резонансного значения. Определить относительную расстройку по частоте $\Delta f/f_0$.
4. В усилителе мощности на ПК при $E_\text{р} = 400$ В, $d = 7{,}2$ см, $f = 2$ ГГц, $U_\text{вх} = 20$ В, $M_1 = M_2 = 1$. Мощность $P_\text{н} = 10$ Вт. Как изменится $P_\text{н}$, если при $I_0 = \text{const}$ напряжение $E_\text{р}$ увеличить до 900 В?
5. В усилителе мощности на ПК при $E_\text{р} = E_\text{к} = 1$ кВ, $I_0 = 0{,}1$ А, $\tau_0 = 30\pi$, $M_1 = M_2 = 1$ напряжение $U_\text{вх}$ подобрали так, чтобы получить максимальную мощность $P_{1\max} = 50$ Вт. Рассчитать $U_\text{вых}$, $\eta_\text{э}$.
6. Рассчитать минимальное значение тока пучка $I_{0\min}$ на границе возбуждения колебаний в центре первой генерации ОК, если $E_\text{р} = 175$ В, $R = 1{,}6$ кОм, $M = 0{,}9$.
7. В ОК генерируются колебания в центре второй зоны, $E_\text{р} = 100$ В, $I_0 = 0{,}02$ А, $X = 2$, $M = 0{,}9$. Рассчитать R.
8. В ОК при $E_\text{р} = 100$ В центры соседних зон генерации получаются при $E_\text{отр} = -10$ В и –50 В. Определить номера зон.
9. В центре первой зоны генерации ОК напряжение U = 100 В, $E_\text{р} = 100$ В, $I_0 = 0{,}02$ А, $M = 0{,}8$. Рассчитать R.
10. В ОК генерируются колебания в центре второй зоны, $E_\text{р} = 250$ В, $I_0 = 0{,}05$ А, $R = 1{,}5$ кОм, $M = 1$, $Q = 400$, $\eta_\text{р} = 0{,}2$. Рассчитать U и диапазон электронной перестройки по частоте.
2.Задачи. Усилители мощности и автогенераторы магнетронного типа
11. В 8-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» на частоте 4 ГГц, если $E_{a\pi} = 4$ кВт, $r_\text{а} = 6$ мм, $r_\text{к} = 4$ мм, Рассчитать B_π.
12. В 12-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» на частоте 8 ГГц, если $B_\pi = 0{,}1$ Тл. Радиусы $r_\text{а} = 5$ мм, $r_\text{к} = 3$ мм. Рассчитать требуемое значение $E_{a\pi}$ и напряженность поля E_π в пространстве взаимодействия.
13. В 14-резонаторном МГ колебания вида «π» возбуждаются на частоте f_π, если $B_\pi = 0{,}14$ Тл. Какой вид колебаний возбудится в МГ на частоте $f_n = 1{,}25 f_\pi$, если при $E_\text{а} = \text{const}$ индукция $B_n = 0{,}08$ Тл?
14. В 12-резонаторном МГ генерируются колебания вида «π» с $\eta_\text{э} = 0{,}6$. Путем вариации $E_\text{а}$ при $B_\pi = \text{const}$ возбудили колебания вида «π/2» с частотой на 20% выше, чем f_π. Определить $\eta_\text{э}$ при $\varphi = 0{,}5$.
15. В 10-резонаторном МГ колебания вида «π» генерируются при $\eta_{э\pi} = 0{,}6$ на частоте f_π. Путем вариации $E_\text{а}$ при $B_\pi = \text{const}$ возбудили колебания соседнего вида на частоте $f_n = 1{,}1 f_\pi$. Рассчитать $\eta_{э\text{n}} = 0{,}6$.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Назовите основные преимущества пролетного клистрона.

Ответы:

1. Высокий коэффициент полезного действия. 2. Высокий коэффициент усиления по мощноси. 3. Широкая полоса пропускания. 4. Высокая выходная мощность.

Верный ответ: 1, 2, 4

2.Усилитель мощности на двухрезонаторном пролетном клистроне имеет τ0=12π при *E*р=500 В, *M*1=0.7. Определить значение *U*вх, при котором реализуется максимальное значение первой гармоники тока на выходе пролетного клистрона.

Ответы:

Ответ округлить до целых, В

Верный ответ: 70

3.В 32-резонаторном магнетроне при *E*а=5 кВ и некотором *B*=const генерируются колебания вида π на частоте 5 ГГц *r*а=6 мм, *r*к=5мм. Найти значение *B*.

Ответы:

Ответ округлить до сотых, Тл
Верный ответ: 0.46 Тл

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3
Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.