



КГЭУ

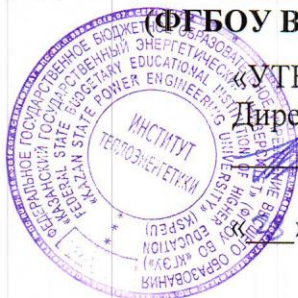
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.



» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-математические модели электронных узлов

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 г. № 200)

Программу разработал(и):

доцент, к.ф.-м.н.



Зайнуллин Р.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой Голенищев-Кутузов А.В.

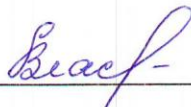
Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Автоматизация технологических процессов и производств, протокол № 24 от 26.10.2020

Зав. кафедрой Плотников В.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института

Теплоэнергетика



С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетика протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Физико-математические модели электронных узлов» является: изучение физических и математических моделей материалов, приборов и узлов электроники и способов их использования при расчете и анализе электротехнических характеристик и параметров указанных объектов.

Задачей дисциплины является формирование навыков расчета и анализа электротехнических характеристик и параметров приборов и узлов электроники и нано-электроники, необходимых при изучении последующих курсов и в будущей инженерной деятельности.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с дескрипторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК-1: способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	<i>З(ОПК-1) Знать:</i> физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики <i>У(ОПК-1) Уметь:</i> выполнять расчеты электрофизических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы <i>В(ОПК-1) Владеть:</i> методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Физико-математические модели электронных узлов относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

1. основные понятия и фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин;
2. электрофизические свойства материалов, используемых в электронных приборах и устройствах;
3. физическую сущность процессов и явлений, протекающих в приборах полупроводниковой электроники;
4. физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики;
5. наиболее общие законы природы и их фундаментальное значение в современной электронике;
6. основные термины и соотношения математики, используемые при описании физических эффектов, реализующихся в материалах и изделиях современной электроники.

Уметь:

1. анализировать роль различных физических эффектов в процессах, определяющих электротехнические и электрофизические характеристики материалов и изделий электроники;
2. выполнять расчеты электрофизических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы;
3. выбирать наиболее эффективные способы описания процессов, протекающих в материалах и изделиях электронной техники;
4. решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
5. пользоваться различными законами и закономерностями для объяснения физических принципов функционирования электронных приборов;
6. проводить анализ и систематизацию информации, связанной с исследованием электронных приборов и узлов;
7. анализировать воздействие сигналов на линейные и нелинейные электрические цепи.

Владеть:

1. навыками дискуссии по профессиональной тематике, терминологией в области электроники, программными продуктами для подготовки презентации;
2. методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники;
3. экспериментальными методами измерений основных характеристик элементов и

Раздел 1. Материалы полупроводниковой электроники и физико-математические методы описания их электротранспортных свойств															
1. Модели, описывающие электротранспортные свойства металлов и полупроводников.	3	2				4					6	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.2, Л2.4	Сбс	4
2. Фундаментальная система уравнений полупроводника	3	2				4					6	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.2, Л2.4	Сбс	4
Раздел 2. Граничные эффекты в полупроводниках															
3. Электронно-дырочные переходы	3	4	6			6					16	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.4	ПЗ, Сбс, Дкл, КНТР	5
Раздел 3. Полупроводниковые диоды															
4. Полупроводниковые диоды с р-n-переходом	3	4	8	12		13					37	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л1.2, Л2.1, Л2.4	ОЛР, ПЗ, Сбс, Дкл	11
Раздел 4. Биполярные транзисторы															
5. Биполярные транзисторы: принципы работы и модели транзисторов	3	6	4	8	2	12	2				34	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.1	ОЛР, ПЗ, Сбс, Дкл, КНТР	10

6. Усилительные каскады на Биполярных транзисторах	3	2	4	4	6					16	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.3, Л2.1, Л1.1	ОЛР, ПЗ, Сбс, Дкл		5
Раздел 5. Полевые транзисторы															
7. Полевые транзисторы	3	6	8	4	12					30	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л1.1, Л2.3	ОЛР, ПЗ, Сбс, Дкл, КнтР		9
Раздел 6. Силовые полупроводниковые приборы															
8. Ключевые полупроводниковые приборы: диносторы, тринисторы и симисторы	3	6	2	4	18					30	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л1.1	ОЛР, ПЗ, Сбс, Дкл, КнтР		9
Раздел 7. Полупроводниковые светоизлучающие диоды и фотодиоды															
9. Полупроводниковые светоизлучающие диоды и фотодиоды	3	2	2							4	З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.3, Л2.2	ПЗ, Сбс, Дкл		3
Раздел 8. Промежуточная аттестация															
10. Контактные часы во время аттестации	3				1		35	1	37		З(ОПК-1) У(ОПК-1) В(ОПК-1)	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.4	Вопросы Экз		40
ИТОГО		34	34	32	2	76	2	35	1	216					100

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используется смешанная технология обучения с поддержкой традиционного обучения. Активно применяются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии. Используются современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств:

- опережающая самостоятельная работа,
- дифференцированный подход с заданиями разного уровня сложности,
- информационно-коммуникативные технологии с использованием аудио/видео оборудования на лекционных и лабораторных занятиях,
- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle,
- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <https://e.kgeu.ru/TeacherResource>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает *защиты лабораторных работ; контрольные работы, компьютерное тестирование, контроль самостоятельной работы обучающихся (в виде собеседования), выступления с докладами.*

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (*экзамена*) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится *письменно по билетам*. На экзамен выносятся *преимущественно задания теоретического характера*. Билет содержит 3 задания, из них 1 практическое. На экзамен выносятся *теоретические и практические задания*, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат два теоретических задания и одно задание практического характера.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок

Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
		Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
		Шкала оценивания			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
		зачтено			не зачтено
ОПК-1	Знать				

физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики	Знает физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики, не допускает ошибок	Знает физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики, может допустить несколько не грубых ошибок	Знает физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики, присутствуют грубые ошибки	Не знает физические основы функционирования электронных приборов и их наиболее важные параметры и характеристики, допускает множество грубых ошибок
Уметь				
выполнять расчеты электро-физических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы	Умеет выполнять расчеты электро-физических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы, не допускает ошибок	Умеет выполнять расчеты электро-физических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы, может допустить несколько не грубых ошибок	Умеет выполнять расчеты электро-физических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы, присутствуют грубые ошибки	Не умеет выполнять расчеты электро-физических параметров материалов, приборов и узлов электроники, используя соответствующие вычислительные программы, допускает множество грубых ошибок
Владеть				
методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники	Владеет методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники, не допускает ошибок	Владеет методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники, может допустить несколько не грубых ошибок	Владеет методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники, присутствуют грубые ошибки	Не владеет методами расчета и моделирования электрофизических свойств приборов и узлов электроники, допускает множество грубых ошибок

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Пасынков В.В., Чиркин Л.К.	Полупроводниковые приборы	учебное пособие	СПб.: Лань	2009	https://e.lanbook.com/book/300	
2	Новиков Ю. Н.	Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях	учебное пособие	СПб.: Лань	2011	https://e.lanbook.com/book/691	
3	Ефимов И. Е., Козырь И. Я.	Основы микроэлектроники	учебник	СПб.: Лань	2008	https://e.lanbook.com/book/709	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Воронков Э.Н.	Твердотельная электроника . Практикум	учебное пособие для вузов	М.: Академия	2010		40
2	Александров С. Е., Греков Ф. Ф.	Технология полупроводниковых материалов	учебное пособие	СПб.: Лань	2012	https://e.lanbook.com/book/3554	
3	Опадчий Ю. Ф., Глудкин О. П., Гуров А. И.	Аналоговая и цифровая электроника . Полный курс	учебник	М.: Горячая Линия - Телеком	2005		104
4	Гуртов В. А.	Твердотельная электроника	учебное пособие для вузов	М.: Техносфера	2005		26

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	<u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
3	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

3	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционное занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3-01 (2 шт.), лабораторный стенд КС-11 (3 шт.), генератор, осциллограф

3	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристорov", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера
4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
5	Самостоятельная работа	Читальный зал	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран

6	Экзамен	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	<p>проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС-23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3- 01 (2 шт.), лабораторный стенд КС- 11 (3 шт.), генератор, осциллограф</p>
7	Консультации	Учебная аудитория для проведения индивидуальных консультаций	<p>осциллограф, вольтметр универсальный, генератор сигналов низкочастотный, лабораторный стенд для измерения сигналов с датчиков SCXI (2 шт.), цифровой цветной осциллограф OWON (2шт.), лабораторные стенды: "ЭС-23 Исследование схем решающих усилителей", "Магнитный усилитель", ЭС-4 Биполярный транзистор", "Исследование характеристик магнитных сердечников", "Двух магнитный преобразователь"</p>

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

3.1. Структура дисциплины для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	21	21
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	8	8
Практические занятия (Пр)	4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	187	187
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в ОПОП с 2022/2023 учебного года

В РПД вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися».

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика АТПП «01» июня 2022г., протокол № 6

Зав. кафедрой

В.В. Плотников

Программа одобрена методическим советом института теплоэнергетики «07» июня 2022г., протокол № 05/22

И.о. зам. директора по ИТЭ



Ахметзянова А.Т.

Согласовано:

Руководитель ОПОП


Подпись, дата

В.В. Плотников

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики

_____ Чичирова Н.Д.

« ___ » _____ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Физико-математические модели электронных узлов

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Физико-математические модели электронных узлов» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-1: способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: отчет по лабораторной работе, контрольная работа, практическое задание, доклад, промежуточная аттестация, собеседование.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 3

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наимено- вание оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Зонная модель полупроводника	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 5
2	Расчет проводимости полупроводников	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 5	5 - 5
3	Контакты «полупроводник-диэлектрик»	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 5	5 - 6
4	Графический метод определения параметров линеаризированной модели полупроводникового диода	КнТР	ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 5	5 - 5
4	Зависимость ВАХ диодов	КнТР	ОПК-1, ОПК-1	менее 2	2 - 3	4 - 5	5 - 5

5	Инерционные свойства и шумы биполярного транзистора	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 4	4 - 4
5	Метод линейного четырехполюсника	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 4	4 - 4
6	Схемы включения биполярного транзистора "Общая база"	Дкл	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 4	4 - 6
7	Представление полевого транзистора в виде линейного четырехполюсника в Y-параметрах.	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 4	5 - 5
7	Статические и динамические модели полевых транзисторов.	ПЗ	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 5
8	Модели тиристоров	Дкл	ОПК-1, ОПК-1	менее 2	3 - 4	4 - 4	4 - 5
8	Переходные процессы при выключении тиристора.	Дкл	ОПК-1, ОПК-1	менее 3	3 - 4	4 - 4	4 - 5
10	Промежуточная аттестация	Экз	ОПК-1, ОПК-1, ОПК-1	менее 20	20 - 25	25 - 30	30 - 40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий
Доклад (Дкл)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов
Промежуточная аттестация (Экз)	Комплект вопросов и задач для сдачи промежуточной аттестации в форме экзамена.	Вопросы для подготовки к экзамену. Задачи для решения.
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Отчет по лабораторной работе
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Тематика лабораторных работ</i></p> <p>Лабораторная работа №1 «Изучение характеристик и моделей полупроводниковых диодов»</p> <p>Лабораторная работа №2 «Исследование режимов работы диодных выпрямителей напряжения»</p> <p>Лабораторная работа №3 «Исследование режимов работы параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне»</p> <p>Лабораторная работа №4 «Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора»</p> <p>Лабораторная работа №5 «Изучение динамических характеристик и параметров биполярного транзистора»</p> <p>Лабораторная работа №6 «Исследование усилителя напряжения на биполярном транзисторе»</p> <p>Лабораторная работа №7 «Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п-переходом»</p> <p>Лабораторная работа №8 «Исследование режимов работы тиристора»</p> <p><i>Требования к оформлению отчета по лабораторной работе</i></p> <p>Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).</p> <p>Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год.</p> <p>Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цель работы; 2. Теоретическая часть; 3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);

	<p>4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);</p> <p>5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).</p> <p>Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.</p> <p>В разделе «Оборудование» необходимо описать, с помощью каких приборов и каким образом проводилось исследование.</p> <p>Рисунки, блок-схемы установок, описание технологии и её особенностей, необходимость предварительных измерений (градуировка, настройка и т.п.) – все это должно быть представлено в указанном разделе.</p> <p>Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы, снимки экранов приборов. Для построения графиков можно использовать миллиметровую бумагу. На графиках обязательно должны быть указаны масштабы по осям, начало отсчета, размерности и обозначения физических величин, откладываемых по осям. Экспериментальные точки на графиках должны быть заметны, четко выделены. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.</p> <p>Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.</p> <p>При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за отчет о выполнении лабораторной работы учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильность выполнения задания(ий) лабораторной работы 2. Владение методами и технологиями, запланированными в лабораторной работе 3. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы 5. Степень самостоятельности при выполнении заданий лабораторной работы <p>При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания</p>

	<p>преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления.</p> <p>Максимальное количество баллов за отчет по лабораторной работе – 3 балла</p>
Наименование оценочного средства	Практическое задание
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Практическое задание выполняется по заданному алгоритму с использованием проектного метода обучения.</p> <p><i>Тематика практических заданий</i></p> <p>Практическое задание 1 «Явления переноса зарядов в твердых телах»</p> <p>Практическое задание 2 «Электронно-дырочный переход»</p> <p>Практическое задание 3 «Электронно-дырочный переход»</p> <p>Практическое задание 4 «Расчет параметров моделей биполярного транзистора и координат его рабочей точки»</p> <p>Практическое задание 5 «Расчет параметров базовых схем усилительных каскадов на биполярном транзисторе»</p> <p>Практическое задание 6 «Расчет параметров моделей полевого транзистора и координат его рабочей точки»</p> <p>Практическое задание 7 «Расчет параметров базовых схем усилительных каскадов на полевом транзисторе»</p> <p>Практическое задание 8 «Расчет координат характерных точек на плоскости определения ВАХ тиристора. Тепловой расчет мощного тиристора»</p> <p>Практическое задание 9 «Расчет координат характерных точек на плоскости определения ВАХ фоторезистора и фотодиода»</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Оценивается работа студентов на каждом этапе по следующим критериям: полнота изложения материала, последовательность изложения, правильность решения поставленной задачи, владение речью и терминологией, быстрота выполнения в сравнении с конкурирующей группой.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5 баллов.</p>
Наименование оценочного средства	Собеседование
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Вопросы для проведения устного опроса</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Используя модель валентных связей объясните, почему с повышением температуры растет проводимость беспримесного полупроводника. 2. Как модель валентных связей объясняет высокую проводимость полупроводников, легированных донорными и акцепторными примесями? 3. Почему уже при комнатных температурах концентрация свободных носителей заряда (электронов или дырок) оказывается близкой к концентрации легирующих примесей? 4. Как объясняется образование валентной зоны и зоны проводимости в рамках зонной модели полупроводника? 5. Почему уровни энергии носителей заряда в полупроводниках не могут быть произвольными, а группируются в зоны? 6. Как выглядит энергетическая диаграмма беспримесного полупроводника? 7. Чем определяется ширина запрещенной зоны полупроводника? 8. Как выглядят энергетические диаграммы полупроводников с донорными и акцепторными примесями?

9. От чего зависит подвижность свободных носителей заряда в полупроводниках?
10. Укажите условия и причины возникновения направленного потока свободных носителей заряда в полупроводнике с неоднородным распределением концентрации этих носителей.
11. Какими физическими величинами определяется тепловой потенциал?
12. Какие физические величины входят в фундаментальную систему уравнений полупроводниковой физики?
13. Поясните физический смысл уравнения Пуассона.
14. Почему в полупроводнике, не подверженном внешним воздействиям, реализуется принцип электронейтральности?
15. Как образуется р-п-переход?
16. Чему равна высота потенциального барьера р-п-перехода?
17. Что представляет собой объем пространственного заряда (ОПЗ) р-п-перехода?
18. Как связана ширина р-п-перехода с концентрациями примесей в областях с р- и п-типом проводимости?
19. Чему равна контактная разность потенциалов р-п-перехода?
20. Что происходит с высотой потенциального барьера при приложении к р-п-переходу внешнего напряжения (положительного или отрицательного)?
21. Нарисуйте энергетические диаграммы р-п-перехода в отсутствие внешнего напряжения и при подключении к нему внешнего напряжения (положительного или отрицательного)?
22. Как формулируются граничные условия Шокли?
23. Как зависит ширина р-п-перехода от концентрации донорных и акцепторных примесей в областях с р- и п-типом проводимости?
24. Как связана барьерная емкость р-п-перехода с концентрациями примесей?
25. Как меняется барьерная емкость р-п-перехода под влиянием внешнего напряжения?
26. Нарисуйте вольтфарадную характеристику р-п-перехода.
27. Что представляет собой инжекция носителей заряда через р-п-переход?
28. Как связана диффузионная емкость р-п-перехода с временами жизни свободных носителей в с р- и п-областях полупроводниковой структуры с р-п-переходом?
29. Как выглядит энергетическая диаграмма р-п-перехода между вырожденными примесными полупроводниками?
30. Как выглядит вольтамперная характеристика идеального р-п-перехода?
31. Опишите процессы лавинного и теплового пробоя р-п-перехода?
32. Как выглядит вольтамперная характеристика реального р-п-перехода?
33. Чем отличаются друг от друга диоды: импульсные, туннельные, выпрямительные, детекторные, варикапы, стабилитроны?
34. Нарисуйте схему и временные диаграммы работы однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.
35. Как можно уменьшить пульсации напряжения на выходе диодного выпрямителя?
36. Опишите работу двухполупериодного выпрямителя без нагрузки и с нагрузкой?
37. В каких пределах меняется среднее значение выходного напряжения выпрямителя при изменениях сопротивления нагрузки?
38. Нарисуйте схему диодного логического элемента «3-И».

39. Нарисуйте схему параметрического стабилизатора напряжения?

40. Как зависит коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора напряжения от нагрузки?

41. В каких пределах может меняться напряжение на входе параметрического стабилизатора?

42. Нарисуйте вольт-амперную характеристику варикапа и укажите на ней область рабочих значений управляющего напряжения?

43. Почему к варикапу нельзя прикладывать положительное напряжение?

44. Как подключается варикап к управляемому им колебательному контуру?

45. Нарисуйте полную эквивалентную схему биполярного транзистора, учитывающую его инерционность и токи утечек на р-п-переходах.

46. Нарисуйте упрощенные эквивалентные схемы биполярного транзистора, используемые для описания его работы в схемах ОБ и ОЭ.

47. Как определяется пороговое напряжение эмиттерного перехода биполярного транзистора?

48. Нарисуйте упрощенные эквивалентные схемы биполярного транзистора, используемые для описания его работы в схемах ОБ и ОЭ в режиме малого сигнала.

49. Нарисуйте схему замещения биполярного транзистора в Н-параметрах.

50. Как определяются h-параметры биполярного транзистора и перечислите их названия.

51. Какие процессы приводят к инерционности работы биполярного транзистора?

52. Почему биполярный транзистор генерирует шумы?

53. Нарисуйте три основных схемы включения биполярных транзисторов, в которых положение рабочей точки обеспечивается специальным источником питания ЕБЭ.

54. Нарисуйте статические входные и выходные ВАХ биполярного транзистора для схем

55. Нарисуйте три основных схемы включения биполярных транзисторов, в которых используется один источник питания, а положение рабочей точки транзистора обеспечивается путем подачи на базу напряжения с резистивного делителя?

56. Опишите графический способ выбора положения рабочей точки транзистора в пространстве представления его входных и выходных статических характеристик.

57. Опишите графический способ определения величин Н-параметров биполярного транзистора для выбранной рабочей точки.

58. Выпишите равенства, определяющие величины резисторов в практических схемах ОЭ, ОБ и ОК.

59. Как определить величины разделительных емкостей в практических схемах ОЭ, ОБ и ОК?

60. Для чего используется емкость, шунтирующая в схеме ОЭ резистор, подключенный к эмиттерному выводу транзистора?

61. Почему расчет по переменным составляющим токов и напряжений в схемах ОЭ, ОБ и ОК можно выполнять отдельно (без учета их постоянных составляющих)?

62. Нарисуйте упрощенную схему замещения биполярного транзистора, используемую для расчета каскада линейного усиления по переменным составляющим токов и напряжений.

63. Каково устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п-переходом?

64. Почему полевые транзисторы имеют более низкий уровень собственных

	<p>шумов?</p> <p>65. Каково устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и встроенным каналом?</p> <p>66. Каково устройство и принцип действия полевого транзистора с индуцированным каналом?</p> <p>67. Нарисуйте семейство выходных характеристик полевого транзистора с общим истоком и укажите области активного усиления, насыщения и отсечки транзистора.</p> <p>68. Перечислите u-параметры полевого транзистора и поясните их физический смысл.</p> <p>69. Объясните принцип работы и вольтамперную характеристику диодистора. 15. Опишите семейство вольтамперных характеристик тиристора с управляющим электродом (тринистора).</p> <p>70. Как меняется форма вольтамперных характеристик тринистора при повышении температуры?</p> <p>71. Приведите формулировки эффектов «du/dt» и «di/dt», реализующихся при определенных условиях в тиристорах.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Оценивается работа студентов по следующим критериям: полнота и правильность изложения материала, последовательность изложения, владение речью и терминологией</p> <p>Максимальное количество баллов – 3 балла.</p>
Наименование оценочного средства	Доклад
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Примерные темы докладов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные параметры полупроводниковых материалов и их влияние на характеристики дискретных приборов полупроводниковой электроники. 2. Статические и динамические модели полупроводниковых диодов и транзисторов. 3. Физико-математические модели базовых узлов электроники, построенных на полупроводниковых диодах и транзисторах. 4. Тепловые модели мощных диодов, тиристоров и транзисторов. 5. Особенности теплового расчета тиристоров, работающих в режиме фазоимпульсного управления. <p>Структура тезисов доклада</p> <p>ФИО и № гр. студента</p> <p>Тема: _____</p> <p>Введение включает актуальность, цель и основные задачи раскрытия проблемы.</p> <p>Почему эта тема актуальна?</p> <p>Основная часть</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретические основы рассматриваемого процесса, принципа, явления, функции, опыта и т.д. (О чем идет речь?) 2. Проблемы практической реализации рассматриваемого процесса, принципа, явления, функции, опыта и т.д. (В чем суть проблемы?) <p>Заключение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Краткое изложение (аннотация) полученных результатов раскрытия изучаемой темы 2. Собственное отношение к описанной проблеме. (Что вы думаете по существу темы и что предлагаете?)

	Тезисы выполняются на листах формата А4 (297x210мм), пронумерованных, с полями. Текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль – 14, минимум 18 пт. Поля: верхнее, нижнее – по 2 см., левое – 3 см., правое – 1 см. Форматирование – по ширине. Отступ первой строки – 1,25 см. Тезисы представляются в файле.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Оценивается работа студентов по следующим критериям: полнота и правильность изложения материала, последовательность изложения, владение речью и терминологией Максимальное количество баллов – 5 балла.

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменуемый получает билет, в котором содержится два вопроса и задача.</p> <p><i>Вопросы для подготовки к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличаются полупроводники от металлов и диэлектриков и как образуются свободные носители заряда в полупроводниках без примесей с точки зрения модели валентных связей? 2. Опишите основные понятия зонной модели полупроводников, нарисуйте энергетическую диаграмму, укажите ее параметры и представьте зависимость концентраций свободных носителей от ширины запрещенной зоны и температуры. 3. Перечислите свойства полупроводников с примесями донорного и акцепторного типа и опишите их, используя уравнения зонной модели полупроводника и энергетические диаграммы. 4. Укажите различия между тепловым, дрейфовым и диффузионным движением свободных носителей заряда в полупроводнике, выпишите уравнения для этих типов движения и поясните их физический смысл. 5. Выпишите уравнения фундаментальной системы для плотности токов электронов и дырок в полупроводниках и поясните физический смысл таких величин как подвижность носителей заряда (μ_n и μ_p) и коэффициенты диффузии (D_n и D_p). 6. Выпишите уравнения непрерывности фундаментальной системы уравнений полупроводника и поясните их физический смысл. Запишите уравнение Пуассона для свободных носителей в полупроводнике и поясните, как это уравнение связано с принципом электронейтральности. 7. Опишите процесс образования “p-n” – перехода, укажите физические причины появления объема пространственного заряда (ОПЗ) и поясните, почему ширина ОПЗ зависит от концентраций донорных и акцепторных примесей. 8. Выпишите равенства, называемые граничными условиями Шокли для “p-n” – перехода, и укажите связь этих равенств с параметрами энергетической диаграммы “p-n” – перехода. 9. Начертите график вольтамперной характеристики (ВАХ) идеального “p-n” – перехода и выпишите равенство, определяющее такую ВАХ. 10. Опишите процесс пробоя “p-n” – перехода обратным напряжением, укажите различия между лавинным и тепловым пробоем, выпишите уравнение ВАХ реального “p-n” – перехода. 11. Опишите свойства перехода «металл-полупроводник», используя уравнение

- для его ВАХ, укажите пути получения омического перехода «металл-полупроводник».
12. Нарисуйте график ВАХ выпрямительного диода, выпишите уравнение такой ВАХ, и перечислите основные параметры линеаризированной модели выпрямительного диода.
13. Нарисуйте принципиальные схемы выпрямителей тока (однополупериодного и двухполупериодного) и опишите принципы их действия в условиях работы на нагрузку, указав на особенности фильтрации пульсаций тока и ограничения на мощность используемых диодов.
14. Нарисуйте принципиальную схему параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне и опишите принципы действия этого электронного узла в условиях работы без нагрузки и с нагрузкой, указав на связь минимального и максимального входного напряжения с параметрами стабилитрона.
15. Постройте линеаризованную модель параметрического стабилизатора напряжения и рассчитайте его основные параметры (коэффициент стабилизации напряжения и диапазон изменений входного напряжения).
16. Опишите процессы, протекающие в полупроводниковом диоде при его включении, переключении и выключении, и укажите, как эти процессы связаны с барьерной и диффузионной емкостью “p-n” – перехода диода.
17. Нарисуйте схемы замещения полупроводникового диода, определенные в рамках его линеаризированной статической модели для прямой и обратной ветвей ВАХ, а также для области пробоя. Выпишите уравнения, соответствующие этим схемам замещения.
18. Опишите динамическую модель полупроводникового диода и укажите, как параметры этой модели влияют на частотные свойства диода.
19. Продемонстрируйте возможности статической линеаризированной модели диода для расчета цепи, состоящей из последовательно включенных источника переменного напряжения, балластного сопротивления и диода.
20. Используя линеаризованную модель стабилитрона, покажите, что коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне стремится к бесконечности при $r_{проб} \rightarrow 0$.
21. Нарисуйте полупроводниковые структуры биполярных транзисторов p-n-p и n-p-n типа, укажите направления и интенсивности потоков основных и неосновных носителей заряда и выпишите равенства, определяющие статические коэффициенты передачи тока эмиттера и усиления тока базы.
22. Нарисуйте графики входных и выходных ВАХ биполярного транзистора и укажите относительное расположение (в пространстве определения выходных ВАХ) омической области, области насыщения тока коллектора и пробойной области, отметив физические причины, определяющие границы между этими областями.
23. Представьте статическую модель биполярного транзистора (модель Эбберса-Молла) в форме схемы замещения и уравнений для коллекторного и эмиттерного токов. Опишите физический смысл элементов схемы и параметров, включенных в уравнения Эбберса-Молла.
24. Опишите принципы построения линейной модели биполярного транзистора в H-параметрах, укажите физический смысл H-параметров, и продемонстрируйте приемы графического определения H-параметров.
25. Укажите способ вычисления координат рабочей точки биполярного транзистора в пространстве определения его входных и выходных ВАХ, представьте физическое обоснование такого выбора рабочей точки и опишите правила

построения нагрузочной прямой.

26. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОЭ без температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.

27. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОЭ с температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.

28. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОЭ без температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета его коэффициентов усиления по напряжению (K_U) и по току (K_I) (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).

29. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОЭ с температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета его коэффициентов усиления по напряжению (K_U) и по току (K_I) (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).

30. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОК без температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.

31. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОК с температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.

32. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОК без температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета его коэффициентов усиления по напряжению (K_U) и по току (K_I) (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).

33. Нарисуйте принципиальную схему транзисторного усилительного каскада ОК с температурной стабилизации режима работы транзистора и представьте принципы расчета его коэффициентов усиления по напряжению (K_U) и по току (K_I) (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).

34. Представьте сравнительный анализ параметров каскадов ОЭ и ОК (входных и выходных сопротивлений, коэффициентов усиления по напряжению и по току), нарисовав их принципиальные схемы и представив оценочные значения этих параметров.

35. Нарисуйте и опишите полупроводниковые структуры полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом, с индуцированным и встроенным каналами. Укажите причины, которые позволяют управлять сопротивлением канала, и причины, приводящие к насыщению тока стока.

36. Нарисуйте графики проходных и выходных ВАХ полевого транзистора с управляющим р-п-переходом и укажите относительное расположение (в пространстве определения выходных ВАХ) омической области, области насыщения тока стока и пробойной области, отметив физические причины, определяющие границы между этими областями.

37. Нарисуйте графики проходных и выходных ВАХ полевого транзистора с индуцированным каналом и укажите относительное расположение (в пространстве определения выходных ВАХ) омической области, области насыщения тока стока и

- пробойной области, отметив физические причины, определяющие границы между этими областями.
38. Представьте статическую модель полевого транзистора с управляющим р-п-переходом в форме схемы замещения, уравнений для проходной характеристики и выходной характеристики для омической области, опишите физический смысл элементов схемы замещения и ее параметров.
39. Опишите принципы построения линейной модели полевого транзистора в Y-параметрах, укажите физический смысл Y-параметров, и продемонстрируйте приемы графического определения Y-параметров.
40. Укажите способ вычисления координат рабочей точки полевого транзистора в пространстве определения его проходных и выходных ВАХ, представьте физическое обоснование такого выбора рабочей точки и опишите правила построения нагрузочной прямой.
41. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОИ на полевом транзисторе с управляющим р-п-переходом и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.
42. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОИ на полевом транзисторе с индуцированным каналом и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.
43. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОИ на полевом транзисторе с управляющим р-п-переходом и представьте принципы расчета его коэффициента усиления по напряжению (КУ), а также входного и выходного сопротивлений (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).
44. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОС на полевом транзисторе с управляющим р-п-переходом и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.
45. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОС на полевом транзисторе с индуцированным каналом и представьте принципы расчета элементов схемы, обеспечивающих работу транзистора в выбранной рабочей точке.
46. Нарисуйте принципиальную схему усилительного каскада ОС на полевом транзисторе с управляющим р-п-переходом и представьте принципы расчета его коэффициента усиления по напряжению (КУ), а также входного и выходного сопротивлений (т.е., продемонстрируйте расчет по переменным составляющим токов и напряжений).
47. Дайте краткое описание тиристоров различного вида, нарисуйте и опишите полупроводниковую структуру, принцип работы, ВАХ и двухтранзисторную схему замещения четырехслойного диристора.
48. Нарисуйте и опишите полупроводниковую структуру, принцип работы, ВАХ и двухтранзисторную схему замещения четырехслойного незапираемого тринистора.
49. Опишите переходной процесс включения тринистора по аноду, используя предварительно нарисованные временные диаграммы этого процесса и полупроводниковую структуру тринистора.
50. Опишите эффект di/dt в тринисторе, основываясь на представлении об ограниченности скорости расширения области начального включения и используя предварительно нарисованную полупроводниковую структуру тринистора. Укажите способ исключения этого эффекта, реализуемый в случае использования фазоимпульсного управления тиристором.
51. Опишите эффект du/dt в тринисторе, основываясь на особенностях процесса

	<p>расширения ОПЗ среднего р-п-перехода и используя предварительно нарисованную полупроводниковую структуру тринистора.</p> <p>52. Опишите переходной процесс переключения тринистора по аноду, используя предварительно нарисованные временные диаграммы этого процесса и полупроводниковую структуру тринистора.</p> <p><i>Задачи для проведения промежуточной аттестации</i></p> <p>1. Два полупроводниковых выпрямительных диода D_1 и D_2 и сопротивление $R = 100$ Ом включены к внешнему источнику переменного напряжения $U = U_m \sin(\omega t)$ с амплитудой $U_m = 30$ В (см. рис.1). Используя линейную статическую модель диода с параметрами $r_{дин} = 4$ Ом, $U_0 = 0,7$ В, $r_{утеч} \rightarrow \infty$, $r_{проб} = 1$ Ом, $U_{проб} = 10$ В, найдите максимальное значение (амплитуду) напряжения на сопротивлении R.</p> <p>2. Два полупроводниковых выпрямительных диода D_1 и D_2 и сопротивление $R = 100$ Ом включены к внешнему источнику переменного напряжения $U = U_m \sin(\omega t)$ с амплитудой $U_m = 1$ В (см. рис.1). Используя линейную статическую модель диода с параметрами $r_{дин} = 4$ Ом, $U_0 = 0,6$ В, $r_{утеч} \rightarrow \infty$, $r_{проб} = 2$ Ом, $U_{проб} = 10$ В, найдите максимальное значение (амплитуду) напряжения на сопротивлении R.</p> <p>3. Два полупроводниковых выпрямительных диода D_1 и D_2 и сопротивление $R = 100$ Ом включены к внешнему источнику постоянного напряжения $U = 20$ В (см. рис.1). Используя линейную статическую модель диода с параметрами $r_{дин} = 4$ Ом, $U_0 = 0,7$ В, $r_{утеч} \rightarrow \infty$, $r_{проб} = 1$ Ом, $U_{проб} = 10$ В, определите тепловую мощность, выделяющуюся на каждом из диодов. Рассчитать схемы усилителей ОЭ, ОК, ОС, ОИ.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Количество баллов за промежуточную аттестацию 20 – 40 баллов.</p> <p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильность выполнения практического задания. 2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины. 3. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы. 5. Логичность и последовательность ответа. 6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем. <p>От 30 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</p> <p>От 25 до 30 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако</p>

допускается одна – две неточности в ответе.

От 20 до 25 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметка **«отлично»** ставится студентам, не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости, набравшим не менее 45 баллов по БРС, и успешно выдержавшим аттестационное испытание, набрав в сумме 85–100 баллов.

Отметка **«хорошо»** ставится студентам, не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости, набравшим не менее 35 баллов по БРС, и успешно выдержавшим аттестационное испытание, набрав в сумме 70–84 баллов.

Отметка **«удовлетворительно»** ставится студентам, не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости, набравшим не менее 35 баллов по БРС, и успешно выдержавшим аттестационное испытание, набрав в сумме 55–69 баллов.

Отметка **«неудовлетворительно»** ставится обучающемуся, не имеющему задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине (набравшему не менее 35 баллов по БРС, при этом не выдержавшему аттестационное испытание, либо в случае, если обучающийся после начала процедуры промежуточной аттестации отказался от ее сдачи).