

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине
«Электроника»

Направление подготовки	13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика

Обеспечивающее подразделение <i>Кафедра «Промышленная электроника»</i>

Разработчик ФОС:
Доцент кафедры
«Промышленная электроника»,
кандидат технических наук

Е.П. Иванкова

(должность, степень, ученое звание)

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры,
протокол № 35 от «05» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой «Промышленная электроника» Н.Н. Любушкина

¹ В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы ОПК-3.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-3.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Знает физические основы функционирования электронных приборов, их характеристики, параметры и эквивалентные схемы. Умеет выбирать типы электронных приборов в зависимости от особенностей их применения. Владеет навыками разработки принципиальных схем с использованием полупроводниковых приборов.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1-5	ОПК-3	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Раздел 1-5	ОПК-3	Тест	Правильность ответов
Раздел 1-5	ОПК-3	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Технологическая карта для очной формы обучения

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</i>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
8	Лабораторная работа 8	в течение семестра	5 баллов	
9	Тест по разделу 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 4 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 2 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний
10	Тест по разделу 2	в течение семестра	5 баллов	
11	Тест по разделу 3	в течение семестра	5 баллов	
12	Тест по разделу 4	в течение семестра	5 баллов	
13	Тест по разделу 5	в течение семестра	5 баллов	
14	«РГР»	в течение семестра	35 баллов	35 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 20 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 10 балл – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
	Текущий контроль:	-	100 баллов	-
	Экзамен:	-	50 баллов	-
	ИТОГО:	-	150 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

Таблица 4 – Технологическая карта для заочной формы обучения

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Тест по разделу 1	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний;
5	Тест по разделу 2	в течение семестра	10 баллов	
6	Тест	в течение	10 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	по разделу 3	семестра		6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 3 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний
7	Тест по разделу 4	в течение семестра	10 баллов	
8	Тест по разделу 5	в течение семестра	10 баллов	
9	«РГР»	в течение семестра	35 баллов	35 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 20 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 10 балл – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
Экзамен:		-	50 баллов	-
ИТОГО:		-	150 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

3.1.1 Задания для лабораторных работ для очной формы обучения

Лабораторная работа № 1 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование выпрямительных полупроводниковых диодов*

- 1) Объясните выпрямляющее действие $p-n$ -перехода.
- 2) Сравните ВАХ $p-n$ -перехода и реального выпрямительного диода.
- 3) Чем различаются ВАХ германиевых и кремниевых диодов?
- 4) Влияние температуры и концентрации примесей на ВАХ диода.
- 5) Каковы основные области применения диодов?
- 6) Назовите основные параметры полупроводниковых диодов.

Лабораторная работа № 2 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование полупроводниковых стабилитронов*

- 1) Назовите основные виды пробоев $p-n$ -переходов.
- 2) Расскажите; какие физические процессы определяют форму характеристики стабилитрона на разных участках.
- 3) От чего зависит напряжение пробоя?
- 4) Как найти температурный коэффициент напряжения стабилизации? Какой знак он имеет для разных видов пробоя?
- 5) Привести схему включения стабилитрона.

Лабораторная работа № 3 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОЭ*

- 1) Объясните устройство и принцип действия транзистора.
- 2) Приведите картину распределения неосновных носителей в базе транзистора в зависимости от режима работы.
- 3) Назовите составляющие токов электродов транзистора.
- 4) Назовите статические параметры транзистора, объясните их физический смысл.
- 5) Начертить схему включения транзистора с ОЭ
- 6) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
- 7) Изобразите ВАХ транзистора для схемы с ОЭ, объясните их.

Лабораторная работа № 4 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОБ*

- 1) Начертить схему включения транзистора с ОБ
- 2) Изобразите ВАХ транзистора для схем с ОБ объясните их.
- 3) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общей базой.
- 4) Какие существуют системы малосигнальных параметров и в чем преимущества системы h - параметров?
- 5) Как выглядит эквивалентная схема транзистора в системе h - параметров?
- 6) Объясните влияние температуры на работу транзистора в схемах с ОБ и ОЭ.

Лабораторная работа № 5 - *Исследование полевого транзистора*

- 1) Определение полевых транзисторов, их отличие от биполярных
- 2) Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом.
- 3) Полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом, его основные характеристики и параметры.
- 4) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и встроенным каналом, его характеристики
- 5) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и индуцированным каналом. его характеристики

б) Эквивалентная схема замещения полевого транзистора

Лабораторная работа № 6 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование тиристора*

- 1) Назовите основные типы тиристорov и объясните принцип их действия.
- 2) Каковы основные параметры тиристорov?
- 3) Перечислите и поясните способы перевода тиристора из закрытого состояния в открытое
- 4) Перечислите и объясните характеризующие и предельно-допустимые параметры тиристорov по цепи анода
- 5) Рассмотрите вольт-амперные характеристики тиристора с точки зрения физических процессов, протекающих в структуре типа *n-p-n-p*?
- 6) В чем состоят преимущества тиристора перед динистором
- 7) Каковы конструктивные особенности тиристорov?

Лабораторная работа № 7 - *Исследование полупроводниковых фотоприемников*

- 1) Объясните, что такое фотопроводимость
- 2) фотогальванический эффект.
- 3) Фотодиод: фотодиодный режим, характеристики, параметры.
- 4) Фотодиод: фотогальванический режим, характеристики, параметры
- 5) Фототранзистор принцип действия, характеристики, параметры

Лабораторная работа № 8 - *Исследование диодных и транзисторных оптронов*

- 1) Полупроводниковые излучатели: устройство, принцип действия, характеристики и параметры
- 2) Свойства и области применения диодных оптронов
- 3) Оптроны, их разновидности.
- 4) Принцип действия, входные и выходные параметры оптопар.
- 5) Требования, предъявляемые к элементам оптрона: излучателю, оптическому каналу, фотоприемнику.

3.1.2 Задания для лабораторных работ для заочной формы обучения

Лабораторная работа № 1 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование выпрямительных полупроводниковых диодов*

- 1) Объясните выпрямляющее действие *p-n*-перехода.
- 2) Сравните ВАХ *p-n*-перехода и реального выпрямительного диода.
- 3) Чем различаются ВАХ германиевых и кремниевых диодов?
- 4) Влияние температуры и концентрации примесей на ВАХ диода.
- 5) Каковы основные области применения диодов?
- 6) Назовите основные параметры полупроводниковых диодов.
- 7) Назовите основные виды пробоев *p-n*-переходов.
- 8) Расскажите; какие физические процессы определяют форму характеристики стабилитрона на разных участках.
- 9) От чего зависит напряжение пробоя?
- 10) Как найти температурный коэффициент напряжения стабилизации? Какой знак он имеет для разных видов пробоя?
- 11) Привести схему включения стабилитрона.

Лабораторная работа № 2 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора*

- 1) Объясните устройство и принцип действия транзистора.

- 2) Приведите картину распределения неосновных носителей в базе транзистора в зависимости от режима работы.
- 3) Назовите составляющие токов электродов транзистора.
- 4) Назовите статические параметры транзистора, объясните их физический смысл.
- 5) Начертить схему включения транзистора с ОЭ
- 6) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
- 7) Изобразите ВАХ транзистора для схемы с ОЭ, объясните их.
- 8) Начертить схему включения транзистора с ОБ
- 9) Изобразите ВАХ транзистора для схем с ОБ объясните их.
- 10) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общей базой.
- 11) Какие существуют системы малосигнальных параметров и в чем преимущества системы h - параметров?
- 12) Как выглядит эквивалентная схема транзистора в системе h - параметров?
- 13) Объясните влияние температуры на работу транзистора в схемах с ОБ и ОЭ.

Лабораторная работа № 3 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование тиристора*

- 1) Назовите основные типы тиристоров и объясните принцип их действия.
- 2) Каковы основные параметры тиристоров?
- 3) Перечислить и пояснить способы перевода тиристора из закрытого состояния в открытое
- 4) Перечислить и объяснить характеризующие и предельно-допустимые параметры тиристоров по цепи анода
- 5) Рассмотрите вольт-амперные характеристики тиристора с точки зрения физических процессов, протекающих в структуре типа $n-p-n-p$?
- 6) В чем состоят преимущества тиристора перед динистором
- 7) Каковы конструктивные особенности тиристоров?

3.1.3 Расчетно-графическая работа для очной и заочной форм обучения

Тема: «Расчет параметров $p-n$ перехода и ВАХ полупроводникового диода, влияние температуры на ВАХ».

Варианты на РГР выдает преподаватель.

Задача 1. Определить высоту потенциального барьера ϕ_{k0} , возникающего при образовании идеального электронно-дырочного перехода в состоянии равновесия.

Задача 2. Определить ширину электронно-дырочного перехода δ_0 и размеры обедненных слоев p - и n - областей (δ_{p0} , δ_{n0}) в состоянии равновесия.

Задача 3. Определить высоту потенциального барьера, ширину электронно-дырочного перехода δ и размеры обедненных слоев p - и n - областей (δ_p , δ_n) при подаче на переход внешнего напряжения U .

Задача 4. Рассчитать барьерную C_b ёмкость перехода при внешнем напряжении U .

Задача 5

1) Дать характеристику диода.

2) Выписать из справочника основные параметры:

$I_{пр} = \underline{\hspace{2cm}}$ при $I_{прmax} = \underline{\hspace{2cm}}$

$I_{обр} = \underline{\hspace{2cm}}$ при $U_{обр. max} = \underline{\hspace{2cm}}$

$R_{ср} = \underline{\hspace{2cm}}$ $t_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$

3) Построить (на миллиметровке) вольт-амперную характеристику (ВАХ) диода для температуры $t=25$ С для заданного диода.

При построении ВАХ прямые и обратные ветви характеристик расположить в одной системе координат.

4) По вольт-амперной характеристике определить сопротивление прямому току ($R_{пр}$) при напряжении $U_{пр}$ на линейном участке ВАХ и сопротивление обратному току ($R_{обр}$) при обратном напряжении

5) Дифференциальные сопротивления ($r_{диф}$) и крутизну (S) прямой ветви ВАХ для напряжения $U_{пр}$.

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость.
2. Дрейф и диффузия носителей заряда.
3. Образование p-n-перехода. Переход в равновесном состоянии
4. Процессы в p-n-переходе при подаче внешнего напряжения.
5. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n-перехода. Пробой перехода. Виды пробоя.
6. Разновидности полупроводниковых диодов. Принцип действия, основные параметры и характеристики выпрямительных диодов и стабилитронов.
7. Емкости p-n-перехода. Варикап
8. Биполярные транзисторы (БТ): устройство, принцип действия, режимы работы.
9. Схемы включения БТ, основные статические характеристики и параметры в схеме с общим эмиттером (ОЭ),
10. основные статические характеристики и параметры в схеме с общим эмиттером (ОБ),
11. влияние температуры на статические характеристики биполярного транзистора .
12. Биполярные транзисторы как линейный четырехполюсник. Система h-параметров, схема замещения транзистора в h-параметрах. Определение h-параметров по характеристикам транзистора.
13. Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом: устройство, принцип действия, основные характеристики, параметры, схема замещения, влияние температуры.
14. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы): устройство, принцип действия и характеристики МДП-транзисторов с индуцированным и встроенным каналом.
15. Тиристоры: устройство, принцип действия, характеристики, параметры, способы выключения.
16. Симисторы: устройство, принцип действия, характеристики
17. Светодиоды: устройство, принцип действия, характеристики
18. полупроводниковые фотоэлектрические приборы.
19. Оптроны. устройство, принцип действия, характеристики

Типовые экзаменационные задачи

1. Обратный ток насыщения идеального германиевого диода при $T = 300 \text{ K}$ составляет $I_0 = 30 \text{ мкА}$. Найти сопротивление диода постоянному току R_0 и дифференциальное сопротивление $r_{диф}$ при прямом и обратном напряжениях, равных 0,2 В.

2. Обратный ток насыщения p-n-перехода $I_0 = 1 \text{ мкА}$ при $T = 300 \text{ K}$. Определить сопротивление перехода постоянному току и дифференциальное сопротивление перехода при прямом и обратном напряжениях, равных 150 мВ.

3. Обратный ток насыщения идеального $p-n$ -перехода при температуре $T = 300$ К равен $2 \cdot 10^{-7}$ А. Найти: а) ток, текущий при прямом напряжении, равном 0,1 В; б) сопротивление диода постоянному току и дифференциальное сопротивление при прямом и обратном напряжениях, равных 0,3 В.

4. $P-n$ -переход имеет прямой ток 0,8 А при прямом напряжении 0,3 В и температуре окружающей среды $T = 35^\circ$ С. Определить: а) обратный ток насыщения; б) дифференциальное сопротивление перехода при прямом напряжении 0,2 В; в) дифференциальное сопротивление перехода при обратном напряжении 1 В.

5. Обратный ток насыщения I_0 $p-n$ -перехода при $T = 300$ К равен 10^{-12} А. При повышении температуры на 75° С обратный ток насыщения увеличился в 10^3 раз. Определить напряжение на переходе при комнатной и повышенной температуре, если прямой ток через него $I = 5$ мА.

6. Изобразите ВАХ идеального $p-n$ -перехода. Здесь же начертите реальную характеристику диода и объясните различия между этими двумя кривыми. Вычислите дифференциальные сопротивления $r_{диф}$ $p-n$ -перехода при токе $I = 0,01; 0,05; 0,1; 1,0; 2,0; 5,0$ и $10,0$ мА. Температура $T = 300$ К, обратный ток насыщения $I_0 = 1$ мкА. Основываясь на полученных значениях сопротивления $r_{диф}$ при различных токах I , обсудите возможности практического использования диода как элемента с управляемой проводимостью.

7. Диоды, смещенные в обратном направлении, часто используют в качестве переменных конденсаторов. Вычислите, как уменьшается барьерная емкость диода с резким переходом при увеличении модуля напряжения смещения на 1 В, если известно, что при $U = 5$ В, $C_{бар} = 20$ пФ.

8. У полупроводникового диода $R_{пр} = 25$ Ом; $R_{обр} = 2,5$ МОм; $C = 120$ пФ. Определить: а) на какой частоте емкостное сопротивление станет равно $R_{обр}$ и вследствие этого произойдет заметное увеличение обратного тока (но он все еще будет малым); б) на какой частоте емкостное сопротивление станет равно $R_{пр}$ и произойдет резкое ухудшение выпрямляющего действия диода.

9. Германиевый $p-n$ -переход имеет обратный ток насыщения 5 мкА, а кремниевый переход таких же размеров имеет обратный ток насыщения 10^{-10} А. Вычислить и сравнить прямые напряжения на переходах при $T = 325$ К и токе 0,2 А. Сопротивлением базы пренебречь.