

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к911) Физика и теоретическая
механика



Пячин С.А.,
профессор, д.ф.-м.н.

26.04.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Физические основы электронных устройств**

для направления 16.03.01 Техническая физика

Составитель(и): к.ф.-м.н., доцент, Антонычева Е.А.

Обсуждена на заседании кафедры: (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от 25.04.2024г. № 4

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям:
Протокол от 26.04.2024г. №7

г. Хабаровск
2024 г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

___ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор, д.ф.-м.н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

___ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор, д.ф.-м.н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

___ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор, д.ф.-м.н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

___ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа дисциплины **Физические основы электронных устройств**
разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.06.2020 № 696

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены (семестр) 5
контактная работа	52	РГР 5 сем. (1)
самостоятельная работа	92	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	52	52	52	52
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Электрические и магнитные поля. Взаимодействие полей с заряженными частицами. Электрический ток в вакууме, проводниках, полупроводниках. Назначение и классификация электронных устройств. Эквивалентные схемы. Источники тока и напряжения. Электровакуумные приборы. Собственные и примесные полупроводники. Р-п переход и его основные характеристики. Полупроводниковые диоды. Тиристоры. Выпрямительные устройства. Сглаживающие фильтры. Биполярные транзисторы. Режимы работы и схемы включения биполярных транзисторов. Физические эквивалентные схемы биполярного транзистора. h-параметры. Полевые транзисторы. Особенности структуры «металл-диэлектрик-полупроводник». Физические эквивалентные схемы полевого транзистора. Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов. Усилители электрических сигналов. Полупроводниковые оптоэлектронные устройства. Преобразователи. Импульсные устройства. Интегрирующие и дифференцирующие сети. Логические элементы. Триггеры. Счетчики. Шифраторы и дешифраторы. Микропроцессоры.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.О.20
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Электромагнетизм
2.1.2	Физика твердого тела
2.1.3	Механика. Термодинамика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Лазерные технологии
2.2.3	Источники и приемники излучения
2.2.4	Преддипломная практика

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1: Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Знать:

Концептуальные и теоретические основы физики, ее место в общей системе наук и ценностей; • фундаментальные законы природы и основы механики, теории колебаний и волн, электричества и магнетизма, физической оптики, атомной и квантовой физики, физики ядра и элементарных частиц, статистической физики и классической термодинамики; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; историю развития и становления физики, ее современное состояние; основные методы научного познания, используемые в физике (наблюдение, описание, измерение, эксперимент).

Уметь:

Объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах; проводить количественные оценки параметров и величин физических эффектов, наблюдаемых в твердых телах; использовать стандартную терминологию, определения и обозначения; применять полученные знания при изучении других дисциплин. Объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указывать, какие законы описывают данное явление или эффект; устанавливать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы; использовать знания, полученные при изучении других дисциплин естественнонаучного цикла.

Владеть:

Терминологическим аппаратом для описания структуры, свойств и явлений в конденсированном состоянии вещества; навыками выбора методов исследования структуры и свойств веществ в конденсированном состоянии; навыками определения типа кристаллической структуры и расчета ее параметров; основными навыками решения задач в области физики конденсированного состояния вещества.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Лекции						
1.1	Электрические и магнитные поля. Взаимодействие полей с заряженными частицами. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

1.2	Электрический ток в вакууме, проводниках, полупроводниках. Назначение и классификация электронных устройств. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.3	Эквивалентные схемы. Источники тока и напряжения. Электровакуумные приборы. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.4	Собственные и примесные полупроводники. Р-п переход и его основные характеристики. Полупроводниковые диоды. Тиристоры. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.5	Выпрямительные устройства. Сглаживающие фильтры. Биполярные транзисторы. Режимы работы и схемы включения биполярных транзисторов. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.6	Физические эквивалентные схемы биполярного транзистора. h-параметры. Полевые транзисторы. Особенности структуры «металл-диэлектрик-полупроводник». Физические эквивалентные схемы полевого транзистора. Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.7	Усилители электрических сигналов. Полупроводниковые оптоэлектронные устройства. Преобразователи. Импульсные устройства. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.8	Интегрирующие и дифференцирующие сети. Логические элементы. Триггеры. Счетчики. Шифраторы и дешифраторы. Микропроцессоры. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
Раздел 2. Лабораторные занятия							
2.1	Исследование статической ВАХ полупроводникового диода /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э3	0	
2.2	Измерение и расчет барьерной емкости электронно-дырочного перехода /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э3	0	
2.3	Исследование работы выпрямителя однофазного синусоидального тока с емкостным фильтром /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э3	0	
2.4	Исследование статических характеристик биполярного транзистора /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э3	0	
2.5	Исследование полевого транзистора с управляющим электронно-дырочным переходом /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э3	0	

2.6	Исследование схем на операционных усилителях /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э3	0	
2.7	Исследование тиристора в качестве регулятора мощности /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э3	0	
2.8	Исследование работы логических элементов и триггеров /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э3	0	
Раздел 3. Практические занятия							
3.1	Исследование статической ВАХ полупроводникового диода /Пр/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	Расчет барьерной емкости электронно-дырочного перехода /Пр/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.3	Исследование каскада усиления переменного сигнала на биполярном транзисторе /Пр/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.4	Исследование двухтактного усилительного каскада /Пр/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
Раздел 4. Самостоятельная работа							
4.1	Подготовка к текущему тестированию по отдельным разделам и всему курсу дисциплины, изучение лекционного материала. /Ср/	5	22	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	Выполнение РГР "Расчет барьерной емкости электронно-дырочного перехода" и подготовка к защите расчетно-графической работы. /Ср/	5	16	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.3	Выполнение практических заданий /Ср/	5	20	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.4	Оформление отчетов о выполненных лабораторных работах и подготовка к их защите /Ср/	5	34	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
Раздел 5. Контроль							
5.1	Подготовка к экзамену. Экзамен. /Экзамен/	5	36	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Чижма С.Н.	Электроника и микросхемотехника: учеб. пособие для вузов	Москва: УМЦ ЖДТ, 2012,
Л1.2	Белов Н.В., Волков Ю.С.	Электротехника и основы электроники: учеб. пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2012,

6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Жеребцов И.П.	Основы электроники	Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1989,
Л2.2	Глазенько Т.А., Прянишников В.А.	Электротехника и основы электроники: Учеб. пособие	Москва: Высш. шк., 1996,
Л2.3	Бобровников Л.З.	Электроника: Учеб. для вузов	Санкт-Петербург: Питер, 2004,
Л2.4	Прянишников В.А.	Электроника: Полный курс лекций	Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2006,
Л2.5	Воронков Э.Н.	Твердотельная электроника: учеб. пособие для вузов	Москва: Академия, 2009,
Л2.6	Легостаев Н. С., Четвергов К. В.	Твердотельная электроника	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208951

6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Сайфутдинов Р.Х., Малышева О.А.	Основы электроники: метод. пособие по выполнению лабораторных работ	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/
Э3	Университетская библиотека ONLINE	http://biblioclub.ru/

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

6.3.1 Перечень программного обеспечения

Office Pro Plus 2007 - Пакет офисных программ, лиц.45525415
Matlab Базовая конфигурация (Academic new Product Concurrent License в составе: (Matlab, Simulink, Partial Differential Equation Toolbox) - Математический пакет, контракт 410
Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition - Антивирусная защита, контракт 469 ДВГУПС
АСТ тест - Комплекс программ для создания банков тестовых заданий, организации и проведения сеансов тестирования, лиц.АСТ.РМ.А096.Л08018.04, дог.372
Free Conference Call (свободная лицензия)
Zoom (свободная лицензия)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

Профессиональная база данных, информационно-справочная система КонсультантПлюс - http://www.consultant.ru ; профессиональная база данных, информационно-справочная система Техэксперт/Кодекс - http://www.cntd.ru .
--

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитория	Назначение	Оснащение
3434	Учебная аудитория для проведения занятий	комплект учебной мебели, тематические плакаты.

Аудитория	Назначение	Оснащение
	лекционного типа.	Технические средства обучения: интерактивная доска, проектор, ноутбук. Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro для образовательных учреждений, версия 1909; Microsoft Office Pro Plus 2007; лиц. 168699; Антивирус Kaspersky Endpoint Security
423	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. зал электронной информации	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.
3317	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.
3537	Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, установка для определения длины пробега частиц в воздухе (определение длины пробега Альфа-частиц ФПК-03, установка для изучения р-п перехода ФПК-06, установка для изучения температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников ФПК-07, установка для изучения спектра атома водорода ФПК-09, монохроматор МУМ (для ФПК-09), установка для излучения космических лучей ФПК-01, установка для изучения энергетического спектра электронов (изучение Бета - радиоактивности) ФПК-05, установка для изучения и анализа свойств материалов с помощью сцинтилляционного счетчика (изучение Гамма – радиоактивных элементов) ФПК-13, установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК-02.
3433	Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория "Механика и молекулярная физика".	комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, установка для исследования твердого тела ФПТ1-8, установка для изучения зависимости скорости звука от температуры ФПТ1-7, установка для измерения теплоты парообразования ФПТ1-10, установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ1-12, установки лабораторные: маятник "Обербека" ФМ-14, "Соударение шаров" ФМ-17, "Модуль Юнга и модуль сдвига" ФМ-19, "Маятник универсальный" ФМ-13, "Унифилярный подвес" ФМ-15. Технические средства обучения: интерактивная доска, мультимедиапроектор.
3435	Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория "Электромагнетизм".	комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, модули "Изучение свойств сегнетоэлектриков" ФПЭ-02, "Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла" ФПЭ-04, "Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов" ФПЭ-07, "Исследование затухающих колебаний" ФПЭ-10, "Изучение вынужденных колебаний" ФПЭ-11, "Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона" ФПЭ-03, "Изучение релаксационных колебаний" ФПЭ-12, "Магазин сопротивления" ФПЭ-МС, "Магазин емкостей" ФПЭ-МЕ, "Источник питания" ФПЭ-ИП, осциллограф, генератор, мультиметр. Технические средства обучения: ПК. Лицензионное программное обеспечение: Office Pro Plus 2007, лиц. 45525415, Total Commander – LO9-2108 от 22.04.2009, Windows XP, лиц. 46107380.
101	Компьютерный класс для практических, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы. Кабинет информатики (компьютерные классы)*.	Комплект учебной мебели. Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС (Intel(R) Core(TM) i5-3570K CPU @ 3.40GHz, 4Gb, int Video, 1 Tb, DVD+RW, ЖК 19). Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro - MS DreamSpark 700594875, 7-Zip 16.02 (x64) (свободно распространяемое ПО), Autodesk 3ds Max 2019, Autodesk AutoCAD 2021, Autodesk AutoCAD Architecture 2021, Autodesk Inventor 2021, Autodesk Revit 2021- Для учебных заведений предоставляется бесплатно, Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), MATLAB R2013b - Контракт 410 от 10.08.2015, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, Microsoft Visio профессиональный 2013 - MS DreamSpark 700594875, Microsoft Visual Studio Enterprise 2017- MS DreamSpark 700594875, Mozilla Firefox 99.0.1 (свободно распространяемое ПО), Opera Stable 38.0.2220.41 (свободно распространяемое ПО), PTC Mathcad Prime 3.0 - Контракт 410 от 10.08.2015, лиц. 3A1874498, КОМПАС-3D V19 - КАД-19-0909.ПЭВМ с возможностью выхода в интернет по расписанию Windows 10 Pro Контракт №235 ДВГУПС от 24.08.2021; Office Pro Plus 2019 Контракт №235 от 24.08.2021; Kaspersky Endpoint Security Контракт № 0322100012923000077 от 06.06.2023; КОМПАС-3D V19 Контракт № 995 от 09.10.2019;

Аудитория	Назначение	Оснащение
		nanoCAD Номер лицензии: NC230P-81412 Срок действия: с 01.08.2023 по 31.07.2024;
201	Компьютерный класс для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.	Комплект учебной мебели, доска, технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС, проектор. Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro - MS DreamSpark 700594875, 7-Zip 16.02 (x64) - Свободное ПО, Autodesk 3ds Max 2021, Autodesk AutoCAD 2021, Autodesk AutoCAD Architecture 2021, Autodesk Inventor 2021, Autodesk Revit 2021- Для учебных заведений предоставляется бесплатно, Foxit Reader- Свободное ПО, MATLAB R2013b - Контракт 410 от 10.08.2015, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, Microsoft Visio профессиональный 2013 - MS DreamSpark 700594875, Microsoft Visual Studio Enterprise 2017- MS DreamSpark 700594875, Mozilla Firefox 99.0.1 - Свободное ПО, Opera Stable 38.0.2220.41 - Свободное ПО, PTC Mathcad Prime 3.0 - Контракт 410 от 10.08.2015 лиц. 3A1874498, КОМПАС-3D V19 - КАД-19-0909, АСТ-Тест лиц. АСТ.РМ.А096.Л08018.04, Договор № Л-128/21 от 01.06.2021 с 01 июля 2021 по 30 июня 2022. ПЭВМ с возможностью выхода в интернет по расписанию Windows 10 Pro Контракт №235 ДВГУПС от 24.08.2021; Office Pro Plus 2019 Контракт №235 от 24.08.2021; Kaspersky Endpoint Security Контракт № 0322100012923000077 от 06.06.2023; КОМПАС-3D V19 Контракт № 995 от 09.10.2019; nanoCAD Номер лицензии: NC230P-81412 Срок действия: с 01.08.2023 по 31.07.2024;

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические рекомендации по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции.

При преподавании курса «Физические основы электронных устройств» используют как классические образовательные технологии (изучение и закрепление материала через проведение лекционных занятий и лабораторных работ), так и инновационные образовательные технологии (проведение лекционных и лабораторных занятий с применением мультимедийных технологий, применение компьютерных симуляций на лабораторных работах).

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (лекций в диалоговом режиме с подготовкой вопросов группами студентов, дискуссий (в том числе и групповых), деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, круглые столы) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Дисциплина «Физические основы электронных устройств» состоит в изложении основ построения, принципа работы и составления элементной базы электронных устройств для электроэнергетических систем, систем электроснабжения и автоматики.

Во время обучения студенты должны получить теоретические знания и практические навыки по расчету элементной базы и практического изучения принципа работы устройств. Это достигается с помощью лекций, практических занятий в лабораториях с использованием современных методов и технических средств обучения, выполнения контрольной работы и самоподготовки.

На лекционных занятиях студенты сначала в интерактивной форме проводят изучение и обсуждение рассматриваемой темы занятия одновременно с просмотром слайдовых и видео-материалов, затем закрепляют пройденный материал путем решения практических задач по теме занятия.

Методические рекомендации к практическим занятиям.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, для этого при подготовке к практическим занятиям студентам необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой с учетом рекомендаций преподавателя и требований учебной программы.

Выполнение расчетно-графической работы РГР «"Расчет барьерной емкости электронно-дырочного перехода"».

При выполнении РГР студенту необходимо изучить материал лекций, соответствующую теме РГР литературу, решить задачи, сопроводив решение необходимыми чертежами и пояснениями. Выполнение и защита РГР являются необходимым условием для допуска к экзамену. Выполнение РГР осуществляется в домашних условиях. Для защиты РГР студент самостоятельно изучает вопросы соответствующего раздела теории, повторяет физические законы и явления, необходимые для решения конкретной задачи.

Защита РГР происходит на консультации в установленное преподавателем время. Защита производится в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической частям выполненной работы.

Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной или письменной форме.

Примерные вопросы к защите РГР «"Расчет барьерной емкости электронно-дырочного перехода"»:

1. Электронно-дырочный переход (р-п-переход) при отсутствии внешнего напряжения.

2. p-n-переход при прямом напряжении.
3. p-n-переход при обратном напряжении.
4. Виды пробоев p-n-перехода.
5. Параметры полупроводниковых диодов.
6. Классификация и маркировка полупроводниковых диодов.
7. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям.

Целью лабораторных работ является усвоение теоретических знаний на практическом их применении на лабораторных стендах – использование различной элементной базы для формирования и моделирования различных элементов и устройств. Лабораторная работа должна помочь практическому освоению научно-теоретических основ изучаемой дисциплины, приобретению навыков экспериментальной работы.

Для эффективного обучения и приобретения предполагаемых федеральным государственным образовательным стандартом навыков, умений, владений и профессиональных компетенций необходимо строго соблюдать график выполнения самостоятельной работы. Необходимым также является своевременное выполнение лабораторных работ в лаборатории в соответствии с предложенным календарным планом дисциплины.

Самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной работы студентов и их состав:

- изучение теоретического материала по учебной и учебно-методической литературе;
- подготовка и оформление заготовок к выполнению лабораторных работ;
- отработка навыков решения задач по темам практических занятий;
- выполнение, оформление расчетно-графических работ; подготовка к защите и защита РГР;
- подготовка к промежуточному и итоговому тестированию по отдельным разделам и всему курсу.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, образовательные Интернет-ресурсы. Студенту рекомендуется также в начале учебного курса познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами практических занятий;
- учебниками, пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами.

После этого у студента должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть в процессе освоения дисциплины.

Методические рекомендации студентам с ограниченными возможностями здоровья.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Обучающиеся инвалиды могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей и образовательных потребностей конкретного обучающегося.

Проведение учебного процесса может быть организовано с использованием ЭИОС университета и в цифровой среде (группы в социальных сетях, электронная почта, видеосвязь и др. платформы). Учебные занятия с применением ДОТ проходят в соответствии с утвержденным расписанием. Текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся проводится с применением ДОТ.

Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

Направление: 16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль): Техническая экспертиза, контроль и диагностика

Дисциплина: Физические основы электронных устройств

Формируемые компетенции:

1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций

Объект оценки	Уровни сформированности компетенций	Критерий оценивания результатов обучения
Обучающийся	Низкий уровень Пороговый уровень Повышенный уровень Высокий уровень	Уровень результатов обучения не ниже порогового

Шкалы оценивания компетенций при сдаче экзамена или зачета с оценкой

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
		Экзамен или зачет с оценкой
Низкий уровень	Обучающийся: -обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; -допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой; -не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Обучающийся: -обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебной и предстоящей профессиональной деятельности; -справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; -знаком с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; -допустил неточности в ответе на вопросы и при выполнении заданий по учебно-программному материалу, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Обучающийся: - обнаружил полное знание учебно-программного материала; -успешно выполнил задания, предусмотренные программой; -усвоил основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; -показал систематический характер знаний учебно-программного материала; -способен к самостоятельному пополнению знаний по учебно-программному материалу и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Хорошо

Высокий уровень	Обучающийся: -обнаружил всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала; -умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; -ознакомился с дополнительной литературой; -усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплин и их значение для приобретения профессии; -проявил творческие способности в понимании учебно-программного материала.	Отлично
-----------------	---	---------

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оценивается следующим образом:

Планируемый уровень результатов освоения	Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения			
	Неудовлетворительн	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Знать	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельно-му применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных
Уметь	Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.	Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.
Владеть	Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.

2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета

1. Вопросы к защите лабораторных работ. Компетенция ОПК-1.

Лабораторная работа 1. Исследование статической вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.

1. Каков принцип работы полупроводникового диода?
2. Какими уравнениями описываются прямая и обратная ветви ВАХ электронно-дырочного перехода?
3. Что обозначает каждый из параметров диода в этой работе?
4. Чем отличаются ВАХ идеального электронно-дырочного перехода от ВАХ реального диода?
5. Объяснить структуру и назначение эквивалентной линейной схемы диода.

Лабораторная работа 2. Измерение барьерной ёмкости электронно-дырочного перехода.

1. Почему образуется запирающий слой в электронно-дырочном переходе? Каковы его электрические свойства?
2. Что такое барьерная ёмкость электронно-дырочного перехода? От каких параметров электронно-дырочного перехода она зависит?
3. Как зависит барьерная ёмкость от напряжения электронно-дырочного перехода? Почему?
4. Как зависит барьерная ёмкость от температуры? Почему?
5. Как влияет барьерная ёмкость на быстродействие и частотные свойства полупроводниковых приборов?
6. Как используют барьерную ёмкость в электронной технике?

Лабораторная работа 3. Исследование работы выпрямителя однофазного синусоидального тока с ёмкостным фильтром.

1. Чем отличается работа однополупериодного выпрямителя от двухполупериодного?
2. Каковы преимущества и недостатки однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей?
3. Как влияет изменение ёмкости конденсатора на выходное напряжение выпрямителя?
4. Как влияет изменение величины активного сопротивления на выходное напряжение выпрямителя?
5. Какова роль RC-фильтра?
6. Каково соотношение между входными и выпрямленными токами в различных схемах выпрямления?
7. Почему в основу сглаживающих фильтров положены реактивные элементы электрической цепи?

Лабораторная работа 4. Исследование статических характеристик биполярного транзистора

- цепь?
1. Как устроен биполярный транзистор, какие существуют схемы его включения в электрическую цепь?
 2. Как происходит в транзисторе процесс усиления мощности электрических колебаний?
 3. Почему толщина базы транзистора должна превышать определённого значения? Какого?
 4. Почему схема включения транзистора с ОЭ является наиболее распространённой?
 5. Обосновать теоретически формы характеристик транзистора?
 6. Как определить физический смысл h -параметров транзистора?

Лабораторная работа 5. Исследование полевого транзистора с управляющим электронно-дырочным переходом.

1. Как устроен полевой транзистор с управляющим электронно-дырочным переходом, каков принцип его действия?
2. Как происходит в полевом транзисторе процесс усиления мощности электрических сигналов?
3. Почему исследованный транзистор называется полевым или униполярным?
4. Обосновать полярность подключения источников электроэнергии к полевому транзистору с управляющим электронно-дырочным переходом в зависимости от типа проводимости канала.
5. Обосновать теоретически формы характеристик полевого транзистора.
6. Обосновать физический смысл основных параметров полевого транзистора.

Лабораторная работа 6. Исследование схем на операционных усилителях.

1. Что составляет основу ОУ?
2. Каковы основные параметры ОУ?
3. Где используются инвертирующие и неинвертирующие усилители?
4. Что представляет собой передаточная характеристика усилителя?
5. Как определяется коэффициент усиления неинвертирующего и инвертирующего усилителей?
6. Виды обратных связей в усилителях. Какую роль играет отрицательная обратная связь? Какую роль играет положительная обратная связь?
7. Что представляют собой АЧХ и ФЧХ операционной схемы?
8. Что такое постоянная времени цепи? Какое влияние она оказывает на выходное напряжение

интегратора и дифференциатора?

9. Какие свойства ОУ используются для реализации импульсных схем?

Лабораторная работа 7. Исследование тиристора в качестве регулятора мощности.

1. Как устроен тиристор, какие существуют типы тиристоров?
2. Как происходит процесс включения и выключения динистора?
3. Что такое напряжение переключения тиристора, ток удержания?
4. Как включается тринистор с помощью управляющего электрода?
5. Как используются тиристоры?
6. Какие способы управления открытием тиристоров на переменном токе?

Лабораторная работа 8. Исследование работы логических элементов и триггеров

1. В чем отличия и преимущества цифрового способа обработки информации по сравнению с аналоговым?
2. Какие существуют типы электронных логических элементов (типы логик)? В чем заключаются их преимущества и недостатки?
3. Какими основными параметрами характеризуются цифровые микросхемы?
4. Какие схемные решения применяются для создания логических электронных элементов КМОП?

2. Вопросы к экзамену:

Компетенция ОПК-1:

1. Предмет электроники. Классификация электронных приборов. Перспективы и область применения полупроводниковых приборов.
2. Технологии изготовления полупроводниковых электронных приборов.
3. Основы теории электропроводности полупроводников. Собственная и примесная электропроводность полупроводников.
4. Электропроводность полупроводников. Дрейф носителей заряда в полупроводниках. Диффузия носителей заряда в полупроводниках.
5. Электронно-дырочный переход (р-п-переход) при отсутствии внешнего напряжения.
6. р-п-переход при прямом напряжении.
7. р-п-переход при обратном напряжении.
8. Виды пробоев р-п-перехода.
9. Параметры полупроводниковых диодов
10. Классификация и маркировка полупроводниковых диодов
11. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода
12. Применение диодов для выпрямления переменного напряжения
13. Варикап, стабилитрон, туннельный и лавинный диоды. Принцип действия, характеристики, параметры, области применения.
14. Биполярные транзисторы (принцип действия, характеристики, малого, большого сигналов и постоянного тока).
15. Схемы включения транзисторов. Статические ВАХ.
16. Эквивалентные схемы замещения транзисторов.
17. Режимы работы транзистора.
18. Температурные и частотные свойства транзистора. Схемы стабилизации рабочего режима усилительного каскада на биполярном транзисторе.
19. Работа транзистора в ключевом режиме
20. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом
21. Полевой транзистор с изолированным затвором
22. Транзисторы с плавающим затвором (флэш-память)
23. Биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT - транзисторы)
24. Диодный тиристор (динистор)
25. Триодный тиристор (тринистор)
26. Переходные процессы при включении тиристора
27. Групповое соединение полупроводниковых приборов.
28. Операционные усилители. Структура, параметры, характеристики.
29. ОУ с обратной отрицательной связью. Основные схемы включения ОУ.
30. Полупроводниковые интегральные схемы.
31. Базовые логические элементы цифровых интегральных схем
32. Триггеры

Примерные задачи:

Компетенция ОПК-1:

1. Плотность кристалла меди при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ равна $331096,8 \text{ мкг/см}^3$. Кристалл

имеет

кубическую гранецентрированную элементарную ячейку. Найдите постоянную кристаллической решетки.

2. Цепочка состоит из чередующихся атомов двух сортов натрия (Na) и хлора (Cl), расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, равном $a\sqrt{2}/2$. Докажите, что зависимость циклической частоты колебаний атомов от волнового числа k имеет две ветви – акустическую и оптическую.

3. Зависит ли среднее число фононов $\bar{n}$ определенной частоты ω , возбужденных при температуре T в некотором образце кристалла, от числа атомов N этого образца?

4. Какое количество фононов n максимальной частоты возбуждается в среднем в кристалле при температуре KT_1 , если дебаевская температура кристалла KD_1 ?

5. Найдите максимальную частоту $\omega_{\max}$ колебаний атомов в кристалле железа, если при температуре KT_2 его удельная теплоемкость $C_{\text{Дж/кг}} = 7,2$. Дебаевская температура кристалла KD_2 .

6. При нагревании кристалла меди массой m от температуры KT_1 до температуры KT_2 ему было сообщено количество тепла Q . Найдите температуру Дебая D меди, считая, что выполняется неравенство $21, TTD \ll 1$.

7. Определите теплоту Q , необходимую для нагревания кристалла NaCl массой m от температуры KT_1 до температуры KT_2 . Дебаевская температура кристалла KD_1 .

8. Дебаевская температура кристалла свинца KD_1 . Найдите при температуре KT_1 отношение теплоемкости свинца к теплоемкости, даваемой законом Дюлонга и Пти.

9. Аргон при атмосферном давлении затвердевает при температуре KT_1 . Температура Дебая для аргона KD_1 . Экспериментально установлено, что при KT_1 молярная теплоемкость аргона равна $C_{\text{мольДж/моль}} = 174,01$. Определите молярную теплоемкость аргона при температуре KT_2 .

10. Одинаковые массы свинца и кремния охлаждаются от температуры KT_1 до KT_2 . Оцените отношение масс жидкого гелия, необходимые для охлаждения свинца и кремния, если известны их дебаевские температуры KD_1 и KD_2 .

Образец экзаменационного билета

Дальневосточный государственный университет путей сообщения		
Кафедра (к911) Физика и теоретическая механика 5 семестр, 2024-2025	Экзаменационный билет № Физические основы электронных устройств Направление: 16.03.01 Техническая физика Направленность (профиль): Техническая экспертиза, контроль и диагностика	Утверждаю» Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор 25.04.2024 г.
Вопрос 1. Электропроводность полупроводников. Дрейф носителей заряда в полупроводниках. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. (ОПК-1)		
Вопрос 2. Биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT - транзисторы). (ОПК-1)		
Задача (задание) 3. Определите теплоту Q , необходимую для нагревания кристалла NaCl массой m от температуры KT_1 до температуры KT_2 . Дебаевская температура кристалла KD_1 . (ОПК-1)		

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующие формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.

Компетенция ОПК-1:

1. Соответствие типов резисторов их графическим изображениям

Регулируемый

Терморезистор

Варистор

Фоторезистор

2. Соответствие полупроводниковых приборов их графическим изображениям

диод

биполярный транзистор

тиристор

полевой транзистор

3. Отметьте правильный ответ

На рисунке изображена вольтамперная характеристика...

☐ тиристора

☐ биполярного транзистора

☐ полевого транзистора

☐ выпрямительного диода

4. Отметьте правильный ответ

На рисунке приведена схема включения транзистора с общим (-ей)...

- ☐ базой
- ☐ коллектором
- ☐ землей
- ☐ эмиттером

5. Отметьте правильный ответ

Выпрямительные диоды это...

☐ полупроводниковые диоды, основным свойством которых является односторонняя проводимость и эффект выпрямления тока

- ☐ диоды плоскостной конструкции
- ☐ диоды, изготовленные из кремния
- ☐ диоды, изготовленные из германия

6. Отметьте правильный ответ

Соотношение между концентрацией электронов и дырок в чистом полупроводнике

- ☐ $n = p$
- ☐ $n > p$
- ☐ $n < p$
- ☐ $n = 0$

7. Отметьте правильный ответ

Сопротивление p-n-перехода выше при ____ включении диода.

- ☐ прямом
- ☐ обратном
- ☐ последовательном
- ☐ параллельном

8. Отметьте правильный ответ

При повышении температуры окружающей среды напряжение теплового пробоя полупроводника

- ☐ увеличится
- ☐ уменьшится
- ☐ не изменится
- ☐ равно нулю

9. Отметьте правильный ответ

ВАХ p-n-перехода

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

10. Определить область работы стабилитрона

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ d

11. Последовательность размещения элементов структурной схемы однофазного выпрямительного устройства

- 1: Источник переменного напряжения
- 2: Трансформатор
- 3: Выпрямитель
- 4: Сглаживающий фильтр
- 5: Стабилизатор
- 6: Потребитель

12. Отметьте правильный ответ

Наименьшие пульсации выпрямленного напряжения обеспечивает схем выпрямления ____ .

- ☐ однофазная однополупериодная

- ☐ однофазная мостовая
- ☐ трехфазная с нулевой точкой
- ☐ трехфазная мостовая

13. Дополните определение

Основной элемент усилителя -

Правильные варианты ответа: транзистор; Транзистор;

14. Дополните

Для увеличения предельно допустимой мощности транзисторов их устанавливают на ...

Правильные варианты ответа: радиаторах; Радиаторах;

15. Дополните

Генератор, вырабатывающий периодическую последовательность импульсов напряжения прямоугольной формы, называется

Правильные варианты ответа: мультивибратор; мультивибратором;

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между балльной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

Объект оценки	Показатели оценивания результатов обучения	Оценка	Уровень результатов обучения
Обучающийся	60 баллов и менее	«Неудовлетворительно»	Низкий уровень
	74 – 61 баллов	«Удовлетворительно»	Пороговый уровень
	84 – 75 баллов	«Хорошо»	Повышенный уровень
	100 – 85 баллов	«Отлично»	Высокий уровень

4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворительн	Удовлетворительн	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)	Полное несоответствие по всем вопросам.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли	Полное несоответствие критерию.	Значительное несоответствие критерию.	Незначительное несоответствие критерию.	Соответствие критерию при ответе на все вопросы.

Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы	Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы	Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.).	Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.	Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.
Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы	Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.	Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.	Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.	Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер.
Качество ответов на дополнительные вопросы	На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.	Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.	. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. 2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя.	Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.