МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Физическая электроника»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «28» апреля 2022 года, протокол № 9

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются: базовая подготовка в области физических основ современной электроники, основных моделей описания движения носителей зарядов в различных веществах и сфер применения основных типов электровакуумных, фотоэлектронных, газоразрядных, плазменных и жидкокристаллических элементов.

Дисциплина дает знания о природных объектах и явлениях на основе физических законов, современных методов исследований и информационных технологий, позволяющих в дальнейшем выполнять научные исследования и технические разработки с использованием оптимально подобных типов электронных приборов и устройств, исходя из поставленных задач и условий эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к базовой части Блока 1.

Изучение материала базируется на знаниях, умениях и готовностях обучающихся, полученных при изучении дисциплин: "Молекулярная физика", "Электричество и магнетизм", «Оптика», модуля "Электроника".

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения дисциплин "Цифровая электроника ", "Электродинамика сверхвысоких частот", “Основы проектирования устройств на программируемых логических интегральных схемах и цифровых сигнальных процессорах”.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности	ИД-ОПК-1.1 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	**Уметь:** – классифицировать основные элементы электронной техники; – описывать физические принципы работы электронных элементов.
	ИД-ОПК-1.1 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	**Знать:** – строение атома; – свойства металлов; – электронные явления; – движение электронов в электрических и магнитных полях; – виды электрических разрядов. **Владеть навыками:** – применения электронных элементов; расчета режимных параметров, материальных и энергетических затрат электронных элементов в зависимости от условий эксплуатации

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение. Электронные явления в различных средах. Модели атома.	8	2						Устный опрос (оценка входного уровня) Письменный опрос
2	Взаимодействие электронов с веществом.	8	2	2					Письменный опрос
3	Движение электронов в электрических и магнитных полях.	8	2	2		1		7	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
4	Эмиссионные процессы. Электровакуумные приборы.	8		4				7	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
5	Фотоэффект. Фотоэлектронные приборы.	8		4		1		7	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
6	Электропроводность газов. Газоразрядные приборы.	8		2				3	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
7	Физические процессы в плазме.	8	2	2				7	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
8	Взаимодействие частиц атома с веществом.	8	2	2		1			Письменный опрос
9	Физика поверхности. Тонкие пленки. Жидкие кристаллы.	8		2				4	Письменный опрос Выступление с докладами или реферат
		8					0,3	3,7	Зачет
	Всего с зачетом		**10**	**20**		**3**	**0,3**	**38,7**	

Содержание разделов (тем) дисциплины

Тема №1:

Введение. Электронные явления в различных средах. Модели атома

1. Предмет и задачи физической электроники.
2. Основные положения, законы Ома, Джоуля-Ленца.
3. Основы молекулярно-кинетической теории.
4. Электроны в атоме, гипотеза М. Планка. Постулаты Н. Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип запрета Паули.
5. Работа выхода.

Тема №2:

Взаимодействие электронов с веществом

1. Физические основы электронной микроскопии и спектроскопии.
2. Устройство электронного микроскопа.
3. Виды спектроскопов.

Тема №3:

Движение электронов в электрических и магнитных полях

1. Движение электронов в однородном электрическом поле.
2. Движение электронов в магнитном поле.
3. Движение электронов во взаимно-перпендикулярных электрических и магнитных полях.

Тема №4:

Эмиссионные процессы. Электровакуумные приборы

1. Эмиссионные явления. Термоэлектронная эмиссия. Электростатическая эмиссия.
2. Термоэлектронная эмиссия в вакууме. Диод, потенциальная диаграмма, характеристики диода, параметры диода, применение.
3. Триод, потенциальная диаграмма, статические характеристики триода, статические параметры триода, уравнение лампы.
4. Характеристики и параметры триода в статическом и динамическом режимах.
5. Многоэлектродные лампы, современное конструктивное исполнение.
6. Электронно-лучевые трубки различного назначения.
7. Электронные приборы СВЧ.

Тема №5:

Фотоэффект. Фотоэлектронные приборы

1. Законы фотоэффекта. Внутренний и внешний фотоэффект.
2. Вторичная электронная эмиссия.
3. Вакуумные фотоэлектронные приборы, безынерционность.

Тема №6:

Электропроводность газов. Газоразрядные приборы

1. Электрический разряд в газе.
2. Виды разрядов, ВАХ газового разряда.
3. Газотрон, тирратрон.
4. Применение газоразрядных приборов.

Тема №7:

Физические процессы в плазме

1. Плазма. Колебания и волны в плазме, явления переноса в плазме, кинетика электромагнитных процессов в низкотемпературной плазме.
2. Приборы на основе электронных явлений в плазме.

Тема №8:

Взаимодействие частиц атома с веществом

1. Взаимодействие атомных частиц с твердыми телами.
2. Дифракционное рассеяние в кристаллической решетке.
3. Лазер.
4. Люминисценция.

Тема №9:

Физика поверхности. Тонкие пленки. Жидкие кристаллы

1. Физические процессы на поверхности твердых тел.
2. Свойства тонких пленок. Жидкие кристаллы. Явление поляризации в жидких кристаллах.
3. Приборы на основе жидко-кристаллических пленок.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов, осуществление обратной связи с аудиторией с помощью закрепления изученного материала в форме диалога.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – Microsoft.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Кротова Е. И. Физическая электроника: учеб. пособие. / Е. И. Кротова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 134 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090707.pdf

б) дополнительная литература

2. Покровский Ф. Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. / Ф. Н. Покровский; УМО по образованию в обл. авиации, ракетостроения и космоса - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 350 с.
3. Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники: учеб. пособие для вузов. / Е. И. Манаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1985. - 488 с.
4. Гусев В. Г. Электроника: учеб. пособие для вузов. / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев; Гос. комитет СССР по народному образованию - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991. - 422 с.

в) ресурсы сети “Интернет”:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

– учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
–учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
– учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
– помещения для самостоятельной работы;
– помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети “Интернет” и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. Группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор:

Доцент кафедры инфокоммуникаций и радиофизики, к.т.н. Е. И. Кротова

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
“Физическая электроника”

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Список вопросов к устному опросу (оценка входного уровня)

1. Виды состояний веществ.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории.
3. Постулаты Бора.
4. Носители заряда в атоме.
5. Температурный потенциал.
6. Работа выхода.
7. Классификация веществ с помощью зонной теории.
8. Электрическая проводимость веществ.
9. Виды носителей зарядов.
10. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
11. Электрическая емкость. Конденсаторы.
12. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи.
13. Причины возникновения магнитного поля.
14. Напряженность магнитного поля.
15. Самостоятельный и несамостоятельный заряды в газах.
16. Тлеющий заряд.
17. Потенциал зажигания.
18. Законы Столетова.
19. Красная граница фотоэффекта.
20. Законы преломления света.
21. Поляризация диэлектриков.

Критерии оценивания ответов на вопросы устного опроса

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*)	Полное	Полное
Полнота ответа	Вопрос раскрыт на 50 и более %	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Ответ полный и без ошибок

Задания для письменного опроса

Письменное задание по теме № 2 . Взаимодействие электронов с веществом:

1. Изобразить структурную схему электронного микроскопа.

2. Объяснить назначение основных узлов электронного микроскопа.
3. Изобразить структурную схему электронного спектроскопа.
4. Объяснить назначение основных узлов.

Письменное задание по теме № 3. Движение электронов в электрических и магнитных полях

1. Изобразить траекторию движения электрона в однородном электрическом поле.
2. Изобразить траекторию движения электрона в однородном магнитном поле.
3. Изобразить траекторию движения электрона во взаимно-перпендикулярных электрическом и магнитном полях.

Письменное задание по теме № 4. Эмиссионные процессы. Электровакуумные приборы

1. Записать уравнение лампы для электровакуумного триода, пояснить физический смысл, входящих в него величин.
2. Представить на рисунке входные и выходные вольтамперные характеристики пентода.
3. Пояснить методику выбора режимных параметров лампы графическим методом.

Письменное задание по теме №5. Фотоэффект. Фотоэлектронные приборы

1. Представить на рисунке вольтамперную характеристику фотодиода, пояснить ее области.
2. Изобразить конструкцию фотоэлектронного умножителя, пояснить принцип работы.

Письменное задание по теме №6. Электропроводность газов. Газоразрядные приборы

1. Представить на рисунке вольтамперную характеристику газового разряда.
2. Изобразить рисунок конструкции фотоэлектронного умножителя.

Письменное задание по теме №7. Физические процессы в плазме.

1. Перечислить области применения высокотемпературной и низкотемпературной плазмы.

Письменное задание по теме №8. Взаимодействие частиц атома с веществом.

1. Перечислить оборудование, в котором используются эффекты взаимодействия атомных частиц с веществом.

Письменное задание по теме №9. Физика поверхности. Тонкие пленки. Жидкие кристаллы.

1. Представить на рисунке структурную схему жидко-кристаллического монитора.
2. Объяснить назначение основных блоков монитора.

Критерии оценивания заданий письменного опроса

Показатели	Критерии
Определения	Полные, корректные
Формулы	Корректные, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты
Расчётные задания или обработка результатов эксперимента	Имеется не только правильный ответ с правильными единицами измерения (для размерных величин), но и приводящие к ответу выкладки или критерии

Показатели	Критерии
Графики	Верный вид зависимости, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию
Схемы	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

Шкала оценивания:
0 баллов – полное отсутствие критерия;
1 балл – частичное выполнение критерия;
2 балла – полное выполнение критерия

Суммируются баллы за каждое задание*.

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:
менее 60% от максимально возможного количества баллов - неудовлетворительно,
60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,
76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,
86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

* Каких-то типов заданий может не быть в конкретном варианте письменного опроса

Темы для выступлений с докладами или рефератов

1. Комбинированные электронные лампы.
2. Электронно-лучевые трубки.
3. Сверхминиатюрные электронные лампы.
4. Лампы СВЧ. Амплитрон.
5. Лампы СВЧ. Магнетрон.
6. Лампы СВЧ. Клистроны.
7. Лампы бегущей волны.
8. Лампы обратной волны.
9. Газоразрядные приборы. Газотрон.
10. Газоразрядные приборы. Тирратрон.
11. Газоразрядные лампы, наполненные инертными газами.
12. Люминисцентные газоразрядные лампы.
13. Вакуумные фотоэлектронные приборы.
14. Оптоволокно. Лазеры.
15. Мазеры.
16. Электронный микроскоп.
17. Электронный спектроскоп.
18. Плазма. Виды плазмы.
19. Жидкие кристаллы.
20. Жидкокристаллические индикаторы.
21. Жидкокристаллические экраны. Достоинства и недостатки.

Критерии оценивания выступлений с докладами или рефератов

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Полнота изложения	Тема раскрыта на 50 и более %	Изложение почти полное, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Изложение безошибочное и исчерпывающее
Ссылки на источники	Расставлены	Расставлены в правильных местах	Расставлены в правильных местах
Изложение	Компиляция из отрывков	Пересказ с анализом	Пересказ с анализом и выводами
Представлен реферат			
Объём	Не менее 2-х страниц содержательного текста	Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами	Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами и (возможно) рисунками
Оформление	Визуальное приемлемое	По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме)	По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме)
Представлен доклад			
Длительность	От 5 до 15 минут	От 7 до 10 минут	7 минут

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для зачета

1. Предмет и задачи курса физическая электроника. Основные положения.
2. Электроны в атоме. Модели атома.
3. Взаимодействие электронов с веществом.
4. Движение электронов в электрическом поле.
5. Движение электронов в магнитном поле.
6. Эмиссионные процессы.
7. Электровакуумный диод.
8. Электровакуумный триод.
9. Основные характеристики и параметры триода.
10. Современные электронные лампы.
11. Электроннолучевые трубки.
12. Электронные приборы СВЧ.
13. Фотоэффект.
14. Фотоэлектронные приборы.
15. Электрический разряд в газах.
16. Газоразрядные приборы.
17. Физические процессы в плазме.
18. Взаимодействие частиц атома с веществом.
19. Применение явлений, связанных с взаимодействием атомных частиц с веществом.
20. Физика поверхностных явлений.
21. Применение жидких кристаллов.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

3. Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка.

Уровень сформированности компетенции оценивается как средний по совокупности параметров, в роли которых выступают оценки за: письменный опрос, выступление с докладами или рефератами и ответы на вопросы билета в соответствии с критериями, приведёнными в п. 1 и 2. Компетенция считается сформированной, если средний балл по совокупности оцениваемых компонент не ниже, чем «удовлетворительно».

Оценка “зачтено” выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка “не зачтено” выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
“Физическая электроника”

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой усвоения учебного материала по дисциплине является посещение и работа на лекциях, практических занятиях и самостоятельная работа студента.

Освоить вопросы дисциплины самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных лекционных и практических занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных самостоятельных занятий в течение семестра сдать зачет крайне затруднительно.

В начале курса проводится входной контроль остаточных знаний в области, охватываемой дисциплиной, - устный опрос.

Текущий контроль усвоения проводится в форме: письменного вопроса с разнородными заданиями, а также в виде выступлений с докладами или рефератов.

В конце изучения дисциплины проводится зачёт по вопросам билета с учётом выполнения письменного опроса и выступлений. Оценка «Зачтено» ставится, если средний балл по совокупности оцениваемых компонент не ниже, чем «удовлетворительно».

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в рабочей программе и электронно-библиотечные системы, подписка на которые предоставлена через ЯрГУ, список и инструкцию по использованию которых можно найти по адресу: http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php .