

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.О.10 «ЭЛЕКТРОНИКА И ОСНОВЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ»
для направления подготовки
12.03.01 «Приборостроение»
по профилю
«Приборы и методы контроля качества и диагностики»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая связь»

Протокол № 5 от 24 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
по профилю «Приборы и методы контроля
качества и диагностики»
24 декабря 2024 г.

В.Н. Коншина

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электроника и основы микропроцессорной техники» (Б1.О.10) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «19» сентября 2017 г., приказ Минобрнауки России № 945.

Целью изучения дисциплины является овладение методологией использования современных электронных устройств систем приборостроения.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить функциональные возможности аналоговых и цифровых электронных устройств систем приборостроения;
- подготовить специалистов к решению задач разработки и проектированию электронных устройств систем приборостроения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	
ОПК-1.1.1 Знает естественнонаучные и общетехнические законы, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	<p>Обучающийся знает:</p> <ul style="list-style-type: none">– основные понятия и законы функционирования полупроводниковой элементной базы, модели методы математического анализа параметров основных схем электроники: выпрямителей, стабилизаторов, усилителей и ключей, применяемых в современной электронике.– основные методы математического расчета, моделирования и оптимизации аналоговых электронных схем. <p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none">– разрабатывать основные элементы аналоговых электронных устройств;– осуществлять выбор элементной базы под задачи систем обеспечения движением. <p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none">– методами расчетов, знаниями элементной базы и приемами построения схемотехники электронных устройств;– программными средствами моделирования аналоговых электронных устройств.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1.2.1 Умеет применять в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения, естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования</p>	<p>Обучающийся знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы математического и экспериментального исследования основных схем электронных устройств; – основные методы математического расчета, моделирования и оптимизации электронных схем. <p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – определять основные параметры аналоговых электронных устройств; – разрабатывать математические и имитационные модели электронных устройств. <p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами моделирования и приемами построения схемотехники электронных устройств; – программными средствами моделирования электронных устройств.
<p>ОПК-1.3.1 Имеет навыки по применению естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности</p>	<p>Обучающийся знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы физического, математического и экспериментального исследования основных схем аналоговых электронных устройств; – основные методы математического расчета, моделирования и оптимизации электронных схем. <p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать основные элементы схем электронных устройств; – выполнять расчеты параметров электронных схем на основе аналитических вычислений и математических моделей элементной базы и схем в программных комплексах. <p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами моделирования и приемами построения схемотехники электронных устройств в телекоммуникационных системах; – современными программными средствами разработки, моделирования и оптимизации электронных устройств.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	96	64	32
В том числе:			
– лекции (Л)	48	32	16
– практические занятия (ПЗ)	16	-	16
– лабораторные работы (ЛР)	32	32	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76	40	36
Контроль	8	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	180 / 5	108 / 3	72 / 2

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Теория проводимости. Собственные и примесные полупроводники	<u>Лекция 1.</u> Классификация веществ в зависимости от их электропроводности. Вещества, используемые для производства полупроводниковых приборов. Зонная модель проводимости веществ. Запрещенная зона. Валентная зона. Зона проводимости. Собственные полупроводники. Кристаллическая решетка собственных полупроводников. Ковалентные связи между атомами кристаллической решетки. Влияние температуры на кристаллическую решетку собственного полупроводника. Процесс образования электронно-дырочных пар. Понятие термогенерации.	ОПК-1.1.1.
		Самостоятельная работа. Изучение физических процессов в полупроводниках.	ОПК-1.1.1.
2	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	<u>Лекция 2.</u> Образование электронно-дырочного перехода. Равновесное состояние р-п перехода. Диффузионное перемещение носителей зарядов. Контактная разность потенциалов. Дрейфовый ток р-п перехода. Запирающий слой. Прямое включение р-п перехода. Понятие инжекции и рекомбинации носителей заряда. Обратное включение р-п перехода. Понятие экстракции носителей заряда. Вольт-амперная	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		характеристика р-п перехода. Дифференциальное сопротивление диода. <u>Лекция 3.</u> Электрические и тепловые виды пробоя. Лавинный пробой. Туннельный пробой. Емкости р-п перехода. Диффузионная емкость. Барьерная емкость. Вольт-фарадная характеристика р-п перехода.	
		<u>Лабораторная работа №1.</u> Исследование полупроводникового диода	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа. Изучение физических процессов в р-п переходе.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
3	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	<u>Лекция 4.</u> Классификация и условные обозначения полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды. Влияние частоты входного сигнала на свойства выпрямительных диодов. Точечные диоды. Плоскостные диоды. Импульсные диоды. Диоды Шоттки. Варикапы. Светоизлучающие диоды. Фотодиоды. Туннельные диоды.	ОПК-1.1.1.
		Самостоятельная работа. Изучение физических свойств и конструктивных особенностей полупроводниковых диодов.	ОПК-1.1.1.
4	Схемы выпрямителей и стабилизаторов на полупроводниковых диодах	<u>Лекция 5.</u> Схемы выпрямления переменного напряжения. Однополупериодные выпрямители. Двухполупериодные выпрямители (со средней точкой и мостовая схема). Фильтры. Применение явления пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны. Схема параметрического стабилизатора напряжения.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1.
		<u>Лабораторная работа № 2.</u> Исследование выпрямителей.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа. Исследование параметрического стабилизатора.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
5	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	<u>Лекция 6.</u> Биполярные транзисторы. Транзисторы с электронным типом проводимости (n-p-n). Транзисторы с дырочным типом проводимости (p-n-p). Классификация биполярных транзисторов и их условные обозначения <u>Лабораторная работа № 3.</u> Динамический режим работы транзистора.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа. Изучение процессов и свойств биполярных транзисторов.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
6	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	<p><u>Лекция 7.</u> Классификация усилителей. Динамический режим работы усилителя на биполярном транзисторе. Режим большого сигнала. Схемы включения усилителей на биполярных транзисторах. Схемы включения с общим эмиттером, с общим коллектором и с общей базой и их основные параметры.</p> <p><u>Лекция 8.</u> Построение нагрузочной характеристики. Режимы работы усилителей (режим класса А, класса В, класса АВ, класса С и класса D).</p> <p><u>Лабораторная работа № 4.</u> Исследование схем усилителей на транзисторах.</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1..
7	Обеспечение положения рабочей точки. Отрицательная обратная связь в усилителях	<p><u>Лекция 9.</u> Схемы выбора рабочей точки усилителя. Схема смещения рабочей точки фиксированным напряжением. Схема смещения рабочей точки фиксированным током базы. Схема термокомпенсации.</p> <p><u>Лекция 10.</u> Виды отрицательных обратных связей в усилителях (последовательная по напряжению, параллельная по напряжению, последовательная по току, параллельная по току). Влияние отрицательной обратной связи на параметры усилителя (величина и стабильность коэффициента усиления, входное и выходное сопротивления усилителя, частотные и нелинейные искажения).</p> <p><u>Лабораторная работа № 5.</u> Исследование схем усилителей с отрицательной обратной связью.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение схемотехники, расчета и моделирования работы каскадов усилителей.</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
8	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	<p><u>Лекция 11.</u> Переходные процессы в транзисторном ключе. Временные параметры переходных процессов транзисторного ключа. Работа биполярного транзистора в режиме отсечки. Работа биполярного транзистора в режиме насыщения.</p> <p><u>Лекция 12.</u> Методы уменьшения времени переходных процессов. Применение ускоряющей емкости. Схема насыщенного транзисторного ключа. Схема ненасыщенного транзисторного ключа с диодом Шоттки.</p> <p><u>Лабораторная работа № 6.</u> Транзистор в ключевом режиме.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение схем транзисторных ключей.</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
9	Полевые транзисторы	<p><u>Лекция 13.</u> Основные особенности полевых транзисторов, их сравнительная характеристика с биполярными транзисторами. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Схема смещения.</p> <p><u>Лекция 14.</u> Полевые транзисторы с изолированным затвором (с индуцированным каналом и со встроенным каналом). Схемы включения усилителей на полевых транзисторах (схемы включения с общим истоком, с общим стоком и с общим затвором). Схемы выбора рабочей точки усилителей на полевых транзисторах. Работа полевых транзисторов в ключевом режиме.</p> <p>Самостоятельная работа. Исследование полевых транзисторов</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1.
10	Дифференциальные и операционные усилители	<p><u>Лекция 15.</u> Основные задачи дифференциального усилителя. Понятие инвертирующего и неинвертирующего входа и выхода дифференциального усилителя. Понятие симметричного и несимметричного входа и выхода дифференциального усилителя. Назначение и принцип работы генератора стабильного тока. Работа дифференциального усилителя при подаче на его входы синфазных напряжений. Работа дифференциального усилителя в режимах усиления</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>постоянного и переменного тока.</p> <p><u>Лекция 16.</u> Назначение операционных усилителей. Виды операционных усилителей. Частотная характеристика операционного усилителя. Аналоговые и цифровые операционные усилители. Компараторы.</p> <p><u>Лабораторная работа № 7.</u> Исследование дифференциального усилителя.</p> <p><u>Лабораторная работа № 8.</u> Исследование операционного усилителя.</p> <p>Самостоятельная работа. Рассмотрение вопросов работы дифференциальных и операционных усилителей.</p>	
11	Логические интегральные микросхемы (ИМС). Схемотехника базовых логических элементов: ТТЛШ, МОП ТЛ, КМОП	<p><u>Лекция 17.</u> Классификация интегральных микросхем. Степень интеграции. Технология изготовления. Пассивные и активные компоненты интегральных микросхем. Условные обозначения. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ). Транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки (ТТЛШ). Цифровые микросхемы на КМОП-структурах (металл-окисел-полупроводник).</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
		<p>Самостоятельная работа. Изучение логических элементов различных технологий.</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
12	Генераторы импульсов	<p><u>Лекция 18.</u> Формирователь коротких импульсов с применением линий задержки. Формирователь импульсов на элементах логики с использованием RC цепи. Триггер Шмитта. Формирователь импульсов от механических контактов. Генератор одиночных импульсов (ждуший мультивибратор). Несимметричный мультивибратор. Генераторы линейно изменяющего напряжения (ГЛИН).</p> <p><u>Практическая работа № 1.</u></p> <p>Автоколебательные и ждущие мультивибраторы.</p>	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
13	Триггерные устройства	<u>Лекция 19.</u> Интегральные триггеры. Асинхронные RS-триггеры. Прямой RS-триггер на элементах ИЛИ-НЕ. Обратный RS-триггер на элементах И-НЕ. Синхронный RS-триггер с тактовым входом. Сравнительная характеристика синхронных и асинхронных RS-триггеров. Принцип работы D-триггера. Принцип работы T-триггера. Универсальный JK-триггер. Работа JK-триггера в режиме RS-триггера. Работа JK-триггера в режиме D-триггера. Работа JK-триггера в режиме T-триггера.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
		<u>Практическая работа № 2.</u> Интегральные триггеры. <u>Практическая работа № 3.</u> Исследование JK-триггера Самостоятельная работа. Изучение номенклатуры триггеров.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1.
14	Комбинаторные логические схемы и счетчики	<u>Лекция 20.</u> Дешифраторы. Двухступенчатые дешифраторы на интегральных микросхемах. Шифраторы. Мультиплексоры. Универсальные логические модули на мультиплексорах. Демультимплексоры. Регистры хранения. Регистры сдвига. <u>Лекция 21.</u> Параллельные и последовательные электронные счетчики. Суммирующие электронные счетчики. Вычитающие электронные счетчики. Реверсивные счетчики. Делители частоты. <u>Практическая работа № 4.</u> Исследование двоичных и недвоичных счетчиков	ОПК-1.1.1, ОПК-1.3.1.
		Самостоятельная работа. Изучение схем комбинаторной логики.	ОПК-1.1.1, ОПК-1.3.1.
15	Цифро-аналоговые и Аналого-цифровые преобразователи	<u>Лекция 22.</u> Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Основные параметры ЦАП. ЦАП с суммирующей матрицей типа R, R/2, R/4 и т.д. ЦАП с использованием матрицы R-2R. <u>Лекция 23.</u> Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). АЦП последовательного счета. АЦП последовательного приближения развертывающего действия. АЦП двойного интегрирования. <u>Лекция 24.</u> АЦП параллельного преобразования. АЦП с использованием	ОПК-1.1.1, ОПК-1.3.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		преобразования «напряжение – временной интервал – двоичный код». АЦП с использованием преобразования «напряжение – частота – двоичный код».	
		Самостоятельная работа. Изучение схемотехники ЦАП и АЦП различного вида	
16	Элементы микропроцессорных устройств	<u>Лекция 25.</u> Обобщенная структурная схема микропроцессорной системы. Функции, выполняемые отдельными блоками. Понятие о процессоре, микропроцессоре, микропроцессорной системе, микропроцессорном наборе БИС, семействах микропроцессорных БИС.	
		Самостоятельная работа. Изучение структуры и параметров микропроцессоров и микроконтроллеров.	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Теория проводимости. Собственные и примесные полупроводники	2	-	-	4	6
2	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	4	-	4	4	12
3	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	2	-	-	4	6
4	Схемы выпрямителей и стабилизаторов на полупроводниковых диодах	2	-	4	4	10
5	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	2	-	4	4	10
6	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	4	-	4	-	8
7	Обеспечение положения рабочей точки. Отрицательная обратная связь в усилителях	4	-	4	4	12
8	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	4	-	4	4	12
9	Полевые транзисторы	4	-	-	4	8
10	Дифференциальные и операционные усилители	4	-	8	8	20
11	Логические интегральные микросхемы (ИМС).	2	-	-	6	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Схемотехника базовых логических элементов: ТТЛШ, МОП ТЛ, КМОП					
12	Генераторы импульсов	2	4	-	6	12
13	Триггерные устройства	2	8	-	6	16
14	Комбинаторные логические схемы. Счетчики	4	4	-	6	14
15	Цифро-аналоговые и Аналого-цифровые преобразователи	4	-	-	6	10
16	Элементы микропроцессорных устройств	2	-	-	6	8
	Итого	48	16	32	76	172
Контроль						8
Всего (общая трудоемкость, час.)						180

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Электроника» оборудованная следующими приборами, специальной техникой, установками, используемыми в учебном процессе: вольтметры ВЗ-38, генераторы Г4-102, частотомеры ЧЗ-33, осциллографы С1-159.

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

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1.И.Е. Дмитриенко, В.В. Дубровский, Н.В. Лаврентьев, А.В. Шилейко. Электронные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, М.: Транспорт. 1989. – 327 с.

2.Фунзавя В.К, Яковлев П.Б. Электронные приборы. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2009. – 75 с.

3.Фунзавя В.К, Яковлев П.Б. Цифровая электроника. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2011. – 61 с.

4.Фунзавя В.К, Яковлев П.Б. Аналоговая электроника. Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012. – 43 с.

5.Электронные приборы. Часть 1: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 59 с.

6.Электронные приборы. Часть 2: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 65 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

– Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Справочная правовая система «КонсультантПлюс» — URL: <https://www.consultant.ru/> — Режим доступа: свободный;

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации — URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,
доцент кафедры «Электрическая связь»

24.12.2024

_____ П.Б. Яковлев