

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.27 «ЭЛЕКТРОНИКА»  
для специальности  
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»  
по специализациям

«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,  
«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»,  
«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2023

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электроника» (Б1.О.27) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217.

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающегося к деятельности в области математического и естественнонаучного анализа задач в профессиональной деятельности.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

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

## 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 решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК 1.1.1 Знает методы естественных наук в объеме, необходимом для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся знает: <ul style="list-style-type: none"><li>– 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.</li><li>– основные методы математического расчета, моделирования и оптимизации аналоговых электронных схем.</li></ul>
ОПК 1.2.1 Умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук (физики, химии, электротехники).	Обучающийся умеет: <ul style="list-style-type: none"><li>– проектировать основные элементы схем электронных устройств;</li><li>– выполнять расчеты параметров электронных схем на основе аналитических вычислений и математических моделей элементной базы и схем в программных комплексах.</li></ul>

## 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

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	80
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	28
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	20
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	115
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

*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

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Теория проводимости. Собственные и при-	<b>Лекция 1.</b> Классификация веществ в зависимости от их электропроводности. Ве-	ОПК-1.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	месные полупроводники	<p>щества, используемые для производства полупроводниковых приборов.</p> <p><b>Лекция 2.</b> 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.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Изучение физических процессов в полупроводниках (источники информации: см. п. 8.5)</p>	<p></p> <p>ОПК-1.1.1.</p> <p>ОПК-1.1.1.</p>
2	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	<p><b>Лекция 3.</b> Образование электронно-дырочного перехода. Равновесное состояние р-п перехода. Диффузионное перемещение носителей зарядов. Контактная разность потенциалов. Дрейфовый ток р-п перехода. Запирающий слой.</p> <p><b>Лабораторная работа.</b> Исследование полупроводниковых диодов</p> <p><b>Лекция 4.</b> Прямое включение р-п перехода. Понятие инжекции и рекомбинации носителей заряда. Обратное включение р-п перехода. Понятие экстракции носителей заряда. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Дифференциальное сопротивление диода. Напряжение пробоя р-п перехода. Электрические и тепловые виды пробоя. Лавинный пробой. Туннельный пробой. Емкости р-п перехода. Диффузионная емкость. Барьерная емкость. Вольт-фарадная характеристика р-п перехода.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Изучение физических процессов в р-п переходе (источники информации: см. п. 8.5)</p>	<p>ОПК-1.1.1.</p> <p>ОПК-1.1.1.</p> <p>ОПК-1.1.1.</p> <p>ОПК-1.1.1.</p>
3	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	<p><b>Лекция 5.</b> 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.</p>	ОПК-1.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение физических свойств и конструктивных особенностей полупроводниковых диодов (источники информации: см. п. 8.5)	ОПК-1.1.1.
4	Схемы выпрямителей и стабилизаторов на полупроводниковых диодах	<b>Лекция 6.</b> Схемы выпрямления переменного напряжения. Однополупериодные выпрямители. Двухполупериодные выпрямители (со средней точкой и мостовая схема).	ОПК-1.1.1.
<b>Лабораторная работа.</b> Исследование выпрямителей		ОПК-1.1.1.	
<b>Лекция 7.</b> Применение явления пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны. Схема параметрического стабилизатора напряжения.		ОПК-1.1.1.	
<b>Практическая работа.</b> Исследование стабилитрона и схем стабилизации напряжения.		ОПК-1.1.1.	
<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение схем стабилизации напряжения (источники информации: см. п. 8.5)		ОПК-1.1.1.	
5	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	<b>Лекция 8.</b> 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.	ОПК-1.1.1.
<b>Лабораторная работа.</b> Динамический режим работы транзистора		ОПК-1.1.1.	
<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение процессов и свойств биполярных транзисторов (источники информации: см. п. 8.5)		ОПК-1.1.1.	
6	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	<b>Лекция 9.</b> Классификация усилителей. Динамический режим работы усилителя на биполярном транзисторе. Режим большого сигнала	ОПК-1.1.1.
<b>Лекция 10.</b> Схемы включения усилителей на биполярных транзисторах. Схемы включения с общим эмиттером, с общим коллектором и с общей базой и их основные параметры. Построение нагрузочной характеристики. Режимы работы усилителей (режим класса А, класса В, класса АВ, класса С и класса D).		ОПК-1.2.1.	
<b>Лабораторная работа.</b> Исследование схем усилителей на транзисторах.		ОПК-1.1.1.	
<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение схемотехники, расчета и моделирования работы каскадов усилителей (источники	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.		

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		информации: см. п. 8.5)	
7	Обеспечение положения рабочей точки. Отрицательная обратная связь в усилителях	<b>Лекция 11.</b> Схемы выбора рабочей точки усилителя. Схема смещения рабочей точки фиксированным напряжением. Схема смещения рабочей точки фиксированным током базы.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
<b>Лекция 12.</b> 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).		ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.	
<b>Лабораторная работа.</b> Исследование схем усилителей с отрицательной обратной связью		ОПК-1.1.1.	
<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение схемотехники и свойств усилителей с отрицательной обратной связью (источники информации: см. п. 8.5)		ОПК-1.1.1.	
8	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	<b>Лекция 13.</b> Переходные процессы в транзисторном ключе. Временные параметры переходных процессов транзисторного ключа. Работа биполярного транзистора в режиме отсечки. Работа биполярного транзистора в режиме насыщения. Методы уменьшения времени переходных процессов. Применение ускоряющей емкости. Схема насыщенного транзисторного ключа. Схема ненасыщенного транзисторного ключа с диодом Шоттки.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
<b>Лабораторная работа.</b> Транзистор в ключевом режиме		ОПК-1.1.1.	
<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение схем транзисторных ключей (источники информации: см. п. 8.5)		ОПК-1.1.1.	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
9	Полевые транзисторы	<b>Лекция 14.</b> Основные особенности полевых транзисторов, их сравнительная характеристика с биполярными транзисторами. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. 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.	ОПК-1.1.1.
		<b>Практическая работа.</b> Исследование полевых транзисторов	ОПК-1.1.1.
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение процессов и свойств полевых транзисторов (источники информации: см. п. 8.5)	ОПК-1.1.1.
10	Дифференциальные и операционные усилители	<b>Лекция 15.</b> 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 постоянного и переменного тока. Частотная характеристика дифференциального усилителя.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
		<b>Лабораторная работа.</b> Исследование дифференциального усилителя	ОПК-1.2.1.
		<b>Лабораторная работа.</b> Исследование операционного усилителя	ОПК-1.2.1.
		<b>Лекция 16.</b> Назначение операционных усилителей. Виды операционных усилителей. Аналоговые и цифровые операционные усилители. Компараторы.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
		<b>Самостоятельная работа.</b> Рассмотрение вопросов работы дифференциальных и операционных усилителей (источники информации: см. п. 8.5)	ОПК-1.2.1.

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	<b>Лекция 1.</b> Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов.	ОПК-1.1.1.
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение материалов лекций 1-4.	ОПК-1.1.1.
2	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	<b>Лекция 2.</b> Классификация и условные обозначения полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды. Влияние частоты входного сигнала на свойства выпрямительных диодов. Точечные диоды.	ОПК-1.1.1.
3	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	<b>Лекция 3.</b> 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.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение материала лекций 5-12.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
4	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	<b>Лекция 4.</b> Переходные процессы в транзисторном ключе. Временные параметры переходных процессов транзисторного ключа. Работа биполярного транзистора в режиме отсечки. Работа биполярного транзистора в режиме насыщения. Методы уменьшения времени переходных процессов. Применение ускоряющей емкости. Схема насыщенного транзисторного ключа. Схема ненасыщенного транзисторного ключа с диодом Шоттки.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение материала лекций 13-16.	ОПК-1.1.1. ОПК-1.2.1.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Теория проводимости. Собственные и примесные полупроводники	4	-	-	2	6
2	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	4	-	4	2	8
3	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	2	-	-	2	4
4	Схемы выпрямителей и стабилизаторов на полупроводниковых	4	8	4	2	18



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	диодах					
5	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	2	-	4	2	9
6	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	4	-	4	4	12
7	Обеспечение положения рабочей точки. Отрицательная обратная связь в усилителях	4	-	4	4	11
8	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	2	-	4	4	9
9	Полевые транзисторы	2	8	-	4	13
10	Дифференциальные и операционные усилители	4		8	2	16
	<b>Итого</b>	32	16	32	28	108
<b>Контроль</b>						36
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Теория проводимости. Собственные и примесные полупроводники	2	-	-	10	12
2	Электрические переходы. Равновесное состояние, прямое и обратное смещение, емкости р-п переходов	2	-	-	10	12
3	Виды полупроводниковых диодов. Классификация	2	-	2	12	16
4	Схемы выпрямителей и стабилизаторов на полупроводниковых диодах	-	2	-	12	14
5	Биполярные транзисторы. Принцип действия и токи. Классификация	2	-	2	12	16
6	Схемы включения усилительных схем на транзисторах. Режимы работы усилителей	-	2	-	12	14
7	Обеспечение положения рабочей точки. Отрицательная обратная связь в усилителях	-	-	-	12	12
8	Транзисторные ключи на биполярных транзисторах	-	-	2	12	14
9	Полевые транзисторы	-	-	-	10	10
10	Дифференциальные и операционные усилители	-		2	13	15
	<b>Итого</b>	8	4	8	115	135

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
<b>Контроль</b>						9
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

## **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.

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 2016;
- Операционная система Windows 10;
- NI Multisim 14.1 (демонстрационная версия).

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](http://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. Электронные приборы. Часть 1: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 59 с.
  3. Электронные приборы. Часть 2: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2015. – 65 с.
  5. Электронные приборы. Часть 3: учебное пособие. П.Б. Яковлев, В.Г. Иванов. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 68 с.
- 8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
    - Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
    - Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
  2. Официальный сайт ежемесячного научно-теоретического и производственно-технического журнала «Автоматика, связь, информатика» ОАО «Российские железные дороги»: [asi-rzd.ru](http://asi-rzd.ru)
  3. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги»: <http://rzd.ru/>.
  4. Официальный сайт Минкомсвязи России: <https://digital.gov.ru/ru/>.

Яковлев

Разработчик рабочей программы,  
доцент кафедры «Электрическая связь»  
30.03.2023 г.

