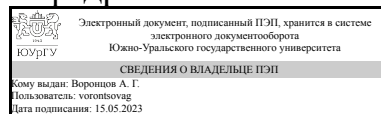


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



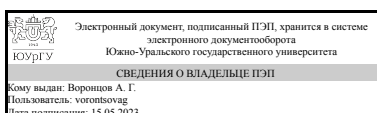
А. Г. Воронцов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01 Введение в твердотельную электронику  
для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Наноэлектроника: проектирование, технология, применение  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

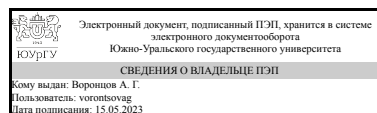
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., заведующий  
кафедрой



А. Г. Воронцов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса - дать основы знаний по устройству и принципам работы основных базовых приборов твердотельной электроники. Задачи курса: - на базе предыдущих курсов сформировать знания по электронным процессам в полупроводниках и полупроводниковых приборах; - знать основные параметры и характеристики диодов, транзисторов, тиристоров; - уметь выбирать в соответствии с требованиями нужные активные элементы схем и рассчитывать параметры пассивных элементов; - уметь собирать простейшие схемы на лабораторных стендах и исследовать характеристики и параметры приборов.

## Краткое содержание дисциплины

Курс лекций включает в себя следующие разделы: - электропроводность полупроводников; - контактные явления в полупроводниках, электронные процессы в равновесном и неравновесном p-n переходе; - полупроводниковые диоды; - биполярные транзисторы и тиристоры; - полевые транзисторы. Лабораторный практикум на стендах " УЧТЕХ-профи".

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Умеет: строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков твердотельной электроники

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория функций комплексного переменного	Физика и диагностика поверхности, Схемотехника цифровых устройств, Физика конденсированного состояния, Статистическая физика, Уравнения математической физики, Вычислительная математика, Введение в квантовую обработку информации, Специальные главы квантовой механики, Программные системы инженерного анализа, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Теория функций комплексного переменного	Знает: положения теории функций комплексного переменного, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к зачету	21,75	21,75	
Подготовка к лабораторным работам	20	20	
Подготовка к контрольным работам	12	12	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Электропроводность полупроводников.	8	8	0	0
2	Контактные явления.	8	8	0	0
3	Полупроводниковые диоды.	8	4	0	4
4	Биполярные транзисторы и тиристоры.	12	4	0	8
5	Полевые транзистры.	12	8	0	4

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Равновесная концентрация носителей тока в полупроводниках.	2
2	1	Температурная зависимость концентрации. Режимы активации носителей.	2
3	1	Электропроводность полупроводников. Подвижность носителей тока.	2
4	1	Диффузионные и дрейфовые токи в полупроводниках.	2

5	2	Равновесный p-n переход. ВАХ.	2
6	2	Неравновесный переход. Выпрямительные свойства.	2
7	2	Распределение зарядов, электрического поля и потенциала в p-n переходе.	2
8	2	Свойства контакта металл- полупроводник.	2
9	3	Полупроводниковые диоды. Классификация, обозначение, параметры и характеристики.	2
10	3	Электрические схемы включения диодов различного назначения.	2
11	4	Биполярные транзисторы. Принцип работы, режимы и схемы включения.	2
12	4	Параметры и характеристики транзисторов. Схемы усилительного каскада. Тиристоры.	2
13	5	Полевые транзисторы. Классификация, принцип работы, обозначения.	2
14	5	Интегральные структуры полевых транзисторов.	2
15	5	Переходные и входные характеристики полевых транзисторов различной конструкции.	2
16	5	МДП- транзисторы с индуцированным каналом. КМДП- структуры и базовые логические элементы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Исследование полупроводниковых диодов различной конструкции и назначения.	4
2	4	Исследование биполярных транзисторов.	4
4	4	Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе.	4
3	5	Исследование полевых транзисторов.	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - Глава 2 стр. 209-232, Глава 3 стр. 247-266	4	21,75
Подготовка к лабораторным работам	Шишкин Г.Г., Шишкин А.Г. Электроника. Базовый курс. Глава 2, стр. 31 -50. Глава 3 стр.71 - 95. Глава 4 стр.115 - 132. Глава 6 стр. 178 - 196.	4	20
Подготовка к контрольным работам	Шишкин Г.Г., Шишкин А.Г. Электроника. Базовый курс. М. 2014. Глава 1 стр.6 - 30. Глава 2 стр.31 -50.	4	12

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольная работа 1	2	5	5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены.	зачет
2	4	Текущий контроль	Контрольная работа 3	2	5	5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены.	зачет
3	4	Текущий контроль	Контрольная работа 3	2	5	5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены.	зачет
4	4	Текущий контроль	Выступление с докладом по заданной теме	2	5	5 баллов выставляется за выступление студента с докладом и презентацией; студент хорошо ориентируется в докладываемой теме и ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - студент качественно выступил с докладом, но допустил небольшие ошибки в ответах на вопросы, либо не ответил на один вопрос; 3 балла - студент выступил с докладом, но допустил грубые ошибки в докладе и неполно осветил тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные; 2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе; 1 балл - представлена информация	зачет

						несоответствующая теме доклада; 0 баллов - студент не подготовил доклад.	
5	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	1	5	5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ; 4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений; 3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы; 2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы; 1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
6	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	1	5	5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ; 4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений; 3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы; 2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы; 1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен; 0 баллов - работа не выполнена.	зачет
7	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	1	5	5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей	зачет

					<p>построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ;</p> <p>4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений;</p> <p>3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы;</p> <p>2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы;</p> <p>1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен;</p> <p>0 баллов - работа не выполнена.</p>		
8	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 4	1	5	<p>5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ;</p> <p>4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений;</p> <p>3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы;</p> <p>2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы;</p> <p>1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен;</p> <p>0 баллов - работа не выполнена.</p>	зачет
9	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>5 баллов выставляется за полное и исчерпывающее ответы на все поставленные вопросы;</p> <p>4 балла - ответы даны на все вопросы, но содержат не принципиальные ошибки и неточности;</p> <p>3 балла - ответы даны с грубыми ошибками;</p> <p>2 балла - ответы на вопросы даны неверно, студент не понимает сути вопросов;</p>	зачет

					1 балл - частично дан ответ на один вопрос с грубыми ошибками; 0 баллов - задания не выполнены.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Прохождение контрольного мероприятия промежуточной аттестации является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в форме письменного зачета. Студенты на зачете получают 2 вопроса по пройденному курсу. Максимальный балл за два вопроса равен 5 баллам. В течение полутора-двух часов студенты излагают ответы в письменном виде на поставленные вопросы, после чего сдают их на проверку экзаменатору. После проверки, экзаменатор выставляет баллы за выполненную работу. Если студент не согласен с полученными баллами, ему предоставляется возможность ответить на дополнительные вопросы по всему материалу курса. В течение зачета студентам запрещается пользоваться мобильными телефонами, другими средствами связи, вычислительной техники и другими источниками информации, и материалами.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-1	Умеет: строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков твердотельной электроники	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил.
2. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника Полн. курс: Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2000
3. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника: Полный курс Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия -Телеком, 2005

#### б) дополнительная литература:



1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 210400 - "Телекоммуникации" А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных. - М.: Флинта : Наука, 2009. - 725, [1] с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Нано- и микросистемная техника.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические цепи и основы электроники"

2. Физические основы твердотельной электроники и наноэлектроники/ Березин В.М. Челябинск Изд. центр ЮУрГУ. 2019 102 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Электрические цепи и основы электроники"

2. Физические основы твердотельной электроники и наноэлектроники/ Березин В.М. Челябинск Изд. центр ЮУрГУ. 2019 102 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Троян, П. Е. Твердотельная электроника : учебное пособие / П. Е. Троян. — Москва : ТУСУР, 2008. — 330 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/4966">https://e.lanbook.com/book/4966</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Федоров, С. В. Электроника : учебник / С. В. Федоров, А. В. Бондарев. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 217 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/97958">https://e.lanbook.com/book/97958</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -1С:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних уч.заведениях(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	294 (3)	Учебные лабораторные стенды по аналоговой и цифровой электронике. Осциллографы.