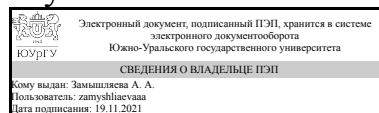


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



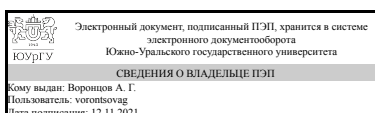
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.06 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники  
для направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

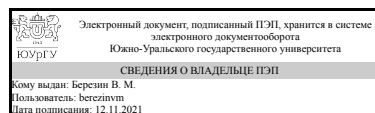
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 959

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



А. Г. Воронцов

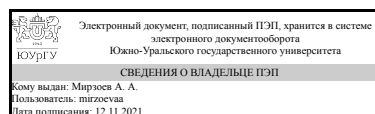
Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., проф., профессор



В. М. Березин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.физ.-мат.н., снс



А. А. Мирзоев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: сформировать способность понимать основные современные проблемы в электронике и нанoeлектронике, предлагать новые идеи, аргументированно представлять и защищать результаты своих работ, давать рекомендации по совершенствованию электронных приборов и устройств, оформлять заявки на изобретения. Задачи дисциплины. - изучить закономерности эволюции приборов и компонентов твердотельной интегральной микро- и нанoeлектроники. Изучить проблемы, обусловленные миниатюризацией электронной компонентной базы. - изучить проблемы проявления квантовых электронных эффектов и влияние их на работу приборов. - изучить проблемы квантовой информатики и квантового компьютера. -изучить электронные свойства наноструктурированных материалов и возможности их применения в нанoeлектронике. -изучить перспективы и проблемы спинтроники - технологические проблемы нанoeлектроники.

## Краткое содержание дисциплины

Эмпирические законы Г.Мура, перспективы кремниевой интегральной микро- и нанoeлектроники. Альтернативные варианты электронных приборов. Проявления квантовых эффектов в приборах. Перспективы квантовых электронных приборов. Перспективы углеродной нанoeлектроники. Электронные свойства графеноподобных структур, фуллеренов, нанотрубок. Актуальные проблемы и перспективы спинтроники. Проблемы литографии. Нанотехнологии в электронике.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	Знает: актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники Умеет: выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.01 Нанoeлектроника в биологии и медицине, ФД.02 Введение в квантовые вычисления

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

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68,5	68,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение курсовой работы	12,5	12,5	
Подготовка к практическим занятиям	32	32	
Подготовка к экзамену	24	24	
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в предмет.	8	4	4	0
2	Проблемы кремниевой микро- и нанoeлектроники.	32	16	16	0
3	Проблемы нанoeлектроники.	24	12	12	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Направления и тенденции в современной электронике.	2
2	1	Приборы твердотельной электроники и проблемы их эксплуатации.	2
3	2	Проблемы, связанные с получением пластин кремния.	2
4	2	Проблемы контроля дислокаций в пластинах.	2
5	2	Контроль качества чипов.	2
6	2	Проблема чистых материалов в электронике.	2
7	2	Проблемы литографии.	2
8	2	Проблемы металлизации.	2
9	2	Проблемы контактов Al-Au, Si-Al и др.	2
10	2	Проблемы тепловыделения и теплоотвода в интегральной электронике.	2
11	3	Физические проблемы нанoeлектроники.	2
12	3	Сверхрешетки и гетероструктуры в электронике.	2
13	3	Технологии нанoeлектроники.	2

14	3	Функциональная твердотельная наноэлектроника.	2
15	3	Приборы на эффекте Ганна.	2
16	3	Проблемы полупроводниковых соединений в наноэлектронике.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Направления и тенденции в современной электронике.	2
2	1	Приборы твердотельной электроники и проблемы их эксплуатации.	2
3	2	Проблемы, связанные с получением пластин кремния.	2
4	2	Проблемы контроля дислокаций в пластинах.	2
5	2	Контроль качества чипов.	2
6	2	Проблема чистых материалов в электронике.	2
7	2	Проблемы литографии.	2
8	2	Проблемы металлизации.	2
9	2	Проблемы контактов Al-Au, Si-Al и др.	2
10	2	Проблемы тепловыделения и теплоотвода в интегральной электронике.	2
11	3	Физические проблемы наноэлектроники.	2
12	3	Сверхрешетки и гетероструктуры в электронике.	2
13	3	Технологии наноэлектроники.	2
14	3	Функциональная твердотельная наноэлектроника.	2
15	3	Приборы на эффекте Ганна.	2
16	3	Проблемы полупроводниковых соединений в наноэлектронике.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение курсовой работы	Базовые лекции по электронике [Текст] сборник : в 2 т. Т. 1 Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника Ж. И. Алферов и др. ; под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 479 с.	1	12,5
Подготовка к практическим занятиям	материалы лекций, интернет. Базовые лекции. Т.2 Стр.72 -95; стр 322 350 ; стр 388424 ; стр425 446. Шука А.А. Электроника. Часть 5. Гл. 1 стр. 454 -471; стр 490 -494. Часть 5. Гл.2 стр 508 -514.	1	32
Подготовка к экзамену	Конспект лекций.	1	24

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Курсовая работа/проект	Актуальные проблемы кремниевой микро-и наноэлектроники.	-	5	5 баллов - задание курсовой работы выполнено полностью; проблемы, соответствующей темы освещены исчерпывающе; проект сдан вовремя; работа оформлена в соответствии со стандартом ЮУрГУ. 4 балла - задание курсовой работы выполнено полностью; проблемы, соответствующей темы описаны с небольшими ошибками/не освещены 1-2 проблемы; проект сдан вовремя; работа оформлена в соответствии со стандартом ЮУрГУ. 3 балла - задание курсовой работы выполнено неполностью: большая часть проблем, соответствующей темы не освещены; проект сдан вовремя; работа оформлена в соответствии со стандартом ЮУрГУ. 2 балла - задание курсовой работы выполнено неполностью: большая часть проблем, соответствующей темы не освещены; проект сдан не в срок; работа оформлена в соответствии со стандартом ЮУрГУ. 1 балл - задание курсовой работы выполнено неполностью: большая часть проблем, соответствующей темы не освещены, автор ссылается на недостоверную литературу; проект сдан не в срок; оформление работы не соответствует стандарту ЮУрГУ. 0 баллов - курсовая работа не выполнена.	кур-совые работы
2	1	Текущий контроль	Контрольная работа 1	2,4	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.	экзамен
3	1	Текущий	Контрольная	2,4	5	5 баллов - все задания выполнены	экзамен

		контроль	работа 2			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.	
4	1	Текущий контроль	Контрольная работа 3	2,4	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.	экзамен
5	1	Текущий контроль	Доклад по выбранной теме 1	2,4	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 несоответствующая теме доклада; 0 баллов - студент не подготовил доклад.	экзамен
6	1	Текущий контроль	Доклад по выбранной теме 2	2,4	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	экзамен

						<p>тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные;</p> <p>2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе;</p> <p>1 балл - представлена информация несоответствующая теме доклада;</p> <p>0 баллов - студент не подготовил доклад.</p>	
7	1	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	5	<p>5 баллов выставляется за полное и исчерпывающее ответы на все задания билета;</p> <p>4 балла - выполнены все задания, ответы содержат не принципиальные ошибки и неточности;</p> <p>3 балла - ответы даны с грубыми ошибками;</p> <p>2 балла - ответы на задания даны неверно, студент не понимает сути вопросов заданий;</p> <p>1 балл - частично выполнено одно задание из билета с грубыми ошибками;</p> <p>0 баллов - задания не выполнены.</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	В начале семестра студент получает задание и в течение семестра его выполняет В конце семестра курсовая работа, оформленная в соответствии со стандартом ЮУрГУ, сдается на кафедру для нормоконтроля. После прохождения нормоконтроля, работа сдается на проверку лектору-преподавателю для выставления оценки.	В соответствии с п. 2.7 Положения
экзамен	Прохождение контрольного мероприятия промежуточной аттестации является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в форме письменного экзамена.. Студенты получают задания, представленные в билетах. Билет состоит из двух заданий. Максимальный балл за два задания равен 5 баллам. В течение полутора-двух часов студенты излагают ответы в письменном виде на выбранные билеты, 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 экзамена студентам запрещается пользоваться мобильными телефонами, другими средствами связи, вычислительной техники и другими средствами информации и материалами.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-1	Знает: актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Базовые лекции по электронике [Текст] Т. 2 Твердотельная электроника сборник : в 2 т. Ж. И. Алферов и др. ; под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 607 с. ил. 25 см
2. 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.
3. Базовые лекции по электронике [Текст] сборник : в 2 т. Т. 1 Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника Ж. И. Алферов и др. ; под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 479 с.
4. Управление качеством электронных средств Учеб. для вузов по направлению "Проектирование и технология электрон. аппаратуры" и спец. "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств", "Конструирование и технология электрон.-вычисл. средств" О. П. Глудкин, А. И. Гуров, А. И. Коробов и др.; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Высшая школа, 1994. - 413,[1] с. ил.
5. 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

#### б) дополнительная литература:

1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и нанoeлектроника [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.
2. Лачин, В. И. Электроника [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 220200 "Автоматизация и упр." В. И. Лачин, Н. С. Савелов. - 8-е изд. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 703 с. ил.

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

1. Современная электроника.
2. Микроэлектроника.
3. Микро- и наносистемная техника.

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Березин В.М., Н.С. Забейворота Методы формирования тонкоплёночных структур. Учебное пособие. Издат. ЮУрГУ 2010 г. 96 с.



из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Березин В.М., Н.С. Забейворота Методы формирования тонкоплёночных структур. Учебное пособие. Издат. ЮУрГУ 2010 г. 96 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Физические основы твердотельной электроники и нанoeлектроники [Текст] : учеб. пособие / В. М. Березин; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=00056813">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=00056813</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Солодов, В. С. Электроника и схемотехника : учебное пособие : в 2 частях / В. С. Солодов, А. А. Маслов, А. В. Кайченoв. — Мурманск : МГТУ, 2017 — Часть 1 — 2017. — 200 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/142637">https://e.lanbook.com/book/142637</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Классическая электроника и нанoeлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных [и др.]. — 3-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 728 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/106860">https://e.lanbook.com/book/106860</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
Практические занятия и семинары	273а (3)	Напылительная система "Торр". измерительные приборы.