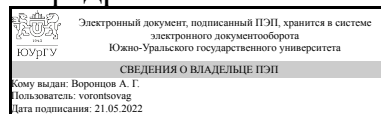


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



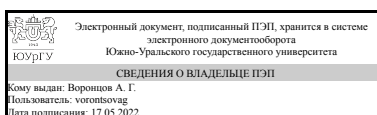
А. Г. Воронцов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.18.02 2D электроника
для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Нанoeлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

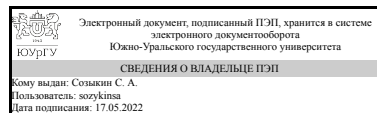
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

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



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., доцент



С. А. Созыкин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является знакомство студентов с отличительными особенностями устройств 2D электроники. Задачами дисциплины являются: 1) углубление знаний в области физики наноматериалов; 2) знакомство с методиками проведения исследований параметров компонентов устройств 2D электроники.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина содержит два раздела: 1) физика двумерных объектов; 2) создание двумерных объектов и их использование в электронной технике.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Знает: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков устройств 2D электроники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы технологий электронного приборостроения, Квантовая и оптическая электроника, Кинетические явления в наноразмерных системах	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Квантовая и оптическая электроника	Знает: физические основы квантовой электроники и развивающихся на их основе технологий и устройств работающих в оптическом диапазоне; принципы действия, характеристики, параметры и технологические особенности важнейших узлов и элементов, используемых в оптических системах Умеет: проводить расчет параметров устройств, работающих в оптическом диапазоне Имеет практический опыт:
Основы технологий электронного приборостроения	Знает: перспективные технологии электронного приборостроения Умеет: квалифицированно

	решать разнообразные технологические задачи, возникающие при производстве и эксплуатации аппаратуры, включая обеспечение долговечности и надежности устройств Имеет практический опыт:
Кинетические явления в наноразмерных системах	Знает: кинетические явления, оказывающие влияние на работу узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к контрольной и самостоятельным работам	10	10
Подготовка к докладу	11,75	11.75
Подготовка к зачету	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
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	Физика двумерных объектов	18	6	12	0
2	Создание двумерных объектов и их использование в электронной технике	18	6	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Энергетический спектр электронов и плотность состояний в низкоразмерных областях	2

2	1	Контактные явления	2
3	1	Наногетероструктуры	2
4	2	Метод химического осаждения из газовой фазы	2
5	2	Формирование наноразмерных структур с помощью проводящего зонда	2
6	2	Зондовые технологии создания элементной базы нанoeлектроники	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Теоретические аспекты формирования пленок на твердой межфазной поверхности	2
2	1	2D ван-дер-ваальсовский электрический контакт к монослою MoSi ₂ N ₄	2
3	1	Квантовый транспорт в двумерном WS ₂ с высокоэффективной инжекцией носителей через контакты из сплава индия	2
4	1	Электрический контакт между ультратонким топологическим полуметаллом Дирака и двумерным материалом	2
5	1	Двумерный материал Penta-PdPSe	2
6	1	Универсальные законы масштабирования в гетероструктурах Шоттки на основе двумерных материалов	2
7	2	История становления тонкопленочных технологий	2
8	2	Подложечные материалы	2
9	2	Кинетика роста тонких пленок	2
10	2	Снижение контактного сопротивления в двумерных электрических контактах на основе материалов с помощью инженерии шероховатости	2
11	2	Рентгеновская диагностика полупроводниковых гетероструктур	2
12	2	Задачи оптимизации наноразмерных полупроводниковых гетероструктур	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
Подготовка к контрольной и самостоятельным работам	1) Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 107 с.: стр. 20-42; 2) Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с.: стр. 147-158; 3) Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография / В. К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2014. —	8	10

	176 с.: стр. 49-166; 4) Антоненко, С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с.: стр. 6-80.		
Подготовка к докладу	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с.: стр. 5-330;	8	11,75
Подготовка к зачету	1) Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 107 с.: стр. 20-42; 2) Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с.: стр. 147-158; 3) Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография / В. К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2014. — 176 с.: стр. 49-166; 4) Антоненко, С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с.: стр. 6-80.	8	10

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Доклад на практическом занятии	3	3	3 балла: сдан конспект доклада и в ходе выступления студент продемонстрировал хорошее понимание сути обсуждаемых вопросов; 2 балла: сдан конспект доклада, но в ходе выступления студент продемонстрировал плохое понимание сути обсуждаемых вопросов; 1 балл: сдан только конспект, выступление не проводилось; 0 баллов: конспект доклада не сдан или он не в полной мере раскрывает тему.	зачет

2	8	Текущий контроль	Контрольная работа	3	15	Контрольная работа состоит из 5 вопросов, предполагающих развернутый ответ. Задания оцениваются от 0 (ответ полностью неверный) до 3 (полный правильный ответ) баллов. 1 балл выставляется за ответ, содержащий ошибочные утверждения. 2 балла выставляются за правильный, но не полный ответ.	зачет
3	8	Текущий контроль	Самостоятельная работа 1	1	3	Самостоятельная работа состоит из одного вопроса, предполагающего развернутый ответ. Ответ на задание оценивается от 0 (ответ полностью неверный) до 3 (полный правильный ответ) баллов. 1 балл выставляется за ответ, содержащий ошибочные утверждения. 2 балла выставляются за правильный, но не полный ответ.	зачет
4	8	Текущий контроль	Самостоятельная работа 2	1	3	Самостоятельная работа состоит из одного вопроса, предполагающего развернутый ответ. Ответ на задание оценивается от 0 (ответ полностью неверный) до 3 (полный правильный ответ) баллов. 1 балл выставляется за ответ, содержащий ошибочные утверждения. 2 балла выставляются за правильный, но не полный ответ.	зачет
5	8	Текущий контроль	Самостоятельная работа 3	1	3	Самостоятельная работа состоит из одного вопроса, предполагающего развернутый ответ. Ответ на задание оценивается от 0 (ответ полностью неверный) до 3 (полный правильный ответ) баллов. 1 балл выставляется за ответ, содержащий ошибочные утверждения. 2 балла выставляются за правильный, но не полный ответ.	зачет
6	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Студент в ходе собеседования получает 10 вопросов. Ответ на каждый вопрос оценивается в 1 (полный верный ответ) или в 0 (неверный или неполный ответ).	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в форме собеседования. Экзаменатор задает студенту 10 вопросов. Очередной вопрос озвучивается после получения ответа на предыдущий вопрос. Вопросы являются достаточно узкими и подразумевают ответы в 2-3 предложения. Тематика вопросов соответствует списку вопросов для подготовки к зачету.	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
ПК-3	Знает: методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков устройств 2D электроники	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методы формирования тонкопленочных структур. В.М. Березин, Н.С. Забейворота

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методы формирования тонкопленочных структур. В.М. Березин, Н.С. Забейворота

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Антоненко, С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — ISBN 978-5-7262-1036-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75918 (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3915-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152159 (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Журналы	eLIBRARY.RU	Федин, И. В. AlGaIn/GaN-диоды с барьером Шоттки на основе Ni, Mo, Hf и Ti / И. В. Федин, Е. В. Ерофеев // Электронные средства и системы управления. Материалы

			докладов Международной научно-практической конференции. – 2018. – № 1-1. – С. 50-53. https://elibrary.ru/item.asp?id=39252021
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113943 (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография / В. К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-94836-382-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73521 (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Корнев, Е. А. Микроструктурные детекторы рентгеновских информационно-измерительных систем : учебное пособие / Е. А. Корнев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 306 с. — ISBN 978-5-7410-2252-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159867 (дата обращения: 11.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	305 (16)	Персональный компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	305 (16)	Персональный компьютер, проектор