

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ - очная

Современные технологии в микроэлектронике			
Направление подготовки/специальность	16.04.01 Техническая физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Пучковые и плазменные технологии		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, дифференцированный зачёт	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	-------------------------

Заведующий НОЦ Б.П. Вейнберга	В.Кривоногов	Кривоногов В.П.
Руководитель ООП	Сиделёв	Сиделёв Д.В.
Преподаватель	Юрьева	Юрьева А.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	ПК(У)-1.У1	Умеет анализировать, планировать и проводить исследования в области пучковых и плазменных технологий, связанных с синтезом, обработкой и применением различных материалов и структур
		ПК(У)-1.31	Обладает знаниями о современном состоянии теоретических и экспериментальных работ в области пучковых и плазменных технологий, связанных с синтезом, обработкой и применением различных материалов и структур
ПК(У)-3	Готовность осваивать и применять современные физико-математические методы для решения профессиональных задач в области технической физики, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов	ПК(У)-3.В1	<i>Владеет</i> современными методами модификации поверхности материалов, создания новых материалов и структур с использованием плазмы и пучков, а также методами анализа свойств материалов и поверхностных структур
		ПК(У)-3.У1	<i>Умеет</i> проводить теоретические и экспериментальные исследования в области пучковых и плазменных технологий обработки материалов, создания новых материалов и структур составлять отчёты и практические рекомендации по использованию полученных результатов
		ПК(У)-3.31	<i>Обладает знаниями</i> о физических принципах, лежащих в основе современных технологий обработки материалов, создания новых материалов и структур, базирующихся на использовании плазмы и пучков заряженных частиц
ПК(У)-4	Способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и презентаций	ПК(У)-4.В1	Владеет навыками обработки, интерпретации и представления результатов научного исследования, приёмами публичных выступлений и ведения дискуссий
		ПК(У)-4.У1	<i>Умеет</i> применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы для представления результатов исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и презентаций
ПК(У)-8	Способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоёмкие технологии в областях технической физики, связанных с применением пучковых и плазменных технологий, с учетом экономических и экологических требований	ПК(У)-8.В1	Владеет навыками разработки и оптимизации современных наукоёмких технологий в областях технической физики, связанных с применением пучковых и плазменных технологий
		ПК(У)-8.31	Обладает знаниями о физических принципах, лежащих в основе современных радиационных и плазменных технологий модифицирования поверхностных свойств материалов и создания материалов, обладающих новыми функциональными характеристиками
ПК(У)-10	Готовность решать	ПК(У)-10.В1	<i>Владеет</i> навыками решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач в области

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
	прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ		плазменных технологий, в том числе с помощью программных продуктов
		ПК(У)-10.У1	Умеет самостоятельно разрабатывать адекватную модель технологического процесса, выполнять расчёты, в том числе используя стандартные или специально разработанные программные средства

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Рассчитывать основные элементы тонкоплёночных и полупроводниковых микросхем	ПК(У)-3 ПК(У)-8
РД-2	Составлять технологический маршрут изготовления тонкоплёночных и полупроводниковых микросхем	ПК(У)-3 ПК(У)-8
РД-3	Проектировать тонкоплёночные и полупроводниковые микросхемы	ПК(У)-1 ПК(У)-10
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, представлять отчёты и выступать с докладами по результатам исследований	ПК(У)-1 ПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные положения микроэлектроники	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел 2. Плёночные интегральные микросхемы	РД-2 РД-4	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	42
Раздел 3. Полупроводниковые интегральные микросхемы	РД-3 РД-4	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	66
Курсовой проект	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные положения микроэлектроники

В разделе рассматриваются следующие вопросы: интегральная микросхема (ИМС), классификация интегральных микросхем, чистые производственные помещения, жидкие химические и газообразные среды.

Темы лекций:

1. Интегральная микросхема, классификация интегральных микросхем

Темы практических занятий:

1. Семинар «Микроэлектроника в России», часть 1.
2. Семинар «Микроэлектроника в России», часть 2.

Названия лабораторных работ.

1. **Лабораторная работа 1.** Получение тонкоплёночного резистора на установке вакуумного напыления (часть 1).

Раздел 2. Плёночные интегральные микросхемы

Элементы тонкоплёночных интегральных микросхем (ТП ИМС). Типовые технологические процессы изготовления ТП ИМС (нанесение тонкоплёночных покрытий, литография, травление). Толстоплёночные ИМС.

Темы лекций:

1. Элементы тонкоплёночных интегральных микросхем.
2. Типовые технологические процессы изготовления ТП ИМС.
3. Расчет тонкоплёночной индуктивности.

Темы практических занятий:

1. Расчет тонкоплёночных резисторов, часть 1.
2. Расчет тонкоплёночных резисторов, часть 2.
3. Расчет тонкоплёночного конденсатора, часть 1.
4. Расчет тонкоплёночного конденсатора, часть 2.
5. Расчет тонкоплёночной индуктивности.
6. Семинар – «Техмаршрут ТП ИМС».

Названия лабораторных работ.

1. Получение тонкоплёночного резистора на установке вакуумного напыления, часть 2.
2. Получение тонкоплёночного конденсатора на ионно-плазменной установке.
3. Получение тонкоплёночной индуктивности на установке вакуумного напыления.

Раздел 3. Полупроводниковые интегральные микросхемы

Общие положения зонной теории твёрдых тел. Элементы полупроводниковых интегральных микросхем (ПП ИМС). Типовые технологические процессы изготовления ПП ИМС.

Темы лекций

1. Травление микроструктур.
2. Общие положения зонной теории твердых тел. Элементы полупроводниковых

интегральных микросхем.

3. Типовые технологические процессы изготовления ПП ИМС (часть 1).
4. Типовые технологические процессы изготовления ПП ИМС (часть 2).

Темы практических занятий

1. Форум «Основные виды травления микроструктур», часть 1.
2. Форум «Основные виды травления микроструктур», часть 2.
3. Расчёт интегральных микросхем, часть 1.
4. Расчёт интегральных микросхем, часть 2.
5. Семинар «Материалы электронной техники», часть 1.
6. Семинар «Материалы электронной техники», часть 2.
7. Семинар «Техмаршрут п/п ИМС», часть 1.
8. Семинар «Техмаршрут п/п ИМС», часть 2.

Названия лабораторных работ

1. Определение скорости травления ионным пучком на ионно-плазменной установке», часть 1.
2. Определение скорости травления ионным пучком на ионно-плазменной установке», часть 2.
3. Проведение имплантации примеси на ионно-плазменной установке, часть 1.
4. Проведение имплантации примеси на ионно-плазменной установке, часть 2.

Тематика курсовых проектов (теоретический раздел)

1. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы триггера статического.
2. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы усилителя импульсного 1.
3. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы усилителя импульсного 2.
4. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы усилителя импульсного 3.
5. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы схемы совпадения.
6. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы эмиттерный повторителя 1.
7. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы эмиттерный повторителя 2.
8. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы эмиттерный повторителя 3.
9. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы ограничителя.
10. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы инвертора.
11. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы мультивибратора ждущего 1.
12. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы мультивибратора ждущего 2.
13. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы мощного элемента с инвертором.
14. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы переключающейся схемы 1.
15. Проектирование топологии гибридной интегральной микросхемы переключающейся схемы 2.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата/ В. И. Старосельский. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). – Москва: Юрайт, 2014. – 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства "Юрайт". – Основы наук. – Электронная копия печатного издания. — Библиогр.: с. 455-457. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-09.pdf> . Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике. – Саратов: Профобразование, 2017. – 688 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html>

Дополнительная литература

1. Смирнов, Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники: / Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В.. – Москва: Лань, 2013. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=12948 . Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники [Текст]: учебник. – Москва: Лань, 2008. – 384 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=709. Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Игумнов В.Н. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 358 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271708>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Современные технологии в микроэлектронике» в среде LMS MOODLE <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=189>
2. <http://www.lib.tpu.ru/> - Научно-техническая библиотека ТПУ

3. <http://www.sciencedirect.com/>
4. <http://www.springerlink.com/>
5. Сборник программного обеспечения для студентов НИ ТПУ, режим доступа <https://vap.tpu.ru>

Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Свободно распространяемое бесплатное программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian Academic; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic.
2. Mozilla Firefox ESR, Google Chrome.

7. Требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 222	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 18 посадочных мест
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 144	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; компьютеры - 4 шт.; комплект вакуумного оборудования КВО – 1 шт.; лабораторная установка по напылению нитридных и окисных пленок – 1 шт.; ИК-термометр КМ - 1 шт.; Кварцевый измеритель толщины напылений Микрон-5В - 1 шт.; ИК-термометр Термикс - 1 шт.

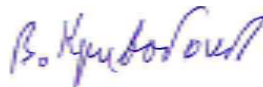
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 16.04.01 Техническая физика, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент		Юрьева А.В.

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 28.06.2019 г. № 38).

Заведующий кафедрой – руководитель
Научно-образовательного центра Б.П.
Вейнберга
на правах кафедры, д.ф.-м.н,
профессор



/Кривобоков В.П./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол от 25.06.2020 г. № 42