

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от « 5 » июня 2018 г. № 7

Зав. кафедрой



/ Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ



\_\_\_\_\_/Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина ОСНОВЫ ПЛЕНОЧНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

(наименование дисциплины)

вариативная часть, дисциплина по выбору Б1.В.1.ДВ.05.01

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и устройства

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н., ст. преп.

(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Салихов Т.Р.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель / составители: к.ф.-м.н., ст. преп. Салихов Т.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол от « 5 » июня 2018 г. № 7

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение 1	5  15-21
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости) Приложение 2	12  22
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

общепрофессиональными компетенциями

**ОПК-7** - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

профессиональными компетенциями

**ПК-2** – способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	ОПК-7	
	2. Знать методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-2	
Умения	1. Уметь учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.	ОПК-7	
	2. Уметь пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть и быть в курсе всех современных тенденций в развитии электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.	ОПК-7	
	2. Владеть эффективными методиками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-2	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы пленочной электроники» входит в вариативную часть, дисциплины по выбору «Б1.В.1.ДВ.05.01» ФГОС по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Целью изучения дисциплины является:

- приобретение знаний по принципам построения, функциональных возможностей, изготовления и использования пленочной электроники в аппаратуре различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники;
- ознакомление с конструкциями и технологиями устройств и приборов, выполненных с применением технологий пленочной электроники.

Знания и умения, полученные в результате освоения курса «Основы пленочной электроники» позволяют понимать основные задачи, принципы и направления развития современной пленочной электроники; являются одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному профилю.

Дисциплина «Основы пленочной электроники» - одна из дисциплин профиля, непосредственно формирующих умения проводить самостоятельные научные исследования.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с физикой электрических и магнитных явлений, вакуумной и плазменной электроникой, электроникой – аналоговой и цифровой. Изучение дисциплины «Основы пленочной электроники» использует материал дисциплин «Электротехника и электроника», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материалы и элементы электронной техники».

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Согласно ОП подготовки бакалавров по направления 11.03.04\_ «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» и рабочему учебному плану (РУП) по дисциплине «Основы пленочной электроники» отводится:

общий объем часов по дисциплине 144 (всего 4 ЗЕТ);  
в том числе аудиторных часов 64  
контактных часов 65,2

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице

Виды учебной работы	Количество часов по семестрам	
	Общий объем по РУП 144	№ семестра 6
Аудиторные занятия	64	64
Лекции	32	32
Лабораторные занятия	32	32
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа студентов	44	44
ФКР	1,2	1,2
Виды контроля	Экзамен	Экзамен

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ОПК-7** - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно») 0-44 баллов	3 («Удовлетворительно») 45-59 баллов	4 («Хорошо») 60-79 баллов	5 («Отлично») 80-100 баллов
Первый этап (уровень)	Знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Не знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Имеет частичные знания о современных тенденциях развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, но допускает небольшие ошибки	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий
Второй этап (уровень)	Уметь пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	Не умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники,	Умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники, частично.	Умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. но иногда ошибается.	Умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.
Третий этап (уровень)	Владеть и быть в курсе всех современных тенденций в развитии электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.	Не владеет современными знаниями и тенденциями в развитии электроники	Слабо владеет современными знаниями и тенденциями в развитии электроники	Владеет, но не в курсе всех современных тенденций в развитии электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.	Владеет и в курсе всех современных тенденций в развитии электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.

**ПК-2** – способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно») 0-44 баллов	3 («Удовлетворительно») 45-59 баллов	4 («Хорошо») 60-79 баллов	5 («Отлично») 80-100 баллов
Первый этап (уровень)	Знать методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	Не знает технологии получения пленок и их практическое применение	Имеет частичные знания о технологии получения пленок и их практическом применении	Знает не в полном объеме методику экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники.	Знает методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.
Второй этап (уровень)	Уметь пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	Не умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Умеет частично пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники	Умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники, но допускает небольшие ошибки.	Умеет пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники и различного функционального назначения.
Третий этап (уровень)	Владеть эффективными методиками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	Не владеет методиками экспериментального исследования	Частично владеет методиками экспериментального исследования.	Владеет не в полном объеме эффективными методиками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, допускает ошибки.	Владеет в полном объеме эффективными методиками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники и различного функционального назначения

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

Распределение баллов рейтинговой оценки между видами контроля устанавливается в следующем соотношении:

Форма промежуточной аттестации	Количество баллов			
	Текущий контроль	Рубежный контроль	Итоговый контроль	Сумма баллов
Экзамен	40	30	30	100

Шкала оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	ОПК-7	Письменные контрольные работы  Устный опрос
	2. Знать методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-2	
2-й этап Умения	1. Уметь учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.	ОПК-7	Лабораторные занятия: отчеты и сдача теории
	2. Уметь пользоваться приборами, устройствами, установками электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-2	
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть и быть в курсе всех современных тенденций в развитии электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.	ОПК-7	Экзамен
	2. Владеть эффективными методиками	ПК-2	



	экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.		
--	---	--	--

### *Критерии оценки итогового контроля.*

#### **Экзамен.**

Экзамен проводится устно по экзаменационным билетам, который включает 2 теоретических вопроса.

#### **Вопросы к экзамену 6 семестр**

1. Вакуумные системы, основные сведения (вакуум, средняя длина свободного пробега, степени вакуума). Механические форвакуумные и двухроторные насосы.
2. Диффузионные паромасляные насосы. Турбомолекулярные насосы. Магниторазрядные насосы. Приборы измерения вакуума (термопарные, ионизационные).
3. Термическое испарение в вакууме (вакуумные напылительные установки, формирование молекулярного потока, испарение вещества, скорость конденсации, механизм испарения соединений и сплавов, степень загрязнения пленок при конденсации).
4. Способы испарения (испарители с непосредственным, косвенным нагревом, электронные испарители, взрывное испарение, метод одновременного испарения из двух испарителей).
5. Лазерная абляция (воздействие импульсного лазерного излучения на вещество, схема и основные принципы лазерной абляции, получение и характеристики аблированных наночастиц).
6. Конструкции низкоэнергетичных ионных источников (ионный источник Кауфмана, торцевой-Холловский ионный источник, микроволновый ионный источник, ионный источник с плазменным катодом, источники отрицательных ионов).
7. Нанесение покрытий с использованием процесса распыления (общая характеристика процесса, распыление ионным пучком, планарное диодное и триодное распыление, магнетронное распыление). Метод ионного осаждения.
8. Газофазные методы осаждения пленок. Методы нанесения покрытий ассистированным плазмой химическим газофазным осаждением (углеводородная плазма тлеющего разряда с импульсным током, источник плазмы с полым катодом, ВЧ разряд емкостного типа с диодной и коаксиальной конфигурацией электродов, протяженный ионный источник с замкнутым дрейфом электронов).
9. Молекулярно-лучевая эпитаксия (аппаратура МЛЭ, механизмы эпитаксиального роста тонких пленок, три основных типа роста тонких эпитаксиальных пленок).
10. Технология нанесения покрытия методом центрифугирования (ключевые этапы нанесения покрытия, основы и тонкости жидкостного потока, недостатки метода центрифугирования: «кометы», полосы, следы вакуумного прижима, чувствительность к окружающей среде, краевые эффекты подложки, приборы для нанесения покрытий методом центрифугирования).
11. Конструирование и расчет тонкопленочных резисторов (ТПР) (конструктивно-технологические особенности ТПР, расчёт тонкоплёночных резисторов прямоугольной формы, расчет ТПР вероятностным методом).
12. Конструирование и расчет тонкопленочных резисторов (ТПР) (расчет ТПР методом максимум-минимум, учет сопротивления контактных переходов, оценка частотных свойств плёночных резисторов, проектирование резисторов сложной формы, конструирование и расчет подгоняемых пленочных резисторов).

13. Тонкопленочные конденсаторы (Параметры тонкопленочных конденсаторов, диэлектрические материалы, выбор материала обкладок). Тонкопленочные индуктивности. Проводники и контактные площадки.
14. Сенсоры (классификация сенсоров: назначение, вид преобразования, характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность). Терморезистивные сенсоры (терморезистивные сенсоры из платины и никеля, кремниевые сенсоры). Термоэлектрические сенсоры (эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона; термопары, болометры).
15. Сенсоры (классификация сенсоров: назначение, вид преобразования, характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность). Датчики магнитного поля на эффекте Холла. Электрохимические сенсоры. Термокаталитические сенсоры. Адсорбционные преобразователи.
16. Сенсоры. Датчики состава жидкостей и газов. Датчики влажности (емкостные). Сенсорные элементы на основе наноматериалов (сенсоры, газоанализаторы на основе углеродных нанотрубок).
17. Солнечное излучение. Характеристики солнечных элементов (ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, коэффициент заполнения, КПД). Типы солнечных элементов (монокристаллические, поликристаллические, аморфные).
18. Характеристики солнечных элементов (ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, коэффициент заполнения, КПД). Полимерные солнечные элементы (механизм фотогенерации свободных носителей заряда в таких структурах, структуры типичных солнечных элементов (двухслойный, на основе объемного гетероперехода)).
19. Органические светодиоды (OLED) (типы OLED устройств). Светоизлучающие устройства на основе органических полевых транзисторов (комбинация органического транзистора и OLED, амбиполярный OLET, униполярный OLET).
20. Органические светодиоды (OLED) (типы OLED устройств). OLED с пассивной матрицей, OLED с активной матрицей, комбинированные OLED-LC дисплеи. Двойственные OLED-OSC преобразователи.

**Образец экзаменационного билета:**

**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Физико-технический институт**

Экзамен по дисциплине:

**Основы пленочной электроники**

**Экзаменационный билет № 1**

1. Вакуумные системы, основные сведения (вакуум, средняя длина свободного пробега, степени вакуума). Механические форвакуумные и двухроторные насосы.
2. Конструирование и расчет тонкопленочных резисторов (ТПР) (конструктивно-технологические особенности ТПР, расчёт тонкопленочных резисторов прямоугольной формы, расчет ТПР вероятностным методом).

Зав. кафедрой инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники

Салихов Р.Б.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

### **Критерии оценивания ответа на экзамене (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание по основам пленочной электроники, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако допустил неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов, терминологий. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала.

Студент затрудняется ответить на некоторые дополнительные вопросы.

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов терминологий или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

***Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний.***

### **Письменная контрольная работа**

Письменная контрольная работа оценивается в 15 баллов, проводится по каждому модулю, студент готовится и пишет ответ на один их вопросов, которые представлены выше (экзаменационные вопросы):

- модуль 1 (вопросы 1 – 10),
- модуль 2 (вопросы 11 - 20)

### **Критерии оценивания:**

- 15 баллов – тема полностью раскрыта;
- 10 баллов – тема частично раскрыта, есть недочеты;
- 5 баллов – вопрос раскрыт слабо, много неточностей и недочетов;
- 0 баллов – ответа нет.

### **Лабораторные работы:**

1. Вакуумное термическое распыление. Напыление пленки алюминия.
2. Метод центрифугирования. Нанесение тонких пленок полимера из раствора на подложку. Исследование зависимости проводимости тонких пленок от температуры.
3. Вакуумное термическое распыление полимерных порошков из ячейки Кнудсена.
4. Исследование тонких полимерных пленок на наличие сенсорных свойств.

**Оценивание лабораторных работ проводится согласно рейтинг-плану по 10 бальной системе:**

- 2 балла – за выполнение работы
- 3 балла – за сдачу отчета
- 5 баллов – за сдачу теории.

#### **4.3 Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### *Основная литература:*

1. Кривобоков, В.П. Плазменные покрытия (свойства и применение) [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьев. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2008. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10268>. — Загл. с экрана.
2. Антоненко, С.В. Технология тонких пленок [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Антоненко. — Электрон. дан. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75918>. — Загл. с экрана.
3. Гатчин Ю.А. Введение в микроэлектронику [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Гатчин [и др.]. Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. — 114 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40882>. — Загл. с экрана.

##### *Дополнительная литература:*

4. Рабинович, О.И. Основы технологии электронной компонентной базы. Методы контроля характеристик материалов в технологических процессах получения тонкопленочных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.И. Рабинович, Д.Г. Крутогин. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2013. — 42 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47468>. — Загл. с экрана.
5. Берлин, Е.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс]: справочное пособие / Е.В. Берлин, Л.А. Сейдман. — Электрон. дан. — Москва: Техносфера, 2014. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73531>. — Загл. с экрана.
6. Лозовский, В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113943>. — Загл. с экрана.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

№	Учебные и научные ресурсы	Характеристика	Доступ	Регистрация	Ссылка на ресурс
<b>Учебные ресурсы</b>					
1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Основы пленочной электроники	<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория №415 (физико-технический корпус учебное).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий</b></p>	<p><b>Аудитория 415</b> Доска, учебная мебель, проектор</p> <p><b>Лаборатория органической электроники 111(а)</b> Учебная мебель, ванна ультразвуковая Elmasonic ONE, весы VIC-120d3(120г, 1мг, внеш. калибровка, гиря в компл) ACCULAB, измеритель сопротивления изоляции</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от</p>

	<p><b>лабораторного типа: лаборатория органической электроники №111(а)</b> (физико-технический корпус учебное).</p> <p><b>3. учебная аудитория для консультирования и промежуточной аттестации:</b> аудитория 415 (физико-математический корпус учебное)</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы</b> Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж): Зал доступа к электронной информации Библиотеки</p> <p><b>5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> Лаборатория по техническому обеспечению учебного процесса, к.605 г</p>	<p>АКИП-860, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19”, пост вакуумный ВУП-5, симулятор солнечного излучения, центрифуга СМ 6М (ELVI), шкаф вытяжной 1000 ШВ-1КГО «Квадро» (985*700*2100) керамогранит, б/водоснаб., ор, экран настенный Classic на штативе возм. настенного кр.</p> <p><b>Читальный зал</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50, ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест – 8</p> <p><b>Лаборатория 605 г</b> Станок токарный ТВ-16; Станок сверлильный НС-Ш; Осциллограф С1-67; Паяльная аппаратура; Весы аналитические Labof; Весы лабораторные; Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д) Набор инструментов для ремонта оборудования.</p>	<p>12.11.2014 г. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p>
--	--	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Основы пленочной электроники на 6 семестр

(наименование дисциплины)

очная

\_\_\_\_\_

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 /144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65,2
лекций	32
практических/ семинарских	-
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	44
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Форма контроля:

экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/С ЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1 Пленочные технологии</b>							
1.	Вакуумные системы, основные сведения (вакуум, средняя длина свободного пробега, степени вакуума). Механические форвакуумные и двухроторные насосы. Диффузионные паромасляные насосы. Турбомолекулярные насосы. Магниторазрядные насосы. Приборы измерения вакуума (термопарные, ионизационные).	4			2	[1]: § 1 [4]: Лаб. работы 1-3	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	
2.	Термическое испарение в вакууме (вакуумные напылительные установки, формирование молекулярного потока, испарение вещества, скорость конденсации, механизм испарения соединений и сплавов, степень загрязнения пленок при конденсации). Способы испарения (испарители с непосредственным, косвенным нагревом, электронные испарители, взрывное испарение, метод одновременного испарения из двух испарителей).	4			2	[2]: § 3.1 [3]: § 9.1.1		



3.	<p>Лазерная абляция (воздействие импульсного лазерного излучения на вещество, схема и основные принципы лазерной абляции, получение и характеристики аблированных наночастиц).</p> <p>Конструкции низкоэнергетичных ионных источников (ионный источник Кауфмана, торцевой-Холловский ионный источник, микроволновый ионный источник, ионный источник с плазменным катодом, источники отрицательных ионов).</p>	2			2	[2]: § 3.3, § 3.7 [3]: § 9.1.2	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос
4.	Нанесение покрытий с использованием процесса распыления (общая характеристика процесса, распыление ионным пучком, планарное диодное и триодное распыление, магнетронное распыление). Метод ионного осаждения.	2			2	[1]: § 3.2-3.6 [2]: § 3.4.1- 3.4.2 [4]: гл.5		
5.	Лабораторная работа № 1 Вакуумное термическое распыление. Напыление пленки алюминия.			8	8	[4]: Лаб. работы 1-3	[6]: § 3.1.- 3.2	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
6.	Лабораторная работа № 3 Вакуумное термическое распыление полимерных порошков из ячейки Кнудсена.			8	8	[4]: Лаб. работы 1-3	[6]: § 3.1.- 3.2	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
7.	Газофазные методы осаждения пленок. Методы нанесения покрытий ассистированным плазмой химическим газофазным осаждением (углеводородная плазма тлеющего разряда с импульсным током, источник плазмы с полым катодом, ВЧ разряд емкостного типа с диодной и коаксиальной конфигурацией	4				[1]: § 3.1-3.5 [2]: § 3.5-3.6		

	электродов, протяженный ионный источник с замкнутым дрейфом электронов).							
8.	Молекулярно-лучевая эпитаксия (аппаратура МЛЭ, механизмы эпитаксиального роста тонких пленок, три основных типа роста тонких эпитаксиальных пленок). Технология нанесения покрытия методом центрифугирования (ключевые этапы нанесения покрытия, основы и тонкости жидкостного потока, недостатки метода центрифугирования: «кометы», полосы, следы вакуумного прижима, чувствительность к окружающей среде, краевые эффекты подложки, приборы для нанесения покрытий методом центрифугирования).	4			2	[1]: § 3.1-3.5 [3]: § 9.1.5, 9.1.7	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Устный опрос.
9.	Лабораторная работа №2 Метод центрифугирования. Нанесение тонких пленок полимера из раствора на подложку. Исследование зависимости проводимости тонких пленок от температуры.			8	8	[4]: Лаб. работы 1-3	[1]: § 3.1-3.5 [3]: § 9.1.7	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
10.	Письменная контрольная работа по модулю 1	1			6		Домашняя проработка лекций и изучение литературы. Подготовка к контрольной работе.	Письменная контрольная работа
11.	<b>Модуль 2 Практическое использование наноструктур</b>							
12.	<b>Тонкопленочные резисторы</b> Конструирование и расчет (ТПР) - конструктивно-технологические особенности - расчёт тонкопленочных резисторов	2				[2]: гл. 2 [6]: часть 3		

	<p>прямоугольной формы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет ТПР вероятностным методом</li> <li>- расчет ТПР методом максимум-минимум</li> <li>- учет сопротивления контактных переходов</li> <li>- оценка частотных свойств пленочных резисторов</li> <li>- проектирование резисторов сложной формы</li> <li>- конструирование и расчет подгоняемых пленочных резисторов.</li> </ul>							
13.	<p><b>Тонкопленочные конденсаторы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- параметры тонкопленочных конденсаторов</li> <li>- диэлектрические материалы</li> <li>- выбор материала обкладок.</li> </ul> <p><b>Тонкопленочные индуктивности.</b> Проводники и контактные площадки.</p>	2			2	[2]: гл. 2		
14.	<p><b>Сенсоры</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация сенсоров: назначение, вид преобразования</li> <li>- характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность.</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Терморезистивные сенсоры (терморезистивные сенсоры из платины и никеля, кремниевые сенсоры).</li> <li>2. Термоэлектрические сенсоры (эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона; термопары, болометры).</li> <li>3. Датчики магнитного поля на эффекте Холла.</li> <li>4. Электрохимические сенсоры.</li> <li>5. Термокаталитические сенсоры.</li> </ol>	2			2	[5]: гл.1		

15.	Лабораторная работа № 4 Исследование тонких полимерных пленок на наличие сенсорных свойств.			8	6		[5]: гл.1	Отчет, устный ответ на контрольные вопросы
16.	Адсорбционные преобразователи. Датчики состава жидкостей и газов. Датчики влажности (емкостные). Сенсорные элементы на основе наноматериалов (сенсоры, газоанализаторы на основе углеродных нанотрубок).	2					[5]: гл. 2	
17.	<b>Солнечные элементы</b> Солнечное излучение. Характеристики солнечных элементов (ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, коэффициент заполнения, КПД). Типы солнечных элементов (монокристаллические, поликристаллические, аморфные). Полимерные солнечные элементы (механизм фотогенерации свободных носителей заряда в таких структурах, структуры типичных солнечных элементов (двухслойный, на основе объемного гетероперехода).	2			8		[2]: § 3.9, 4.5	

18.	<b>Органические светодиоды (OLED)</b> (типы OLED устройств). Светоизлучающие устройства на основе органических полевых транзисторов (комбинация органического транзистора и OLED, амбиполярный OLET, униполярный OLET). Органические светодиоды (OLED) (типы OLED устройств). OLED с пассивной матрицей, OLED с активной матрицей, комбинированные OLED-LC дисплеи. Двойственные OLED-OSC преобразователи.	2				[2]: § 3.9, 4.5		
19.	Письменная контрольная работа по модулю 2	1			6		Домашняя проработка лекций и изучение литературы. Подготовка к контрольной работе.	Письменная контрольная работа
		32		32	44			

**Рейтинг-план дисциплины**  
**«Основы пленочной электроники»**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Курс 3 семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Пленочные технологии</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Лабораторные работы	10	3	0	30
<b>Рубежный контроль</b>				
Письменная контрольная работа	15	1	0	15
<b>Модуль 2 Практическое использование наноструктур</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Лабораторная работа	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Письменная контрольная работа	15	1	0	15
<b>Поощрительные баллы:</b> 1) за СРС 2) за презентацию			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен 45 баллов – удовлетворительно 60 баллов – хорошо 80 баллов - отлично				30
<b>Всего</b>				<b>110</b>