

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Актуальные проблемы современной нанотехнологии**

: 28.04.01

: 1, : 1

		<b>1</b>
<b>1</b>	( )	4
<b>2</b>		144
<b>3</b>	, .	65
<b>4</b>	, .	18
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	0
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	9
<b>10</b>	, .	79
<b>11</b>	( , , )	.
<b>12</b>		

( ): 28.04.01

990 09.09.2015 ., : 05.10.2015 .

: 1,

( ): 28.04.01

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

. . . ., . - . . . . .

:

. . . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; в части следующих результатов обучения:</b>	
6.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.1 готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
3.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.4 готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
3.	
4.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	

# 2.

2.1

--	--

<b>.1. 6</b>	
1. О современном уровне развития различных областей электроники.	; ;
2. Об основных направлениях применения изделий микроэлектроники.	; ;
3. О этапах разработки и изготовления интегральных схем.	; ;
4. Тенденции развития и взаимосвязь различных направлений электроники.	; ;
5. Экономические законы развития современных направлений электроники.	; ;
6. Перспективы развития различных направлений микро и наноэлектроники, силовой электроники	; ;

7.Проводить анализ динамики развития своей отрасли науки.	
8.проводить техническую экспертизу перспектив развития различных отраслей электроники	;
9.Проводить технико-экономический анализ перспектив развития различных отраслей электроники	;
10.Методами анализа техникоэкономичесчкого анализа перспективности различных направлений развития микро- и нанoeлектроники	;
11.Современные методы и производства ИС.	;
<b>.1. 1</b>	,
12.О перспективах и тенденциях развития электроники.	;
<b>.1. 3</b>	
13.О существующих принципах создания электронных приборов	;
<b>.2. 1</b>	
14.уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	;
<b>.4. 1</b>	
15.уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	;
<b>.4. 2</b>	
16.уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	;
<b>.4. 3</b>	,
17.иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах	;
<b>.4. 4</b>	
18.уметь делать доклады на заданную научную тему	;
<b>.5. 1</b>	,
19.уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	;
<b>.5. 2</b>	
20.иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	;

### 3.

3.1

	,	.		
<b>: 1</b>				
	:			

1.	0	6	1, 11, 13, 16, 18, 19, 2	
2.	0	4	1, 10, 12, 13, 15, 19, 20, 3, 4, 5, 9	
:				
3.	0	4	13, 14, 17, 3, 6, 7, 8	
4.	0	4	13, 3	

3.2

:				
<b>: 1</b>				
:				
1.	0	8	1, 11, 3, 5	
:				
2.	0	8	1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 20	
3.	0	6	10, 11, 14, 15, 16, 19, 3, 4, 9	
:				
4.	0	6	11, 12, 13, 3, 6	
5.	0	8	11, 4, 8, 9	

4.

:				
<b>: 1</b>				
1		1, 10, 11, 9	5	0
<p> : . . . . . : - : - / . . . . .  , . . . . . ; . . . . . - - - - - , 2012. - 27, [1] . : .. -  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a> </p>				
2		11, 12, 2, 4	0	0

: . . . - : - / . . . ; . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a>				
3		1	74	0
: . . . - : - / . . . ; . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a>				
4		2, 4	0	9
: . . . - : - / . . . ; . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a>				

5.

, ( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail;
	;
	e-mail; ;

6.

( ), - 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 1</b>		
<b>Подготовка к занятиям:</b>	30	60
" . . . - : - / . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a> "		
<b>Контрольные работы:</b>	10	20
" . . . - : - / . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a> "		
<b>Зачет:</b>	10	20
( ) " . . . - : - / . . . ; . . . - - - - , 2012. - 27, [1] .: .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091</a> "		

		.	
<b>.1</b>	6.	+	+
<b>.2</b>	1.	+	+
<b>.4</b>	1.	+	+
<b>.5</b>	1. , ,	+	+
<b>.1</b>	1. , , ,	+	+
	3.	+	+
<b>.4</b>	2.	+	+
	3. ,	+	+
	4.	+	+
<b>.5</b>	2.	+	+

1

## 7.

1. Кузнецов Н. Т. Основы нанотехнологии / Н. Т. Кузнецов. - Москва, 2014
  2. Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие [для вузов по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника"] / В. И. Старосельский. - М., 2011. - 463 с. : ил., табл.
  3. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.
- 
1. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры : [монография] / под ред. Л. Ченга и К. Плога ; пер. с англ. Ж. И. Алферева и Ю. В. Шмарцева. - М., 1989. - 582 с. : ил.
  2. Красников Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов. В 2 ч. Ч. 2 / Г. Я. Красников. - М., 2004. - 535 с. : ил.
  3. Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и технические применения. Т. 3 / под общ. ред. Г. Хасса, Р. Э. Туна ; пер. с англ. под ред. В. Б. Сандомирского. - М., 1968. - 331 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

## 8.

### 8.1

1. Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 27, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000171091](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091)

### 8.2

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

## 9.

1		, ,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Актуальные проблемы современной нанотехнологии**

Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника,  
магистерская программа: Материалы микро- и наносистемной техники

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Актуальные проблемы современной нанотехнологии** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	зб. знать передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области нанотехнологии и микросистемной техники	Динамика развития микроэлектроники и ВТ Закон Мура. Принцип масштабирования. Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники. Процессы эпитаксии, как основной метод получения наноструктур Электронно- и ионно-лучевые технологии. Микроволновые технологические и системы. Эпитаксия: молекулярно-лучевая, МОС гидридная,, газофазная.	Контрольные работы, разделы Закон Мура.	Зачет, вопросы 1,2
ОПК.2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	у1. уметь использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы Динамика развития микроэлектроники ..	Зачет, вопросы 1, 2, 4.
ОПК.4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	у1. уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы...	Зачет, вопросы...
ОПК.5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	у1. уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Принцип масштабирования. .	Контрольные работы, разделы Принцип масштабирования.	Зачет, вопросы 2
ПК.1/НИ готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области	з1. знать основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии и	Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники. Процессы эпитаксии, как основной	Контрольные работы, разделы Процессы эпитаксии, как основной метод получения наноструктур	Зачет, вопросы 5-7.

нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	микросистемной техники, а также смежных областей науки и техники	метод получения наноструктур		
ПК.1/НИ	у3. владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными и подходами в передовых направлениях нанотехнологии и микросистемной техники	Динамика развития микроэлектроники и ВТ Закон Мура. Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники. Процессы эпитаксии, как основной метод получения наноструктур Электронно- и ионно-лучевые технологии. Микроволновые технологические и системы. Эпитаксия: молекулярно-лучевая, МОС гидридная,, газофазная.	Контрольные работы, разделы Электронно- и ионно-лучевые технологии. Микроволновые технологические и системы.	Зачет, вопросы.6, 13-15
ПК.4/НИ готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований	у2. уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники	Динамика развития микроэлектроники и ВТ Закон Мура. Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы...	Зачет, вопросы. 3,4,6,8-10
ПК.4/НИ	у3. иметь опыт работы с периодической научной литературой, дискуссий на заданную тему и выступлений на научных семинарах	Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы оптоэлектроника,	Зачет, вопросы 8-10
ПК.4/НИ	у4. уметь делать доклады на заданную научную тему	Динамика развития микроэлектроники и ВТ Закон Мура. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы...	Зачет, вопросы 8-11, 14-16
ПК.5/НИ готовность оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	з2. иметь представление о патентных и литературных источниках по разрабатываемой теме	Принцип масштабирования. Проведение анализа развития различных направлений электроники:, оптоэлектроники, силовой электроники.	Контрольные работы, разделы Проведение анализа развития различных направлений электроники	Зачет, вопросы.11-15

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.4, ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/НИ.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). *или*

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

**Зачет проводится в устной форме по вопросам приведенным в паспорте зачета. Студентам предлагаются билеты, содержащие 2 вопроса.**

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.4, ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

## Паспорт зачета

по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», 1 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

---

Вопрос 1. Анализ тенденций развития микроэлектроники. Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.

Вопрос 2. Квантовая электроника. Полупроводниковые инжекционные лазеры

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *15-17 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *18-20 баллов*.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных). В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»**

1. Анализ тенденций развития микроэлектроники Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.
2. Принцип масштабирования.
3. Технологические ограничения развития микроэлектроники. Электронная и проекционная литография.
4. Нанотехнологии. Сканирующая туннельная микроскопия.
5. Сканирующая атомно-силовая микроскопия.
6. Экстремальная электроника. КНИ Структуры Технология и свойства КНИ структур
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
8. Оптоэлектроника. Фотоприемники. Основные параметры.
9. Приборы ночного видения
10. Оптоэлектроника. Излучатели света.
11. Полупроводниковые инжекционные лазеры.
12. Приборы, использующие эффект размерного квантования. Нанопотоника.
13. Электронно- и ионно-лучевые технологии.
14. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение.
15. Возобновляемые источники энергии. Методы освоения
16. Датчики. Сенсоры.

## **Паспорт контрольной работы**

по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», 1 семестр

### **1. Методика оценки**

Контрольная работа проводится по темам:

- Динамика развития микроэлектроники и ВТ. Закон Мура.
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Экстремальная электроника КНИ структуры
- Электронно- и ионно-лучевые технологии
- Силовая электроника как основа ресурсо- и энергосберегающих технологий
- МЕМС

включает 3 задания. Выполняется письменно.

### **2. Критерии оценки**

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается невыполненной, если оценка составляет менее 10 баллов.

Работа выполнена на пороговом уровне, если оценка составляет 10-14 баллов.

Работа выполнена на базовом уровне, если оценка составляет 15-17 баллов.

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если оценка составляет 18-20 баллов.

### **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Пример варианта контрольной работы**

Экстремальная электроника КНИ структуры. Методы полной диэлектрической изоляции

1. КНС структуры,

2. Структуры Simox,

3 SMART CUT,

Сравнительный анализ этих технологий. Достоинства и недостатки.