

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

: 28.03.01

: 4, : 7

		7
1	()	4
2		144
3	, .	83
4	, .	36
5	, .	18
6	, .	18
7	, .	16
8	, .	2
9	, .	9
10	, .	61
11	(, ,)	.
12		

(): 28.03.01

177 06.03.2015 ., : 31.03.2015 .

: 1,

(): 28.03.01

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

. . . ., . -

:

. . . .

8.оценивать достоверность результатов исследований	;
9.Измерения параметров полупроводников методом атомно-силовой и туннельной микро-скопии,	;

3.

3.1

	,	.		
:7				
:				
1.:	0	2		
2.	0	2		
3.	0	2		
:				
4.	0	2		
5.	0	4		
: / .				
6.	0	2		
(-) (100) (111)				
7..	0	2		
(-LEED). (-RHEED)				
:				
8.	0	2		
9.	0	4		
:				
10.	0	2		
11.	0	2		
:				

12.	0	2	6	
13.	0	2		
14.	0	2		
:				
15.	0	2		
16.	0	2		

3.2

	,			
:7				
:				
1.	4	4	2, 3, 4	
5.	0	0	2	
: / .				
2.	4	4	2, 3, 6, 7	
:				
3.	2	4	2, 5	
4.	0	6	2, 5	

3.3

	,			
:7				
:				
1.	2	3	1, 5	

5.		0	2	3, 5, 8	
:					
2.	/	4	4	2, 3, 8, 9	/
:					
3.		0	4	1, 4, 5, 9	/
:					
4.		0	5	4, 5, 6, 7	,

4.

: 7				
1		5, 6	10	0
<p>: 210104 - " "/ , 2010. - 30, [2] .: .. - ; [.: . . , . . .] . - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / . . . ; - . - , 2013. - 105, [1] .: .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>				
2		7, 8, 9	14	4
<p>: 210104 - " "/ , 2010. - 30, [2] .: .. - ; [.: . . , . . .] . - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / . . . ; - . - , 2013. - 105, [1] .: .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>				
3		1, 2	0	0

<p>210104 - "/ - ; [. . . . ,] . - , 2010. - 30, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / ; - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			
4		2, 3, 4	9 0
<p>210104 - " "/ - ; [. . . . ,] . - , 2010. - 30, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / ; - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			
5		4, 5	10 0
<p>: - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			
6		2, 3	7 0
<p>210104 - " "/ - ; [. . . . ,] . - , 2010. - 30, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / ; - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			
7		7, 8	0 0
<p>210104 - " "/ - ; [. . . . ,] . - , 2010. - 30, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / ; - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			
8		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	11 5
<p>210104 - " "/ - ; [. . . . ,] . - , 2010. - 30, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179 : / ; - - , 2013. - 105, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741</p>			

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail
	;

6.

(),

15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 7		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
" , 2013. - 105, [1] . : . - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741"		
<i>РГЗ:</i>	10	20
" 210104 - " : "/ ; [.] . - , 2010. - 30, [2] . : . - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179"		
<i>Экзамен:</i>	20	40
" () , 2013. - 105, [1] . : . - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741"		

6.2

6.2

.2	10.	,	+	+
	12.	,		+
	1.	-		+
	10.	,		+

	6.	-			+
--	----	---	--	--	---

1

7.

1. Зебрев Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : учебное пособие / Г. И. Зебрев. - М., 2011. - 240 с. : ил., схемы
2. Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 131, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062
3. Кузнецов Н. Т. Основы нанотехнологии / Н. Т. Кузнецов. - Москва, 2014
4. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 225, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144

1. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072

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. Илюшин В. А. Физикохимия наноструктурированных материалов : учебное пособие / В. А. Илюшин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 105, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741
2. Методы исследования материалов и структур : методические указания для выполнения лабораторных работ заочного отделения РЭФ по специальности 210104 - "Микроэлектроника и твердотельная электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Р. П. Дикарева, Т. С. Романова]. - Новосибирск, 2010. - 30, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149179
3. Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : 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

8.2

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. -

1	NanoEducator-4	

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

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Микросистемная техника

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем 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)
ПК.2/НИ готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	з10. Знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин	Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии. Исследование поверхности методом растровой электронной микроскопии. Исследование состава образцов методом рентгеновского микроанализа. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Погрешности методов. По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки. Определить вид и характер структурных дефектов. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца. Расчет параметров п/п по экспериментальным зависимостям туннельных токов Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфордского рассеяния. Определение структурного совершенства п/п по данным каналирования.	Контрольные работы РГЗ	Экзамен. Вопросы 3,9
ПК.2/НИ	з12. Знать основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, устройств и приборов на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование	Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ. Исследование поверхности методом растровой электронной микроскопии. Исследование состава образцов методом рентгеновского микроанализа. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект	Практические занятия	Экзамен. Вопросы 4-9

		Холла). Погрешности методов. По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки. Определить вид и характер структурных дефектов. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца. Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфордского рассеяния. Определение структурного совершенства п/п по данным каналирования.		
ПК.2/НИ	у1. Уметь применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Фотоэлектронная спектроскопия. Рентгеновская . Ультрафиолетовая. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки. Определить вид и характер структурных дефектов. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца.	Практические занятия. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца. Презентации.	Экзамен. Вопросы 6-12
ПК.2/НИ	уб. Владеть методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ. Расчет параметров п/п по экспериментальным зависимостям туннельных токов Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфордского рассеяния. Определение структурного совершенства п/п по данным каналирования.	Семинары. токов Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфордского рассеяния. Определение структурного совершенства п/п по данным каналирования.	Экзамен. Вопросы 13 -16.
ПК.2/НИ	у10. Уметь применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации	Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки. Определить вид и характер структурных дефектов. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца.	РГЗ	Экзамен. Вопросы 2, 9, 11-15

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИ.

Экзамен проводится по билетам в устной форме. Вопросы приведены в паспорте экзамена. Билеты приведены в ККМ.

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

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила

оценки сформулированы в паспорте РГЗ, 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 компетенции ПК.2/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 экзамена

по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен 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 экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем»

1. Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ.
2. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет 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 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет 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 *20-29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный 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 *30-35 баллов*.
 - Ответ на экзаменационный 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 *36-40 баллов*.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем»

1. Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ.
2. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ
3. Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии
4. Исследование поверхности методом растровой электронной микроскопии.
5. Исследование состава образцов методом рентгеновского микроанализа
6. Фотоэлектронная спектроскопия Рентгеновская
7. Фотоэлектронная спектроскопия Ультрафиолетовая
8. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ
9. По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки.
10. Определить вид и характер структурных дефектов
11. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ
12. Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ
13. Расчет параметров п/п по экспериментальным зависимостям туннельных токов
14. . Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфодовского рассеяния.
15. Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии
16. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла)

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам:

1.1 Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ

1.2 Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии

1.3 Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфодовского рассеяния заданий.

Контрольная работа выполняется письменно и включает 3 задания

2. Критерии оценки

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

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

Общая оценка по дисциплине с учетом контрольной работы не превышает 100 баллов.

4. Пример варианта контрольной работы.

4.1 По измерениям параметров дифракционной картины ДБЭ определить параметры кристаллической решетки эпитаксиальной структуры

4.2 По спектрам Фурье спектроскопии определить ширину запрещенной зоны полупроводника

4.3 По предлагаемым спектрам Резерфордского рассеяния определить состав мишени.

Примеры вопросов для контрольных работ

1. Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ.

2. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ

3. Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии

4. Исследование поверхности методом растровой электронной микроскопии.

5. Исследование состава образцов методом рентгеновского микроанализа

6. Фотоэлектронная спектроскопия Рентгеновская
7. Фотоэлектронная спектроскопия Ультрафиолетовая
8. Исследование дифракции быстрых электронов при росте полупроводниковых структур методом МЛЭ
9. Определение параметров кристаллической решетки методом ДБЭ По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки.
10. Определить вид и характер структурных дефектов
11. Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ
12. Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ
13. Расчет параметров п/п по экспериментальным зависимостям туннельных токов
14. . Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфодовского рассеяния.
15. Исследование оптических свойств полупроводников методом Фурье спектроскопии
16. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентра- ции и подвижность (эффект Холла)

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать параметры кристалла по данным Дифракции быстрых электронов

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Обзор литературы постановка задачи.
2. Теоретическое введение
3. Описание методики расчетов.
4. Рабочие формулы и результаты расчета.

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны ,но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами

балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

По данным ДБЭ рассчитать параметры кристаллической решетки.

Анализ структуры кристаллической решетки и типов дефектов по имеющимся изображениям ПЭМ

Расчет атомного состава мишеней по спектрам Резерфодовского рассеяния

Провести сравнение методик ДБЭ, РЭМ и АСМ для одного образца.

Расчет параметров п/п по экспериментальным зависимостям туннельных токов