

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Физика твердого тела

: 18.03.01

, :

: 3, : 5

		5
1	()	5
2		180
3	, .	84
4	, .	36
5	, .	36
6	, .	0
7	, .	10
8	, .	2
9	, .	10
10	, .	96
11	(, ,)	.
12		

(): 18.03.01

1005 11.08.2016 ., : 29.08.2016 .

: 1, ,

(): 18.03.01

, 2/1 20.06.2017

- , 5 21.06.2017

:

,

:

.

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
Компетенция ФГОС: ОПК.3 готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
3. ;	
Компетенция ФГОС: ПК.16 способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
6.	
Компетенция ФГОС: ПК.18 готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
4.	

2.

2.1

--	--

.1. 1	
1. знать основы физики прочности твердых тел;	;
.2. 1	
2. знать основные законы кристаллофизики и методы исследования структуры кристаллов и стекол;	;
.3. 3	
3. знать колебательные и оптические спектры кристаллов, основы электронной теории твердых тел;	;
4. знать дефекты в кристаллах и транспортные свойства твердых тел;	;
.16. 6	
5. уметь проводить экспериментальные исследования физических свойств кристаллов с помощью современных методов исследования;	;
.18. 4	

6. уметь определять кристаллическую структуру с использованием современных дифракционных методов;			
.16. 6			
7. уметь находить основные энергетические параметры точечных дефектов, электронов и дырок в кристалле, из экспериментальных данных по проводимости и методами спектроскопии;			

3.

3.1

: 5			
:			
1.	0	4	2, 6
2.	0	4	2, 6
3.	0	4	1, 2, 6
4.	0	2	2, 3, 5, 6
:			
5.	0	4	3, 7
6.	0	4	3, 7
:			
7.	0	4	1, 4, 7
8.	0	4	4, 5
:			
9.	0	4	4, 5
10.	0	2	2, 6

3.2

: 5			
:			
1.	2	8	2, 5, 6
2.	2	8	2, 5, 6

:				
11.	2	8	3, 5	,
:				
12.	2	8	4, 5, 7	,
:				
13.	2	4	4, 5, 7	,

3.3

:				
: 5				
:				
1.	0	28	2, 5	,
:				
2.	0	28	2, 3, 5	,
:				
3.	0	32	1, 4, 7	,

4.

:					
: 5					
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7			4	4

: []: / . . . ; - . - . - . , [2016]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232888 . -				
2		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	4	6
: []: / . . . ; - . - . - . , [2016]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232888 . -				
3		1, 2, 3, 4, 5, 7	88	0
[]: 3.3 : ; - . - . - . , [2016]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232888 . -				

5.

- , (. 5.1).

5.1

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

5.2

1		.2; .3; .16; .18;
Формируемые умения: з1. знать основные законы кристаллофизики и методы исследования структуры кристаллов; з3. знать колебательные и оптические спектры кристаллов; основы электронной теории твердых тел и их транспортные свойства; у4. уметь определять кристаллическую структуру с использованием современных дифракционных методов; уб. уметь проводить экспериментальные исследования физических свойств кристаллов с помощью современных физических и физико-химических методов		
Краткое описание применения: На практических занятиях обсуждение применения теории физики твердого тела при решении задач		
[]: / ; - . - . - . , [2016]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232888 . -		

6.

(),

15-

ECTS.

. 6.1.

: 5		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	20	40
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
<i>Зачет:</i>	10	20

6.2

.1	1.		+
.2	1.		+
.3	3.	;	+
.16	6.	-	+
.18	4.		+

1

7.

1. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2011. - 287, [1] с. : ил., табл.

2. Кузнецов С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика : учебное пособие для прикладного бакалавриата / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина ; Том. политехн. ун-т. - Москва, 2016. - 183 с. : ил., табл. - Кн. доступна в электрон. библиотечной системе biblio-online.ru.

1. Матухин В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб. [и др.], 2010. - 218 с. : ил.

2. Дикарева Р. П. Введение в кристаллофизику. Избранные вопросы : учебное пособие / Р. П. Дикарева. - Москва, 2007. - 238 с. : ил., табл.

3. Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина. - Москва, 2012. - 558, [1] с. : ил., табл.

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. Суханов И. И. Физика твёрдого тела [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / И. И. Суханов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232888. - Загл. с экрана.

8.2

1 Windows

2 Office

9.

-

1	(-) , ,	

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

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика твердого тела

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Физика твердого тела 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 и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	з1. знать основы физики прочности твердых тел	Влияние дефектов на свойства веществ Точечные и линейные дефекты в кристаллах Энергия кристаллической решетки. Термодинамика кристаллов	Практические занятия, контрольные работы, разделы 1-2	Зачет, вопросы 1-10
ОПК.2 готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	з1. знать основные законы кристаллофизики и методы исследования структуры кристаллов	Дифракционные методы исследования структуры кристаллов Диэлектрические и магнитные свойства кристаллов Кристаллическая структура. Симметрия кристаллической решетки Рентгеноструктурный анализ Структура и симметрия кристаллов Фазовые переходы в кристаллах Энергия кристаллической решетки. Термодинамика кристаллов	Практические занятия, контрольные работы, разделы 1-2	Зачет, вопросы 11-20
ОПК.3 готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	з3. знать колебательные и оптические спектры кристаллов; основы электронной теории твердых тел и их транспортные свойства	Диффузия и ионный перенос в кристаллах Методы исследования электронной структуры твердых веществ Точечные и линейные дефекты в кристаллах Фазовые переходы в кристаллах Электрические свойства кристаллических материалов Электроны и дырки, электронные и дырочные центры Энергия связи, зонная диаграмма кристалла	Контрольные работы, разделы 3-4	Зачет, вопросы 21-30
ПК.16/НИ способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы	уб. уметь проводить экспериментальные исследования физических свойств кристаллов с помощью современных физических и физико-химических методов	Влияние дефектов на физико-химические свойства веществ Диффузия и ионный перенос в кристаллах Изучение зонной структуры и электрических свойств Методы исследования электронной структуры твердых веществ Проведение рентгеноструктурного анализа Рентгеноструктурный анализ Свойства сегнетоэлектриков и ферроэлектриков Структура и симметрия кристаллов Точечные и линейные дефекты в кристаллах Фазовые переходы в кристаллах Электрические	Практические занятия, контрольные работы, разделы 3-4	Зачет, вопросы 31-35

математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		свойства кристаллических материалов Электроны и дырки, электронные и дырочные центры Энергия связи, зонная диаграмма кристалла		
ПК.18/НИ готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	у4. уметь определять кристаллическую структуру с использованием современных дифракционных методов	Дифракционные методы исследования структуры кристаллов Диэлектрические и магнитные свойства кристаллов Кристаллическая структура. Симметрия кристаллической решетки Рентгеноструктурный анализ Структура и симметрия кристаллов Фазовые переходы в кристаллах Энергия кристаллической решетки. Термодинамика кристаллов	Практические занятия, контрольные работы, разделы 5-6	Зачет, вопросы 35-40

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам, билеты состояются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

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

В 5 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.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Оценка составляет менее 50 баллов.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, 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. Оценка составляет 50-73 баллов.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено полностью, 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. Оценка составляет 74-86 баллов.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, 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. Оценка составляет 87-100 баллов.

Паспорт зачета

по дисциплине «Физика твердого тела», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет содержит 4 вопроса и формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, и относится к дидактической единице «Структура и термодинамические параметры твердых веществ», второй вопрос выбирается из диапазона вопросов 10-20 и относится к дидактической единице «Электронная структура твердых веществ», и 2 вопроса относятся к дидактическим единицам «Дефекты в кристаллах» и «Электрические и магнитные свойства веществ» (вопросы 20-40). Общий список вопросов приведен ниже. Правильный ответ на каждый вопрос билета для зачета оценивается оценкой, не превышающей 5 баллов. Максимальное число баллов за билет равно 20. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____
к зачету по дисциплине «Физика твердого тела»

1. Операции симметрии в кристаллической решетке. Трансляционная симметрия.
2. Теплоемкость твердых тел. Фононы. Классическая модель теплоемкости.
3. Влияние примесей и структурных дефектов на удельное сопротивление металлов.
4. Сегнетоэлектрические материалы.

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

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если он не отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, у него не сформированы необходимые практические навыки работы с требуемым материалом, оценка составляет *менее 20 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками, оценка оставляет *20-26 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, содержание курса освоено полностью и лишь некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, оценка составляет *27-33 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы проводит сравнительный комплексный анализ подходов, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены без ошибок, оценка составляет *33-40 баллов*.

2. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем заданиям составляет не менее 10 баллов. В общей оценке по дисциплине баллы за экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Соотношение баллов за текущую и промежуточную аттестации составляют 80:20. Количество баллов, полученное в результате промежуточной аттестации (минимум 10 баллов, максимум 20 баллов), суммируется с баллами, полученными за текущую аттестацию (минимум 40 баллов, максимум 80 баллов), по общей сумме которых выставляется общая оценка по дисциплине. Соответствие баллов с традиционной оценкой и оценкой ECTS представлено в таблице ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовлетворительно		

3. Вопросы к зачету по дисциплине «Физика твердого тела»

1. Кристаллическая решетка, базис, вектор кристаллической решетки, межплоскостные расстояния.
2. Операции симметрии в кристаллической решетке. Трансляционная симметрия.
3. Решетка Браве. Основные типы двумерных решеток Браве и их симметрии.
4. Решетка Браве. Основные типы трехмерных решеток Браве. Базоцентрированная, объемцентрированная, гранецентрированная.

5. Кристаллографическая плоскость и кристаллографическое направление. Индексы Миллера.
6. Колебания одноатомной линейной цепочки масс.
7. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
8. Колебания двухатомной линейной цепочки масс.
9. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
10. Типы межатомных связей. Ван-дер-ваальсово взаимодействие. Ионная связь.
11. Типы межатомных связей. Ковалентная и водородная связь. Металлическая связь.
12. Теплоемкость твердых тел. Фононы. Классическая модель теплоемкости.
13. Модель теплоемкости Эйнштейна. Функция Эйнштейна. Температура Эйнштейна.
14. Модель теплоемкости Дебая. Функция Дебая. Температура Дебая.
15. Дифракция в кристаллах. Три вида излучения для изучения кристаллов. Условие Брэгга.
16. Обратное пространство. Условие Брэгга в обратном пространстве.
17. Дифракционные методы исследования кристаллической структуры
18. Электроны в кристаллах. Основы зонной теории.
19. Статистика электронов в кристалле.
20. Основные различия между металлами диэлектриками и полупроводниками.
21. Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные состояния.
22. Элементарная теория примесных состояний.
23. Электропроводность металлов. Температурная зависимость электропроводности.
24. Влияние примесей и структурных дефектов на удельное сопротивление металлов.
25. Электрические свойства сплавов.
26. Сплавы - неупорядоченные и упорядоченные твердые растворы.
27. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках. Эффекты Зеебека и Пельтье, их применение.
28. Взаимодействие света с полупроводниками, механизмы поглощения излучения.
29. Точечные дефекты в кристаллах.
30. Статистика дефектов, энергетические параметры точечных дефектов.
31. Ионная проводимость и диффузия в кристаллах.
32. Суперионные проводники
33. Основные характеристики диэлектриков.
34. Перколяция в гетерогенных системах
35. Диэлектрическая проницаемость сложных диэлектриков.
36. Сегнетоэлектрические материалы.
37. Фазовые переходы первого и второго рода и их влияние на электрические свойства
38. Магнитные свойства материалов: диамагнетики и парамагнетики.
39. Парамагнетики и их применение
40. Ферромагнетики, их свойства и применение

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Физика твердого тела», 5 семестр

1. Методика оценки

При выполнении контрольной работы по дисциплине «Физика твердого тела» студенты должны провести расчет в соответствии с заданием. Контрольная работа проводится письменно, из варианты работы прилагаются ниже.

Обязательные этапы выполнения контрольной работы:

1. Выписать все необходимые исходные данные для расчета.
2. Выписать все формулы, необходимые для расчета с объяснением физического смысла параметров, входящих в уравнения.
3. Провести расчеты.
4. Написать краткий вывод, с ответами на вопросы, поставленные в задании.

Задание должно быть представлено на листе формата А4 с указанием студента и номера группы.

Оцениваемыми позициями являются:

1. Аккуратность оформления (1 балл)
2. Наличие выписанных исходных данных для расчета (1 балл).
3. Наличие и правильность написания всех формул для расчета (2 балла).
4. Правильность расчетов (5 баллов)
5. Наличие краткого вывода с ответами на вопросы, поставленные в задании (1 балл)

За выполнение контрольной работы студент может получить максимальную оценку 10 баллов. Список заданий для контрольной работы приведен ниже.

Критерии оценки

- Контрольная работа считается **не выполненной**, если студент допустил неаккуратности в оформлении работы, не выписал исходные данные, не провел расчеты или допустил при расчетах грубые ошибки, не привел краткого вывода с ответами на вопрос, оценка составляет *менее 5 баллов*
- Каждое задание считается выполненным **на пороговом** уровне, если студент допустил неаккуратности в оформлении работы, не выписал исходные данные, но провел расчеты с незначительными ошибками, не привел краткого вывода с ответами на вопрос, оценка составляет, оценка составляет *5-6 баллов*
- Каждое задание считается выполненным **на базовом** уровне, если студент аккуратно оформил работу, частично выписал исходные данные, провел расчеты в целом без ошибок, но допустил мелкие неточности, привел краткий вывод с ответами на вопрос, оценка составляет, оценка составляет *6-8 баллов*
- Каждое задание считается выполненным **на продвинутом** уровне, если студент аккуратно оформил работу, выписал исходные данные, провел расчеты без ошибок, привел вывод с подробными ответами на вопрос, оценка составляет *8-10 баллов*

2. Шкала оценки

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

3. Пример варианта контрольной работы

Задание 1. Для простой тетрагональной решетки с параметрами $a = 0.6785$ нм; $c = 0.2987$ нм указать и рассчитать:

- точечные и пространственную группы симметрии, все операции симметрии, тип решетки Браве;
- межплоскостные расстояния (110), (111), (222), (333), (123);
- тип и параметры решетки, полученной сжатием исходной решетки на 5% вдоль направления [110].

Задание 2. При нагревании вещества от 298 до 1000К интенсивность пиков рентгеновской дифракции уменьшилась на 10%, а ширина рефлекса уменьшилась от $2\Theta = 2.5$ до 1.1 градусов. Рассчитать: коэффициент термического расширения вещества в изотропном приближении, и изменение размера частиц вещества при нагревании (пренебрегая вкладом деформаций решетки).

Общее количество заданий – 4