

«

»

“

”

. . . . .

31.08.2022

: . . . . .

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы физики твердого тела

: 22.03.01

, :

: 2, : 4

-		,
		<b>4</b>
<b>1</b>	( )	3
<b>2</b>		108
<b>3</b>	, .	58
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	18
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	2
<b>8</b>	, .	5
<b>9</b>	, .	2
<b>10</b>	, .	2
<b>11</b>	, .	50
<b>12</b>	( , ( )/ , )	
<b>13</b>		

( ): 22.03.01

701 02.06.2020 ., : 10.07.2020 .

: 1,

( ): 22.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

, . . . . .

:

. .

# 1.

1.1

	-4
	-4. 2
	-1
	-1. 1

## 2.

2.1

<b>ОПК-4. 2 Умеет применять современные подходы для получения, анализа и визуального представления результатов экспериментальных и теоретических исследований</b>	
	; ;
	; ;
	; ;
<b>УК-1. 1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.</b>	
	; ;
	; ;
	; ;
	; ;
	; ;

## 3.

3.1

<b>: 4</b>					
1.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,
2.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,

3.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .
:					
4.	2	0	0	-1.1	, , , .
5.	2	0	0	-1.1	, , , .
6.	2	0	0	-1.1	, , , .
7.	2	0	0	-1.1	, , , .
:					
9.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .
10.	2	0	0	-1.1	, , , .
:					
11.	2	0	0	-1.1	, , , .
:					
12.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .
:					
13.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .
:					
14.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .
:					
15.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , , .

:					
16.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,
:					
17.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,
:					
18.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,
:					
19.	2	0	0	-4.2, -1.1	, , ,

		„ .	, .		
: 4					
:					
1.	4	3	0	-4.2, -1.1	
8.	2	0	0	-4.2, -1.1	
:					
2.	4	0	0	-4.2, -1.1	
:					
3.	4	2	2	-4.2, -1.1	
:					
4.	4	0	0	-4.2, -1.1	

3.1

3.2

			( )
1			:
2			:

## 3.2

3.3

: 4				
1		1 -4.2, -1.	32	1
<p>3 / . . . - ; [ . . . .  , . . . ] . - , 2008. - 27, [2] . : . , .. -  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346</a></p>				
2		1 -4.2, -1.	18	1
<p>( 3 ) :  3 / . . . - ; [ . . . .  , . . . ] . - , 2008. - 27, [2] . : . , .. -  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346</a></p>				

## 3.3

- , ( . 3.4).

3.4

	-
	e-mail:a.chernyshev@corp.nstu.ru
	e-mail:a.chernyshev@corp.nstu.ru
	: <a href="https://ciu.nstu.ru/kaf/persons/21829">https://ciu.nstu.ru/kaf/persons/21829</a>
	: <a href="http://ciu.nstu.ru/kaf/of/uchebnometodicheskie_i_uchebne_posobiya_">http://ciu.nstu.ru/kaf/of/uchebnometodicheskie_i_uchebne_posobiya_</a>

3.5

1	
<p><b>Краткое описание применения:</b> Педагог со студентами организует проблемную ситуацию касающуюся темы занятия. Студенты работая в командах по 2-3 человека решают проблемную задачу.</p>	

## 4.

( ),

-  
15-

ECTS.

. 4.1.

	.	
<b>: 4</b>		
<b>Практические занятия:</b>	<b>40</b>	<b>80</b>
" . . . . . " . . . . . : . . . . . 3 / . . . . . - ; [ . . . . . ] . - . . . . . , 2008. - 27, [2] . . . . . : . . . . . <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346</a>		
<b>Зачет: Билеты к зачету</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

4.2

<b>-4</b>	-4 2. ,	+
<b>-1</b>	-1 1. ,	+

1

## 5.

1. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421> - Загл. с экрана.

2. Чернышев А. П. Введение в физику полупроводников и нанофизику. Специальный курс физики. Конспект лекций : [учебное пособие] / А. П. Чернышев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.- 80, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000244150](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000244150)

1. Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : [учебное пособие] / Е. А. Краснопевцев ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2010. - 354 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000143972](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000143972)

2. Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы нанoeлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / В. П. Драгунов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 106, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000074043](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000074043). - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

3. Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.- 487 с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000046858](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046858)

4. Пейсахович Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 160, [2] с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000238759](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238759)

5. Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : [учебное пособие] / Е. А. Краснопевцев ; [Новосиб. гос. техн. ун-т].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 354 с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000143972](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000143972)

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. - Загл. с экрана.

6.

### 6.1

1. Христофоров В. В. Физические основы электроники (физика полупроводников) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Христофоров ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233943](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233943).- Загл. с экрана.

2. Физические основы электроники : сборник задач для 3 курса ЭМФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. М. Погорельский, В. В. Христофоров, С. И. Вашуков]. - Новосибирск, 2008. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000087346](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087346)

### 6.2

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

### 6.3

## 7.

1	1, IV-4	
2	Symposium ID370 17"	
3	25	
4		
5	- 1	



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

Кафедра общей физики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН МТФ  
к.т.н., доцент А.Г. Тюрин  
“    ”    \_\_\_\_\_    Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Основы физики твердого тела**

Образовательная программа: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль:  
Материаловедение и технологии машиностроительных материалов

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы физики твердого тела представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Основы физики твердого тела.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	2. Умеет применять современные подходы для получения, анализа и визуального представления результатов экспериментальных и теоретических исследований	Вычисление положения уровня Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Вычисление положения уровня Ферми. Спектральная характеристика фоторезистора Стационарное уравнение Шредингера Эффект Холла	Текущий контроль проводится на практических занятиях путем письменного опроса по теме занятия	Экзамен за 4семестр, вопросы 1, 2
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Вычисление положения уровня Ферми. Кристаллические решетки и структуры Определение ширины запрещенной зоны полупроводника Поглощение света свободными носителями в магнитном поле. Применение уравнения Больцмана для расчета конкретных эффектов. Спектральная характеристика фоторезистора Стационарное уравнение Шредингера Тензор эффективных масс. Теорема Блоха Теория квантовых переходов. Нестационарная теория возмущений Эффект Холла	Текущий контроль проводится на практических занятиях путем письменного опроса по теме занятия	Экзамен за 4семестр, вопросы 6, 7, 8, 10-22

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-4, УК-1 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной форме, по билетам

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-4, УК-1, закрепленных за дисциплиной.

### **3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

**Продвинутый.** Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

**Базовый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

**Пороговый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

**Ниже порогового.** Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

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

**Паспорт зачета**

по дисциплине «Основы физики твердого тела», 4 семестр

**1. Методика оценки**

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-11, второй вопрос из диапазона вопросов 12-22 (список вопросов приведен ниже). 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 «Основы физики твердого тела»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

## 2. Критерии оценки

- Ответ 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 0-9 баллов.
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками, оценка составляет 10-14 баллов
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если 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, оценка составляет 15-17 баллов
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если 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 17-20 баллов

## 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 10 до 20 баллов включительно. Сумма менее 10 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине. В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы физики твердого тела»

1. Кристаллическая решетка. Индексы Миллера.
2. Анизотропия. Моно- и поликристаллы. Дефекты в кристаллах.
3. Силы взаимодействия между структурными частями твердого тела.
4. Классическая теория теплоемкости Дилонга-Пти.
5. Теория теплоемкости твердых тел Дебая. Температура Дебая.
6. Квантовая теория свободных электронов в металле.
7. Зонная теория твердых тел. Приближение сильной связи.
8. Распределения Максвелла, Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна.
9. Зонная теория твердого тела. Металлы, диэлектрики, полупроводники.
10. Полупроводники. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.
11. Движение электронов в периодическом поле кристаллической решетки под

- действием внешней силы. Эффективная масса носителей заряда. Понятие одырке как носителя заряда.
12. Основные классические представления об электрокинетических процессах в твердом теле.
  13. Удельная электропроводность металлов. Зависимость подвижности от температуры.
  14. Электропроводность полупроводников (собственных, примесных). Зависимость подвижности удельной электропроводности от температуры.
  15. Зависимость электропроводности собственных невырожденных полупроводников от ширины запрещенной зоны и температуры. Экспериментальное определение ширины запрещенной зоны.
  16. Примесные полупроводники. Механизм возникновения основных, неосновных носителей заряда. Подвижность носителей заряда в примесных полупроводниках.
  17. Терморезисторы.
  18. Эффект Холла. Определение концентрации и подвижности основных носителей заряда.
  19. Получение p-n перехода. Равновесное состояние. Зонная диаграмма. Высота потенциального барьера в равновесном состоянии.
  20. Электрическое поле барьера в равновесном состоянии.
  21. Прямое подключение p-n перехода. Инжекция носителей тока. ВАХ при прямом включении.
  22. Обратное подключение p-n перехода. ВАХ обратного подключения