

«

»

“

”

. - . . .

31.08.2022

: . . . . .

:

:

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

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Колебания и волны

: 12.03.03

,

:

: 2,

: 4

-

,

		<b>4</b>
<b>1</b>	( )	4
<b>2</b>		144
<b>3</b>	, .	63
<b>4</b>	, .	34
<b>5</b>	, .	16
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	50
<b>8</b>	, .	16
<b>9</b>	, .	2
<b>10</b>	, .	11
<b>11</b>	, .	81
<b>12</b>	( , ( )/ , )	.
<b>13</b>		

( ): 12.03.03

949 19.09.2017 ., : 09.10.2017 .

: 1,

,

( ): 12.03.03

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

. .

:

. .

# 1.

1.1

	-1/
	-1/ . 1 - - ;
	-2/ , , ,
	-2/ . 2 , -
	-2 , ,
	-2. 1

## 2.

,

2.1

<b>ПК-1/ПК. 1 Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору;</b>	
;	; ;
;	; ;
;	; ;
;	; ;
<b>ПК-2/ПК. 2 Разрабатывает технические задания на проектирование и конструирование оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</b>	
;	; ;
;	; ;
;	; ;
;	; ;
;	; ;
<b>УК-2. 1 Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы.</b>	
;	; ;

## 3.

3.1

[illegible]

:					
6.	$\frac{2}{2}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{-2}{2}$	
7.	$\frac{4}{4}$	$\frac{0}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{-1}{2}, \frac{-2}{2}$	
8.	$\frac{2}{2}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{-2}{2}$	
:					
9.	$\frac{2}{2}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{-1}{2}$	
:					
10.	$\frac{2}{2}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{-1}{2}$	

11.		2	0	2	-2/ .2	
12.		1	0	1	-1/ .1, -2/ .2	
:						
13.		1	0	1	-2/ .2	
:						
14.		2	0	2	-2/ .2, -2.1	
:						
15.		2	0	2	-2/ .2	
16.		2	0	2	-2/ .2	

		„ .	, .		
: 4					
:					

1.		2	2	2	-1/ .1	
:						
2.		2	2	2	-1/ .1	
:						
3.		2	2	2	-1/ .1	
:						
4.		2	2	2	-1/ .1, -2/ .2	
5.		2	2	2	-1/ .1, -2/ .2	
:						
6.		2	2	2	-1/ .1, -2/ .2, -2.1	
:						
7.		2	2	2	-2/ .2, -2.1	
:						
8.		2	2	2	-2/ .2, -2.1	

3.1

3.2

			( )
1			:
;			
2			:
,			
,			
;			

3	.		:
4	.		: ;
5	.		: , ;
6	.		: ; ;
7			: ;
8	.		: , ;

### 3.2

### 3.3

: 4				
1		-1/ 2/ .2	.1, -14	6
<p>.</p> <p>[ ]:</p> <p>/ . . ; . . . -.-</p> <p><a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211</a>.- . . . [</p> <p>] : - / . . , . . ; .</p> <p>. . -.- , [2020].- :</p> <p><a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800</a>.- . .</p>				
2	/	-2/ .2	12	3



<p> : / . . ; [ ] : , [2015].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-</a> . . . .  [ ] : - / . . , . . ; .  . . - . , [2020].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-</a> . . </p>				
3		$\frac{-1}{2}$ , $\frac{.1}{.2}$ , $-.2.1$	24	0
<p> [ ] : - / . . ; . . . .  . . - . , [2015].- : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-</a>  . . . . [ ] : , , , /  . . . . ; . . - . , [2020].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-</a> . . </p>				
4		$\frac{-1}{2}$ , $\frac{.1}{.2}$ , $-.2.1$	6	0
<p> [ ] : - / . . ; . . . .  . . - . , [2015].- : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-</a>  . . . . [ ] : , , , /  . . . . ; . . - . , [2020].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-</a> . . </p>				
5		$\frac{-1}{2}$ , $\frac{.1}{.2}$ , $-.2.1$	25	2
<p> : / . . ; [ ] : , [2015].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211.-</a> . . . .  [ ] : - / . . , . . ; .  . . - . , [2020].- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800.-</a> . . </p>				

### 3.3

, ( . 3.4).

3.4

	-
	e-mail

1		.1;
<b>Формируемые умения:</b> 1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору		
<b>Краткое описание применения:</b> Постоянный контакт со студентами во время лекций через обсуждение материала		

2		.1;
<b>Формируемые умения:</b> 1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору		
<b>Краткое описание применения:</b> Постоянный контакт со студентами во время лабораторной работы через постановку и решение проблемы		

## 4.

( ), - 15- ECTS.  
. 4.1.

4.1

	.	
<b>: 4</b>		
<i>Практические занятия:</i>	5	10
<i>Контрольные работы:</i>	13	25
<i>РГЗ/Реферат:</i>	13	25
<i>Экзамен:</i>	0	40

4.2

4.2

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

## 5.

1. Христофоров В. В. Лекции по разделу «Волны» [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. В. Христофоров, А. В. Баранов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2014].- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000208429](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208429).- Загл. с экрана.
2. Сарина, М. П. Колебания. Волны. Оптика. Колебания и волны. Ч.1/Сарина М.П. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 100 с.: ISBN 978-5-7782-2355-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548309> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Сарина, М. П. Колебания, волны, оптика/Сарина М.П. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 116 с.: ISBN 978-5-7782-2697-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546199> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: по подписке.
4. Ландсберг, Г. С. Оптика [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. - 6-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 848 с. - ISBN 978-5-9221-0314-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=421053> - Загл. с экрана.

1. Ким, В. Ф. Колебания и волны : учебное пособие / В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев, И. И. Суханов. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-4742-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306329> (дата обращения: 20.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Горелик, Г. С. Колебания и волны / Горелик Г.С., - 3-е изд. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 656 с.: ISBN 978-5-9221-0776-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944886> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

1. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики : журнал / Университет ИТМО : сайт. – Санкт-Петербург. – 2001 –. – ISSN (print version) – 2226-1494 ; ISSN (online version) – 2500-0373. – URL: <https://ntv.ifmo.ru/> (дата обращения: 20.04.2023). – Текст : электронный.

## 6.

### 6.1

1. Заикин А. Д. Колебания и волны [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. Д. Заикин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2015].- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000222211](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222211).- Загл. с экрана.
2. Стрельцов С. А. Задачи по электромагнетизму, колебаниям и волнам, оптике, квантовой и ядерной физике [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. А. Стрельцов, С. А. Погожих ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2020].- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000242800](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242800).- Загл. с экрана.

### 6.2

- 1 Браузер Mozilla Foundation Mozilla Firefox
- 2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

### 6.3

, - .

7. -

1	ADS-2221MV	" "

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

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФТФ  
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель  
“    ”    \_\_\_\_\_    Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Колебания и волны**

Образовательная программа: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, профиль: Оптические и квантовые информационные технологии

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Колебания и волны 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 Колебания и волны.

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)
ПК-1/ПК Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору;	Автоколебания. Осцилляторный и накопительный типы автоколебательных систем. Баланс энергии и фазовый портрет. Вырожденные автоколебательные системы. Мягкий и жесткий режимы возбуждения автоколебаний. Лазер как автоколебательная система. Параметрические колебания. Энергия параметрических колебаний. Параметрический резонанс. Фазовые траектории параметрических колебаний осциллятора. Понятие о волновых процессах. Волны в сплошной среде. Импеданс среды. Преобразование волн на границе двух сред. Согласование импедансов. Свободные колебания в осцилляторах. Затухающие колебания. Гармонические колебания. Энергия колебаний. Добротность. Электромеханическая аналогия. Фазовые траектории и фазовый портрет. Адиабатический инвариант. Понятие о собственных колебаниях нелинейных осцилляторов.	Контрольные работы РГЗ, все разделы.	Экзамен, вопросы 1 - 10.
ПК-2/ПК Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном	2. Разрабатывает технические задания на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Влияние нелинейных эффектов на распространение световых полей. Взаимодействие света со средой с квадратичной нелинейностью. Эффект оптического детектирования. Параметрическое усиление света. Волны, пучки и лучи в оптике. Фазовая и групповая скорости. Параксиальное волновое уравнение. Гауссовы	Контрольные работы РГЗ, все разделы.	Экзамен, вопросы 11-20.

уровнях		<p>пучки и их преобразования. Оптические резонаторы. Изучение взаимодействия световых полей с нелинейными средами. Изучение распространения волновых процессов в сплошных средах. Изучение интерференции оптических волн. Колебания в длинных линиях. Линии передач без потерь. Линии передачи с потерями. Волновое сопротивление линии. Отражение от конца линии передачи. Резонансные свойства линий передач. Неискажающая линия. Колебания в кристаллических структурах. Дебаевский и борновский спектры. Переход от дискретной системы связанных осцилляторов к сплошной среде. Физическая природа дисперсии в дискретных и сплошных средах. Колебания в распределенных системах и кристаллических структурах. Колебания в распределенных системах. Распределенные колебательные системы с ограничением собственных частот сверху. Распределенные колебательные системы с ограничением собственных частот снизу. Вынужденные колебания в распределенных системах. Понятие о фильтрах. Оптические резонаторы. Распространение световых волн в диэлектрическом волноводе. Модовая структура. Влияние дисперсии на распространение световых волн. Влияние дисперсии на распространение оптического импульса. Двулучепреломляющие оптические волноводы. Распространение электромагнитных полей в металлических световодах. Структура поля в волноводе. Условие синхронизации фаз. Колебательные моды. Световые волны в линейных средах. Понятие об электронной дисперсии. Оценка дисперсионных свойств плазмы. Световое давление.</p>		
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их	1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы.	<p>Изучение взаимодействия световых полей с нелинейными средами. Изучение распространения волновых процессов в сплошных средах. Изучение интерференции оптических волн. Оптические</p>	<p>Контрольные работы РГЗ, все разделы. Контрольные работы РГЗ, все разделы.</p>	Экзамен, вопросы 21-30.

решения, исходя из действующих норм, имеющихся ресурсов и ограничений		резонаторы Распространение световых волн в диэлектрическом волноводе. Модовая структура. Влияние дисперсии на распространение световых волн. Влияние дисперсии на распространение оптического импульса. Двулучепреломляющие оптические волноводы.		
---	--	---	--	--

В две правые колонки таблицы разработчиком вносятся наименования мероприятий:

- текущего контроля из Паспортов контрольной работы, РГЗ(Р), реферата, курсовой работы (в зависимости от того, какой вид СРС предусмотрен учебным планом)
- промежуточного контроля из Паспорта зачета или экзамена (в зависимости от того, какая форма промежуточной аттестации предусмотрена учебным планом)

с указанием семестра (для многосеместровых дисциплин)

Цветной шрифт из текста удалить!

**ВНИМАНИЕ!** В том случае, если в учебном плане не запланированы формы текущего контроля (РГЗ, реферат, контрольная работа, курсовая работа), то разработчик обязан заполнить столбец «**Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)**», внося туда те виды работ, которые он оценивает при изучении дисциплины.

Примерный перечень оцениваемых текущим контролем видов работ:

- оценка устных ответов на практических (семинарских) занятиях (обязательно указать номер или тему практического (семинарского) занятия, на котором будет устанавливаться сформированность данного индикатора)
- тестирование, в т.ч. компьютерное (указать номера заданий в тесте)
- выполнение самостоятельных работ разного вида, в том числе письменных домашних заданий (указать номера или темы самостоятельных заданий)
- защита творческой работы (указать темы творческих работ)
- терминологический диктант (указать темы, по которым он проводится)
- и т.д.

## 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.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/ПК, ПК-2/ПК, УК-2 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

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 о дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/ПК, ПК-2/ПК, УК-2, 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 (модулю), 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 (модулю), 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 (модулю), 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.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Колебания и волны», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 - 15;
- второй вопрос из диапазона вопросов 16 – 30.

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Колебания и волны»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

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

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения

компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 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. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Колебания и волны»

1. Гармонические колебания. Математический маятник (смещение, скорость, ускорение, энергия). Представление на векторной диаграмме решений дифференциального уравнения, описывающего осциллятор.
2. Параметрическое усиление световых волн.
3. Затухающие колебания. Аперидический процесс. Критическое затухание. Колебательный процесс. Параметры, описывающие затухающие колебания (логарифмический декремент затухания, постоянная времени затухания, энергия, добротность). Электромеханическая аналогия.
4. Световые поля в нелинейных средах. Взаимодействие света с квадратично нелинейной средой.
5. Фазовая плоскость, фазовые траектории и фазовый портрет. Особые точки (центр, фокус, узел, седло). Адиабатический инвариант.
6. Взаимодействие света с акустическими волнами.
7. Нелинейный осциллятор. Связь возвращающей силы и потенциальной энергии. Фазовый портрет нелинейного осциллятора.
8. Световое давление.
9. Вынужденные колебания. Импеданс осциллятора. Зависимость амплитуды и фазы скорости от частоты внешней силы.
10. Эффект Зеемана.

11. Вынужденные колебания Зависимость амплитуды и фазы смещения от частоты. Резонанс смещения. Структура смещения.
12. Импеданс среды. Отражение и прохождение волн на границе двух сред. Отражение и прохождение энергии волн на границе двух сред. Согласование импедансов. Связь коэффициента преломления среды с её импедансом.
13. Энергия. Мощность, передаваемая осциллятору внешней силой. Диссипированная мощность. Резонансная кривая. Определение добротности осциллятора через ширину резонансной кривой. Добротность как коэффициент резонансного усиления.
14. Световые волны. Фазовая и групповая скорость.
15. Параметрические колебания в колебательном контуре. Параметрические колебания математического маятника. Параметрический резонанс. Энергия параметрических колебаний. Фазовые траектории параметрических колебаний.
16. Резонансные явления в параллельном контуре.
17. Электромеханическая аналогия. Резонансные явления в последовательном колебательном контуре.
18. Понятие об электронной дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Контур Лоренца. Рассеяние световых волн на атоме (молекуле) как осцилляторе. Рэлеевское рассеяние. Рассеяние Томсона.
19. Свободные колебания в связанных осцилляторах. Осцилляторы, связанные через жёсткость. Нормальные моды колебаний. Энергия. Энергия нормальных мод колебаний. Энергия колебаний в естественных координатах. Обменная энергия.
20. Взаимодействие света с кубически нелинейной средой. Световое эхо.
21. Определение частот нормальных мод колебаний. Система из двух маятников, связанных через жёсткость, имеющих одинаковые массы. Система из двух маятников, связанных через жёсткость, имеющих разные массы. Электромеханическая аналогия.
22. Структура автоколебательной системы. Фазовый портрет. Мягкий и жёсткий режим возбуждения колебаний.
23. Осциллятор, состоящий из двух масс с упругой связью как модель двухатомной молекулы. Система из двух осцилляторов с инерциальной связью как модель трёхатомных молекул. Электромеханическая аналогия.
24. Одномерная модель распределённой системы осцилляторов с известной собственной частотой колебаний. Уравнение Клейна–Гордона. Переход к сплошной среде. Понятие о временной и пространственной дисперсии.
25. Распределённая колебательная система с ограничением собственных частот сверху. Поперечные колебания. Электрический аналог системы.
26. Фазовая и групповая скорость.
27. Распределённая колебательная система с ограничением собственных частот снизу. Понятие о фильтрах. Переход от дискретной распределённой системы к сплошной среде.
28. Эффект Зеемана.
29. Колебания в линейной кристаллической решётке, состоящей из двух сортов атомов. Дебаевская (акустическая) и борновская (оптическая) ветви колебаний.
30. Световое давление.

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Колебания и волны», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Контрольная работа направлена на закрепление и проверку уровня владения учебным материалом по теоретическим темам и темам практических занятий, а также формирование навыков самостоятельного анализа процессов и явлений по дисциплине «Колебания и волны». Контрольная работа проводится по теме всего курса.

Номер индивидуального задания определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы. Изменение варианта задания возможно только по согласованию с преподавателем.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося заданием контрольной работы.

*Структура контрольной работы:*

1. Титульный лист (см. приложение)
2. Введение (актуальность, цель, задачи).
3. Основная часть (задание контрольной работы).
4. Заключение (выводы и рекомендации).
5. Список литературы и источников.

Во введении формулируются кратко обосновывается актуальность, цель и задачи, дается краткая характеристика степени изученности вопроса.

Основная часть – это ответ на задание контрольной работы. Он должен быть самостоятельным, развернутым и аргументированным. При необходимости основная часть может быть разбита на более мелкие вопросы. Она должна содержать обязательные ссылки на изученную литературу, нормативные акты и интернет-источники, оформленные постранично в соответствии с библиографическими требованиями.

Заключение: изложение общего вывода по изученной проблеме и предлагаемых рекомендаций.

Список литературы оформляется в соответствии с библиографическими требованиями в алфавитном порядке и включает от 3 до 5 источников (книг, статей разных авторов, интернет-источников, документов), которые были изучены при выполнении контрольной работы.

Рекомендуется излагать мысли по существу, кратко и логично.

*Требования к оформлению:*

Объем контрольной работы до 10 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Контрольная работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилистических ошибок.

Контрольная работа предоставляется для проверки в электронном виде в срок, установленный преподавателем. При положительном результате оценивания контрольной работы студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## 1. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

Контрольная работа выполнена **на продвинутом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 23 до 25 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 20 до 23 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части контрольной работы в целом согласованы. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 20 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной**, если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части контрольной работы не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит множество существенных пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции не сформированы. Оценка составляет *от 13 до 15 баллов*.

## 2. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 13. до 25 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение контрольной работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в

НГТУ.

### 3. Примерный перечень заданий (вариантов) контрольной работы

1. Маятниковые и электронные часы на поверхности Земли показывают одинаковое время. Сравните показания этих часов за сутки в случаях, когда они подняты на высоту 1 км и опущены на глубину 1 км.
2. Упругий мячик движется вертикально под действием силы тяжести, отскакивая от горизонтального стола. Нарисовать график зависимости смещения от времени и фазовый портрет колебаний.
3. Частица массы  $m$  находится в одномерном силовом поле, где её потенциальная энергия зависит от координаты  $x$  как  $U(x) = U_0 (1 - \cos(ax))$ , где  $U_0$  и  $a$  – положительные постоянные. Найти период малых колебаний частицы около положения равновесия.
4. Определить положительную мощность вынужденных колебаний,  $\langle P \rangle / \langle P_{max} \rangle$ , как функцию добротности осциллятора.
5. Для резонансного обнаружения малых вынуждающих сил используется кристалл сапфира, добротность которого  $Q = 10^9$  и частота собственных колебаний  $\omega_0 = 10^4$  Гц. Определить время, в течение которого в монокристалле устанавливаются стационарные колебания с момента воздействия вынуждающей силы.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Колебания и волны», 4 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны рассчитать параметры колебательной системы, приведенной в задании.

При выполнении РГЗ(Р) студенты должны рассчитать параметры и характеристики системы, построить графики зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с основной и методической литературой по дисциплине.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже).
2. Основная часть (решение, построение графиков).
3. Выводы.
4. Список использованной литературы, интернет-источников и программных средств.

#### *Требования к оформлению:*

Объем РГЗ(З) до 10 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилистических ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.



При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 23 до 25 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 20 до 22 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 19 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 13 баллов.

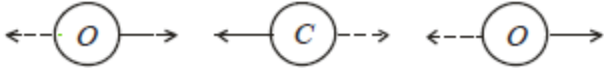

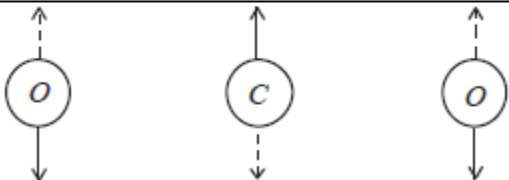
### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 13 до 25 баллов включительно.

### 4. Примерный перечень заданий (вариантов) РГЗ(Р)

1. К абсолютно упругой стене, наклонённой под углом  $\alpha$  к направлению силы тяжести, подвешен математический маятник с длиной нити подвеса  $l$ . Определить частоту колебаний маятника, если его начальное отклонение  $\varphi_0$  в плоскости, ортогональной к стене, больше  $\alpha$ . Построить фазовый портрет маятника.
2. К абсолютно упругой стене, наклонённой под углом  $\alpha$  к направлению силы тяжести, подвешен математический маятник с длиной нити подвеса  $l$ . Определить частоту колебаний маятника, если его начальное отклонение  $\varphi_0$  в плоскости, ортогональной к стене, больше  $\alpha$ . Построить фазовый портрет маятника.
3. В механическом осцилляторе амплитуды скорости движения тела массой  $m$  в режиме вынужденных колебаний на частотах  $\omega_1$  и  $\omega_2$  оказались одинаковыми. Определить резонансную частоту осциллятора и коэффициент жёсткости  $s$  пружины.
4. Определить постоянные межатомного взаимодействия для молекулы  $\text{CO}_2$ , нормальные моды колебаний приведены в таблице:

1)		$\frac{\omega_1}{2\pi} = 4,16 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$
2)		$\frac{\omega_2}{2\pi} = 7,05 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$
3)		$\frac{\omega_3}{2\pi} = 2 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$

5. Два тела с массами  $M$  и  $m$ , связанные пружиной с жёсткостью  $s$ , находятся на плоскости и могут скользить по ней без трения. На тело с массой  $M$  действует сила  $F_0 \cdot \sin(\omega t)$ , направленная параллельно плоскости. При какой частоте  $\omega$  тела массой  $M$  будет оставаться неподвижным?
6. Определить, насколько резонансная частота отличается от частоты  $\nu_0 = 1 \text{ кГц}$  собственных колебаний системы, характеризуемой коэффициентом затухания  $\gamma = 400 \text{ с}^{-1}$ .
7. Некоторая резонансная кривая соответствует осциллятору с логарифмическим декрементом  $\varepsilon = 1,6$ . Найти для этой кривой отношение максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень низкой частоте.
8. Материальная точка (шарик) движется между параллельными стенками со скоростью  $v$ , направленной перпендикулярно к стенкам. Расстояние  $L$  между стенками медленно меняется (с постоянной скоростью  $V$ ). Найти зависимость скорости шарика от расстояния между стенками.

9. Найти зависимость амплитуды колебаний математического маятника от времени при условии, что его длина медленно меняется со временем:  $l = l(t)$ .
10. Имеются два оптических резонатора (конфокальный и Фабри–Перо) с одинаковым расстоянием между зеркалами. Найти зависимость отношения добротностей этих резонаторов от коэффициента отражения зеркал при заданной длине волны  $\lambda$  светового поля.
11. На зеркальную поверхность площадью  $s = 5 \text{ см}^2$  падает нормально поток излучения  $\Phi_e = 0,88 \text{ Вт}$ . Определить давление  $P$  и силу давления  $F$  на эту поверхность.