

0200

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

Бородавкин В.А.

03 2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.В.06 Материалы в пружинном производстве**

Направление подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Квалификация	Магистр
Профиль	Механика процессов обработки давлением
Форма обучения	Очная
Факультет	Е «Оружие и системы вооружения»
Выпускающая кафедра	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)											Вид итогового контроля		
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ					САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА							
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	РЕФЕРАТ	ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	СЕССИЯ
							ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
1	1	3	108	34	-	-	34	-	-	74	-	-	-	74	-	Диф. ЗАЧЕТ

Начальник отдела основных  
образовательных программ  
\_\_\_\_\_/ А.А.Русина

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

*/оборотная сторона титульного листа/*

Рабочая программа составлена в соответствии с:

требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утвержденного приказом Минобрнауки от 21.11.2014 № 1490 (зарегистрирован Минюстом России 16.12.2014, регистрационный № 35191);

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2017, регистрационный № 47415);

Положением об образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, утвержденным приказом от 01.09.2017 № 319-О.

Программу составили: кафедра Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем,

Ремшев Е.Ю., доцент, к.т.н., доцент

Нестеров Н.И., доцент, к.т.н., доцент

Эксперт: советник Президента Санкт-Петербургской  
торгово-промышленной палаты, к.т.н. Ревин Н.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем «20» 02 2020 г.

Заведующий кафедрой Игнатенко В.В., к.т.н.

Согласовано:

Председатель Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 150000 Metallurgy, Машиностроение, Материаловедение

д.т.н., профессор Иванов К.М.

Дисциплина обеспечена основной учебной литературой

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

## **Б1.В.В.06 Материалы в пружинном производстве**

---

### Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО _____	3
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	4
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	6
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
Приложения к рабочей программе дисциплины	
Приложение 1. Аннотация рабочей программы _____	8
Приложение 2. Технологии и формы преподавания _____	9
Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы _____	11
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	13
Приложение 5. Фонды оценочных средств _____	14
Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы _____	18
Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу _____	19

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование **профессиональных компетенций**:

ПК-10 – способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований;

ПК-11 – готовность самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры.

Формированию указанной компетенции служит достижение следующих результатов образования:

### знания:

на уровне представлений: виды современных расчетно-графических программ используемых в пружинном производстве (ПК-10, ПК-11);

на уровне воспроизведения операции навивки и термообработки (ПК-10, ПК-11);

на уровне понимания: технологии прогнозирования эксплуатационных свойств упругих элементов (ПК-10, ПК-11);

### умения:

теоретические - выбор материала для изготовления пружин (ПК-10, ПК-11);

практические – методика разработки технологических процессов изготовления пружин (ПК-10, ПК-11);

### навыки:

теоретические - выбор принципиальной схемы изготовления и режимов термомеханической обработки пружин из различных материалов (ПК-10, ПК-11);

практические – проектирование упругих элементов (ПК-10, ПК-11).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Материалы в пружинном производстве» является дисциплиной вариативной части Блока 1 программы и входит в число дисциплин по выбору студента.

Содержание дисциплины является дополнением к изучаемым в первом семестре дисциплинам «Экспериментальные исследования в обработке металлов давлением», «Математическое моделирование процессов обработки давлением».

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ (%)	
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПК-10	ПК-11
1	1	1	Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства. 1.1.Особенности конструкций 1.2.Эксплуатационные свойства 1.3. Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.	16	6	-	6	-	11	15	15
		2	Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов. 2.1.Структура технологического процесса 2.2.Особенности технологических операций изготовления пружин	19	6	-	6	-	13	20	20
		3	Раздел 3. Методы исследований и испытаний материалов 3.1. Металлографические методы исследования 3.2. Определение механических свойств	13	4	-	4	-	9	15	15
		4	Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии 4.1.Закономерности между параметрами акустической эмиссии и релаксационной стойкостью 4.2.Методика прогнозирования релаксационной стойкости тарельчатых пружин	36	10	-	10	-	26	30	30

		5	<b>Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин</b> 5.1.Свойства титана и его сплавов 5.2.Фазовые превращения в титановых сплавах 5.3.Термическая обработка титановых сплавов 5.4. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин	23	8	-	8	-	15	20	20
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>				<b>108</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>74</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.2.Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства.	Особенности конструкций. Эксплуатационные свойства.	6
2		Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.	
3			
4	Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов.	Структура технологического процесса	6
5		Особенности технологических операций изготовления пружин	
6			
7	Раздел 3. Методы исследований и испытаний материалов	Металлографические методы исследования.	4
8		Определение механических свойств.	
9	Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии	Закономерности между параметрами акустической эмиссии и релаксационной стойкостью.	10
10		Методика прогнозирования релаксационной стойкости тарельчатых пружин	
11			
12			
13			
14	Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин	Свойства титана и его сплавов. Фазовые превращения в титановых сплавах. Термическая обработка титановых сплавов.	8
15			
16			
17		Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин.	
Итого:			34

### 3.1. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	СРС (час)
Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства.	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	11
Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов.	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	13
Раздел 3. Методы исследований и испытаний материалов	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	9
Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Выполнение и оформление отчета по индивидуальному заданию №1	26
Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин	Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы. Выполнение и оформление отчета по индивидуальному заданию №2	15
<b>ВСЕГО:</b>		<b>74</b>

Варианты домашних заданий включены в состав УМК дисциплины.

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1									П				ИЗ-1			ИЗ-2	Диф. зачёт

Условные обозначения:

- П – оценка посещаемости занятий;
- ИЗ-1 – сдача первого индивидуального задания;
- ИЗ-2 – сдача второго индивидуального задания;
- Диф. зачёт – дифференцированный зачёт.

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим лабораторные занятия по дисциплине, в форме оценки посещаемости занятий

**Рубежная аттестация** студентов проводится по итогам половины семестра в форме оценки посещаемости.



**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачёта.

Фонды оценочных средств, включающие список вопросов по дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Основная литература:**

1. **Титов, Андрей Валерьевич.** Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур ; ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 110 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 90. - Прил.: с. 91-109. - ISBN 978-5-85546-778-9 (55 экз.).

2. **Технология обеспечения эксплуатационных** характеристик упругих элементов из титановых сплавов [Текст] / Е. Ю. Ремшев [и др.] ; науч. ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2016. - 75 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 73-74. - ISBN 978-5-85546-986-8 (2 экз.).

3. **Конструкционные стали и сплавы** [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьёва [и др.] ; ред. Г. А. Воробьёва. - СПб. : Политехника, 2013. - 439 с. : схемы, табл., фото, граф. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 436-439. - Прил.: с. 413-435. - ISBN 978-5-7325-1010-2 (150 экз.).

### **5.2.Дополнительная литература:**

1. Н.А. Бунина Устройство для испытания образцов при сложных напряженных состояниях.- Л.ЛНЦНТИ,1989.- 4 с.

2. ГОСТ 27655-88. Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения.

3. **Неразрушающий контроль и диагностика** [Текст] : справочник / В. В. Клюев [и др.] ; ред. В. В. Клюев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение : НИИИН МНПО "СПЕКТР", 2003. - 656 с. : ил, граф., табл. - Загл. на доп.тит.листе : НКиД. - Авторы указаны на доп. тит. л. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-217-03178-6 4. И.Ф. Прохоренко Унифицированные пружины сжатия- М. Металлургия,1985.-695с. (16 экз.).

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com), [www.library.voenmeh.ru](http://www.library.voenmeh.ru).

5.4. Информационные технологии при осуществлении образовательного процесса: возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1) лаборатории обработки металлов давлением (ауд. 102, 111), испытательные машины, пресса.

2) натурные образцы пружин.

3) приспособления для испытания пружин.

4) комплект чертежей изделий для разработки пружин и технологии их изготовления.



### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Материалы в пружинном производстве» является вариативной дисциплиной Блока 1 программы и входит в число дисциплин по выбору студента. Дисциплина реализуется на факультете Е «Оружие и системы вооружений» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «Е4» «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций: ПК-10 – способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований; ПК-11 – готовность самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией изготовления и испытаний пружин различного назначения из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме оценки посещаемости занятий, рубежный контроль в форме оценки посещаемости и выполнения индивидуального задания, итоговый контроль в форме дифференциального зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены, практические (34 часа) занятия и 74 часа самостоятельной работы студента.

## **ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

### **Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

#### **I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

**Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задач

#### **II. Виды и содержание учебных занятий**

##### **Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства**

Практические занятия - 6 часов.

Занятие 1. Особенности конструкций пружин. Эксплуатационные свойства.

Занятия 2, 3. Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.

##### **Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов**

Практические занятия - 6 часов.

Занятие 4. Структура технологического процесса.

Занятия 5, 6. Особенности технологических операций изготовления пружин.

##### **Раздел 3. Деформация и механические свойства металлов**

Практические занятия - 4 часа.

Занятие 7. Свойства металлов и сплавов. Упругая и пластическая деформация.

Занятие 8. Наклеп и рекристаллизация.

**Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости  
тарельчатых пружин методом акустической эмиссии**

Практические занятия - 10 часов.

Занятие 9. Закономерности между параметрами акустической эмиссии и релаксационной стойкостью.

Занятия 10 – 13. Практическое изучение методики прогнозирования релаксационной стойкости пружин методом акустической эмиссии.

**Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов  
и релаксационную стойкость пружин**

Практические занятия - 8 часов.

Занятие 14. Свойства титана и его сплавов. Фазовые превращения в титановых сплавах. Термическая обработка титановых сплавов.

Занятия 15 - 17. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин. Практическое изучение методики АТАО.

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 34 часа аудиторных занятий и 74 часа, отведенные на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (приказ ректора от 28.12.2018 № 580-О).

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства.</b>			
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	Особенности конструкций. Эксплуатационные свойства. Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.	11	Основная литература: №1, стр.47-66; №2, стр.3-10.
<b>Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов.</b>			
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	Структура технологического процесса. Особенности технологических операций изготовления пружин	13	Основная литература: №2, стр.10-35.
<b>Раздел 3. Деформация и механические свойства металлов.</b>			
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	Свойства металлов и сплавов. Упругая и пластическая деформация. Наклеп и рекристаллизация.	9	Основная литература: №3, стр.27-34.

<b>Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии</b>			
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии	10	Основная литература: №1, стр.69-86; №2, стр.22-47. Дополнительная литература: №2.
Оформление отчета по индивидуальному заданию №1	Прогнозирование релаксационной стойкости пружин методом акустической эмиссии.	16	Основная литература: №2 стр.54-67. Дополнительная литература: №2.
Итого по разделу 4		26	
<b>Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин</b>			
Изучение материалов практических занятий и рекомендованной литературы	Свойства титана и его сплавов. Фазовые превращения в титановых сплавах. Термическая обработка титановых сплавов. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин.	4	Основная литература: №3, стр.266-269. Дополнительная литература: №3.
Оформление отчета по индивидуальному заданию №2	Аэротермоакустическая обработка материалов и изделий	11	Основная литература: №2, стр.67-73. Дополнительная литература: №3.
Итого по разделу 5		15	
Итого		74	

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	Написание конспекта основных понятий и определений: кратко, схематично, последовательно, аккуратно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить особое внимание следующим понятиям: определение механических характеристик, исследование микроструктуры, акустическая эмиссия. Получить задание и внимательно изучить требования к выполнению индивидуальных заданий. Для выполнения индивидуального задания №1 использовать Рекомендованную литературу. Для выполнения индивидуального задания №2 – ГОСТ 5639 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.
Самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы необходимо изучить термины и определения. Кроме этого необходимо оформить отчет о лабораторных работах №1 и №2 по ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
Подготовка к дифференцированному зачету	Для получения зачета необходимо на вопросы по разделам, предоставить отчеты о выполненных лабораторных работах №1 и №2.

### ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего и рубежного контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

1. Варианты индивидуального задания №1 и №2 (ИЗ1, ИЗ2).
2. Вопросы для дифференцированного зачета (Диф. зач).

Выполненные отчеты по индивидуальным заданиям помещены в УМК дисциплины и хранятся на кафедре.

#### Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	<div> <div>НАИМЕНОВАНИЕ</div> <div>РАЗДЕЛОВ И</div> <div>ДИДАКТИЧЕСКИХ</div> <div>ЕДИНИЦ</div> </div>	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ (%)		<div> <div>НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО</div> <div>СРЕДСТВА</div> </div>
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПК-10	ПК-11	
1	1	1	<div> <div>Раздел 1. Разновидности пружин и упругих элементов, особенности конструкций и эксплуатационные свойства.</div> <div> <div>1.1. Особенности конструкций</div> <div>1.2. Эксплуатационные свойства</div> <div>1.3. Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.</div> </div> </div>	16	6	-	6	-	11	15	15	Диф. зач



2	<b>Раздел 2. Особенности технологии изготовления пружин из различных материалов.</b> 2.1. Структура технологического процесса 2.2. Особенности технологических операций изготовления пружин	19	6	-	6	-	13	20	20	Диф. зач
3	<b>Раздел 3. Методы исследований и испытаний материалов</b> 3.1. Металлографические методы исследования 3.2. Определение механических свойств	13	4	-	4	-	9	15	15	Диф. зач
4	<b>Раздел 4. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии</b> 4.1. Закономерности между параметрами акустической эмиссии и релаксационной стойкостью 4.2. Методика прогнозирования релаксационной стойкости тарельчатых пружин	36	10	-	10	-	26	30	30	Диф. зач., ИЗ1
5	<b>Раздел 5. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин</b> 5.1. Свойства титана и его сплавов 5.2. Фазовые превращения в титановых сплавах 5.3. Термическая обработка титановых сплавов 5.4. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин	23	8	-	8	-	15	20	20	Диф. зач., ИЗ2
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>		<b>108</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>74</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

#### Варианты индивидуального задания №1

1. Кратковременное обжатие с регистрацией сигналов акустической эмиссии тарельчатой пружины из титанового сплава BT23.
2. Кратковременное обжатие с регистрацией сигналов акустической эмиссии тарельчатой пружины из рессорно-пружинной стали 60C2A.
3. Заневоливание с регистрацией сигналов акустической эмиссии тарельчатой пружины из титанового сплава BT23.
4. Заневоливание с регистрацией сигналов акустической эмиссии тарельчатой пружины из рессорно-пружинной стали 60C2A.
5. Установление закономерностей между микроструктурой тарельчатой пружины из сплава BT23 и параметрами акустической эмиссии.
6. Установление закономерностей между микроструктурой тарельчатой пружины из рессорно-пружинной стали 60C2A и параметрами акустической эмиссии

7. Кратковременное обжатие с регистрацией сигналов акустической эмиссии винтовой пружины из титанового сплава ТС6.
8. Кратковременное обжатие с регистрацией сигналов акустической эмиссии винтовой пружины из рессорно-пружинной стали 60С2ВА.
9. Заневоливание с регистрацией сигналов акустической эмиссии винтовой пружины из титанового сплава ТС6.
10. Заневоливание с регистрацией сигналов акустической эмиссии винтовой пружины из рессорно-пружинной стали 60С2ВА.
11. Установление закономерностей между микроструктурой винтовой пружины из сплава ТС6 и параметрами акустической эмиссии.
12. Установление закономерностей между микроструктурой винтовой пружины из сплава 60С2А и параметрами акустической эмиссии.
13. Количественная оценка релаксационной стойкости тарельчатых пружин из титанового сплава на основе уровня сигналов акустической эмиссии.
14. Количественная оценка релаксационной стойкости тарельчатых пружин из рессорно-пружинной стали на основе уровня сигналов акустической эмиссии.

#### **Варианты индивидуального задания №2**

1. Аэротермоакустическая обработка ВТ23 в исходном состоянии.
2. Аэротермоакустическая обработка ВТ23 в процессе старения.
3. Аэротермоакустическая обработка готовой тарельчатой пружины.
4. Аэротермоакустическая обработка ТС6 в исходном состоянии.
5. Аэротермоакустическая обработка ТС6 в процессе старения.
6. Аэротермоакустическая обработка ВТ16 в исходном состоянии.
7. Аэротермоакустическая обработка ВТ23 в процессе старения.

#### **Вопросы для дифференцированного зачета**

1. Особенности конструкций винтовых пружин.
2. Эксплуатационные свойства тарельчатых пружин.
3. Пружинные материалы со специальными свойствами из труднодеформируемых, высоколегированных, термомеханически упрочняемых сплавов.
4. Особенности конструкций тарельчатых пружин.
5. Особенности конструкций спиральных пружин.
6. Основные операции технологии изготовления тарельчатых пружин.
7. Основные операции технологии изготовления винтовых пружин.
8. Основные операции технологии изготовления спиральных пружин.
9. Заневоливание. Остаточные напряжения.
10. Классификация остаточных напряжений.

#### **Критерии оценивания**

##### **Отчеты по индивидуальным заданиям**

Для получения зачета отчеты должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.32, содержать исходное задание, чертежи и эскизы исходных заготовок и пружин.

Отчет по индивидуальному заданию №1 состоит из 2-х разделов: «Постановка задачи. Методика проведения », «Результаты экспериментального исследования». Первый раздел

должен быть выполнен в соответствии с практическими рекомендациями, второй в соответствии с рекомендованной литературой.

Отчет по индивидуальному заданию №2 должен содержать 1 раздел «Исходное состояние микроструктуры полуфабриката пружин», и выполнен в соответствии с ГОСТ 5639. Отчеты оформляются каждым студентом самостоятельно.

### **Дифференцированный зачёт**

Оценку за дифференцированный зачёт рекомендуется проставлять по результатам ответа студента на вопросы. Для оценки “отлично” студент должен дать полный и развёрнутый ответ на три вопроса. За ответ на три вопроса, содержащий мелкие неточности или представленный не в полной мере, или развёрнутый ответ на два вопроса из трёх студенту рекомендуется выставить оценку “хорошо”. Оценка “удовлетворительно” выставляется студенту при ответе на два вопроса из трёх или ответ на три вопроса представленный не в полной мере (пробелы в приведении основных сведений).

## СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: **Материалы в пружинном производстве.**

2. Кафедра: Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

3. Перечень основной учебной литературы:

3.1. **Титов, Андрей Валерьевич.** Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур ; ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 110 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 90. - Прил.: с. 91-109. - ISBN 978-5-85546-778-9 (55 экз.).

3.2. **Титов, Андрей Валерьевич.** Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур ; ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01970.pdf. - Библиогр.: с. 90. - Прил.: с. 91-109. - ISBN 978-5-85546-778-9.

3.3. **Технология обеспечения эксплуатационных характеристик упругих элементов из титановых сплавов** [Текст] / Е. Ю. Ремшев [и др.] ; науч. ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2016. - 75 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 73-74. - ISBN 978-5-85546-986-8 (2 экз.).

3.4. **Технология обеспечения эксплуатационных характеристик упругих элементов из титановых сплавов** [Электронный ресурс] / Е. Ю. Ремшев [и др.] ; науч. ред. Г. А. Данилин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фот. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02511.pdf. - Библиогр.: с. 73-74. - ISBN 978-5-85546-986-8.

3.5. **Конструкционные стали и сплавы** [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.] ; ред. Г. А. Воробьева. - СПб. : Политехника, 2013. - 439 с. : схемы, табл., фото, граф. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 436-439. - Прил.: с. 413-435. - ISBN 978-5-7325-1010-2 (150 экз.).

4. Перечень дополнительной учебной литературы:

4.1. **Неразрушающий контроль и диагностика** [Текст] : справочник / В. В. Клюев [и др.] ; ред. В. В. Клюев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение : НИИИН МНПО "СПЕКТР", 2003. - 656 с. : ил, граф., табл. - Загл. на доп.тит.листе : НКиД. - Авторы указаны на доп. тит. л. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-217-03178-6 4. И.Ф. Прохоренко Унифицированные пружины сжатия- М. Металлургия, 1985.-695с. (16 экз.).

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ (Н.В. Сесина)

Приложение 7  
к рабочей программе дисциплины  
«Материалы в пружинном производстве»

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ  
НА 202\_\_\_/202\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика Е4 «\_\_\_»\_\_\_\_\_202\_\_\_г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/