

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«29» марта 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

2.1.4.2 Механические свойства материалов и методы их определения

## **НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

2.5.2 Машиноведение

Братск, 2023

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	3
1.1 Цель дисциплины .....	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы .....	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины .....	3
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ</b> .....	4
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения .....	4
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость .....	4
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2 Содержание лекционных занятий.....	5
3.3 Практические занятия, семинары.....	8
3.4 Контрольные мероприятия .....	8
<b>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	9
4.1 Рекомендуемая литература .....	9
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» ....	9
<b>5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	11
<b>6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	11
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	13
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	15
<b>Приложение 3.</b> Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....	21

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является: углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 2.5.2 – Машиноведение в области определения количественных оценок необходимых для выбора материалов обеспечивающих комплекс свойств при их эксплуатации.

## 1.2. Задачи дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: научить аспиранта получать новые знания, умения и компетенции для последующего их использования при работе над диссертацией.

## 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Механические свойства материалов и методы их определения» относится к вариативной части.

Дисциплина «Механические свойства материалов и методы их определения» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: материаловедение, сопротивление материалов.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Механические свойства материалов и методы их определения» представляет основу для изучения дисциплин: оптимальное проектирование машин, основы теории трения и изнашивания, материалы в машиностроении.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации Исследователь. Преподаватель-исследователь.

## 1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	
<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении.</li><li>- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;</li><li>- планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</li><li>- формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению;</li><li>- прикладное программное обеспечение;<ul style="list-style-type: none"><li>- закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</li></ul></li><li>- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;</li></ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.</li><li>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</li><li>- осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</li><li>- осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;</li><li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li><li>- определять и проводить статистическую обработку результатов механических</li></ul>

	испытаний; - определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;
<b>владеть:</b>	- Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования. - методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов. - планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов. - навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы. - созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований. - методами определения основных механических свойств материалов. - методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Трудоемкость дисциплины в часах					Реферат	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
		Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очная	2	108	48	24	24	60	-	зачёт

### 2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	Распределение по курсам, час
		КУРС
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	2
Лекции (Лк)	24	2
Практические занятия (ПЗ)	24	2
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	60	2
Подготовка к практическим занятиям	30	2
Подготовка к зачету	30	2
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)</b>	зачёт	2
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	108	-
зач. ед.	3	2

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Напряжения и деформации	2	-	6	8
2.	Классификация механических испытаний	2	6	6	14
3.	Упругие свойства	2	-	6	8
4.	Пластическая деформация	2	-	6	8
5.	Деформационное упрочнение материалов	2	-	6	8
6.	Механические свойства, определяемые при статических испытаниях	2	6	6	14
7.	Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях	2	6	6	14
8.	Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях	2	6	6	14
9.	Влияние температуры на прочность и пластичность материалов	2	-	6	10
10.	Разрушение материалов	3	-	3	6
11.	Новый подход к оценке механических свойств	3	-	3	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

#### 3.2. Содержание лекционных занятий

Номер, наименование разделов дисциплины	Наименование тем (разделов)	Объем в часах	Вид занятия в инновационной форме
1. Напряжения и деформации	<b>Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств.</b> 1. Напряжения. 2. Нормальные и касательные напряжения. 3. Тензор напряжений. 4. Деформация. 5. Тензор деформации.	2	-
2. Классификация механических испытаний	<b>Классификация механических испытаний</b> 1. Способы нагружения образцов. 2. Статические нагрузки. 3. Динамические нагрузки. 4. Циклические нагрузки. 5. Испытания на твердость. 6. Испытания на ползучесть и длительную прочность. 7. Условия подобия механических испытаний.	2	-
3. Упругие свойства и неполная упругость металлов.	<b>Упругие свойства</b> 1. Закон Гука. 2. Константы упругих свойств. 3. Модуль Юнга, модуль сдвига и коэффициент Пуассона 4. Методы определения упругих свойств: 5. Резонансный метод. 6. Импульсный метод. 7. Крутильный маятник 8. Неполная упругость металлов. Эффект	2	-

	<p>Баушингера.</p> <p><b>Упругое последствие. Внутреннее трение</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Упругие свойства.</li> <li>2. Эффект Баушингера.</li> <li>3. Упругое последствие.</li> <li>4. Внутреннее трение.</li> <li>5. Экспериментальные методы определения внутреннего трения.</li> <li>6. Блок-схема крутильного маятника.</li> </ol>		
4. Пластическая деформация	<p><b>Механизмы пластической деформации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пластическая деформация.</li> <li>2. Механизмы пластической деформации.</li> <li>3. Деформация скольжением.</li> <li>4. Деформация двойникованием</li> <li>5. Схема макроудлинения.</li> <li>6. Влияние некоторых факторов на пластическую деформацию скольжением.</li> </ol>	2	-
5. Деформационное упрочнение материалов	<p><b>Деформационное упрочнение. Влияние различных факторов на структуру и свойства деформированных металлов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деформационное упрочнение металлов.</li> <li>2. Коэффициент деформационного упрочнения.</li> <li>3. Условия деформационного упрочнения.</li> <li>4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.</li> <li>5. Причины расхождения кривых <math>S-e</math> при разных температурах.</li> <li>6. Влияние легирования и примесей на вид кривых напряжения.</li> <li>7. Сверхпластичность.</li> </ol>	3	-
6. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях	<p><b>Испытания на растяжение и характерные точки диаграммы растяжения</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Испытания на одноосное растяжение.</li> <li>2. Прочностные свойства.</li> <li>3. Стандартные образцы для испытаний на растяжение.</li> <li>4. Разновидности первичных диаграмм растяжения.</li> <li>5. Предел пропорциональности.</li> <li>6. Предел текучести.</li> <li>7. Предел прочности.</li> </ol> <p><b>Испытания на сжатие</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительное укорочение и относительное уширение.</li> <li>2. Схема испытания на сжатие.</li> <li>3. Геометрия образцов при испытаниях на сжатие.</li> <li>4. Способы уменьшения силы трения на опорных поверхностях образца.</li> <li>5. Схемы разрушения при испытаниях на сжатие.</li> <li>6. Методика определения прочностных свойств по диаграмме сжатия.</li> <li>7. Истинное напряжение сжатия.</li> </ol> <p><b>Испытания на изгиб и кручение</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы нагружения образца при испытаниях на изгиб.</li> <li>2. Неоднородное напряженное состояние в</li> </ol>	2	-

	<p>изгибаемом образце.</p> <p>3. Образцы для испытаний на изгиб.</p> <p>4. Диаграмма изгиба.</p> <p>5. Графические методы определения прочностных свойств по диаграмме изгиба.</p> <p>6. Испытания на кручения.</p> <p>7. Диаграмма кручения.</p>		
7. Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях	<p><b>Ударная вязкость</b></p> <p>1. Основные образцы при динамических испытаниях.</p> <p>2. Схема ударного изгиба на маятниковом копре.</p> <p>3. Величина работы деформации и разрушения.</p> <p>4. Ударная вязкость.</p> <p>5. Способы повышения точности результатов динамических испытаний.</p> <p>6. Схемы объемного растяжения.</p>	2	-
8. Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях	<p><b>Циклические испытания</b></p> <p>1. Усталость и выносливость.</p> <p>2. Усталостная трещина.</p> <p>3. Задача усталостных испытаний.</p> <p>4. Современные методы испытаний на усталость</p> <p>5. Цикл напряжений.</p> <p>6. Стандартные образцы.</p> <p>7. Предел выносливости.</p>	3	-
9. Влияние температуры на прочность и пластичность материалов	<p><b>Жаропрочность. Ползучесть</b></p> <p>1. Жаропрочность.</p> <p>2. Предел кратковременной прочности.</p> <p>3. Ползучесть.</p> <p>4. Логарифмическая ползучесть.</p> <p>5. Процесс возврата.</p> <p>6. Скорость ползучести.</p> <p>7. Повышение характеристик жаропрочности.</p>	2	-
10. Разрушение материалов	<p><b>Разрушение материалов</b></p> <p>1. Виды разрушения.</p> <p>2. Схемы разрушения.</p> <p>3. Отрыв.</p> <p>4. Срез.</p> <p>5. Стадии хрупкого и вязкого разрушения.</p> <p>6. Механика разрушения.</p> <p>7. Теория Гриффитса.</p> <p><b>Хрупкое и вязкое разрушение</b></p> <p>1. Вязкое разрушение.</p> <p>2. Условия зарождения и развития вязких трещин.</p> <p>3. Образование центральной трещины.</p> <p>4. Формы изломов при вязком разрушении.</p> <p>5. Хрупкая трещина.</p> <p>6. Формы изломов при хрупком разрушении.</p> <p>7. Критерий Гриффитса.</p>	2	-

11. Новый подход к оценке механических свойств	<b>Синергетика</b> 1. Синергетика. 2. Точка бифуркации. 3. Диссипативные структуры. 4. Самоорганизующиеся процессы. 5. Автоволны. 6. Универсальное свойство нелинейных систем. 7. Теория фракталов.	<b>2</b>	-
<b>ИТОГО</b>		<b>24</b>	-

### 3.3. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1	<b>2.</b>	Методики проведения испытаний на твердость	6	-
2	<b>6.</b>	Статические испытания Методика определения прочностных свойств по диаграмме сжатия, диаграмме растяжения, диаграмме кручения. Графические методы определения прочностных свойств по диаграмме изгиба.	6	-
3	<b>7.</b>	Методики проведения динамических испытаний	6	-
4	<b>8.</b>	Методика проведения усталостных испытаний.	6	-
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>	-

### 3.4. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.



#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>4.1. Рекомендуемая литература</b>					
<b>4.1.1. Основная литература</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	В. Л. Тарасов.	Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов	М.: МГУЛ, 2005	20	-
<b>4.1.2. Дополнительная литература</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	Б.И. Баранчиков, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов.	Обработка специальных материалов в машиностроении: справ	М.: Машиностроение, 2002.	10	-
2	К.Е. Зоткин.	Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении	М.: Форум-ИНФРА-М, 2008	10	-
3	С.Ю. Быков, С.А. Схиртладзе	Испытания материалов	Старый Оскол: ТНТ, 2009	13	-
4	А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.Б. Кашировский и др	Марочник сталей и сплавов: справочное издание	М.: Машиностроение, 2003	5	-
<b>4.1.3. Методические разработки</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>					
1	Электронный каталог библиотеки БрГУ <a href="http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID=">http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID=</a>				
2	Электронная библиотека БрГУ <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog">http://ecat.brstu.ru/catalog</a> .				
3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> .				
4	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> .				
5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> .				
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>				
7	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a> .				
8	Национальная электронная библиотека НЭБ <a href="http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/">http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/</a>				
9	Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL: <a href="http://www.gnpbu.ru">http://www.gnpbu.ru</a>				
10	Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <a href="https://lib.ranepa.ru/ru">https://lib.ranepa.ru/ru</a>				

11	Электронная гуманитарная библиотека МГУ. – URL: <a href="http://gumfak.ru">http://gumfak.ru</a> .
12	Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <a href="http://nbmgu.ru">http://nbmgu.ru</a>
13	Электронный журнал «Психолого-педагогические исследования». – URL: <a href="http://psyedu.ru">http://psyedu.ru</a> .
14	Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН. – URL: <a href="http://inion.ru">http://inion.ru</a>
15	Российский государственный гуманитарный университет, научная библиотека. – URL: <a href="https://liber.rsu.ru">https://liber.rsu.ru</a> .
16	Российская государственная библиотека. – URL: <a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>
<b>4.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
1	ОС Windows 7 Professional;
2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
4	Ай-Логос Система дистанционного обучения;
5	Программное обеспечение для мультимедиа-лингвистического комплекта RINEL-LINGO, позволяющего реализовать функциональные возможности мультимедийного компьютерного класса;
6	ПО "Антиплагиат".
<b>4.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
1	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
3	Электронная библиотека БрГУ
4	Электронный каталог библиотеки БрГУ
5	«Университетская библиотека online»
6	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№ аудитории</i>	<i>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>	<i>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>
1	2	3
3108	Лаборатория материаловедения. Термический участок (мультимедийный класс)	Системный блок JRU-corp i5-3470DVR+ Монитор Samsung 21.5 Телевизор LED 47 LG 47 (119см.) LB677V
№1-№5	Лаборатория материаловедения. Термический участок (мультимедийный класс) лаборатория сопротивление материалов.	Учебная мебель. Стационарный измеритель твердости по Роквеллу ТН 300; - Портативный спектрометр металлов и сплавов ХМЕТ-5000 ; - Электродпечь муфельная SNOL 30/1100; - Электродпечь муфельная SNOL 6.7/1300; - Динамометр электронный образцовый сжатия ДМС-200МГ4; Металлографический комплекс МК-01-1, включающий: - металлографический микроскоп Ломо ЛВ42 с ЦВК 3.0 МПикс; - систему анализа изображения Image Expert Pro 3; автоматический отрезной станок Полилаб Р80А; автоматический шлифовально-полировальный станок Полилаб П12М+; - автоматический пресс Полилаб С50. Разрывная электромеханическая машина РЭМ-100-1.
2101	Читальный зал № 1	- Учебная мебель - Оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); - принтер HP LaserJet P2055D

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Практическое занятие ограничено связано с другими формами организации учебно-воспитательного процесса, включая, прежде всего, самостоятельную работу аспирантов. На практические занятия выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки аспирантов.

Особенностью практического занятия является возможность равноправного и активного участия каждого аспиранта в обсуждении рассматриваемых вопросов.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе практических занятий принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету и экзамену повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет, экзамен и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу аспирантов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

# АННОТАЦИЯ

## рабочей программы дисциплины

### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

#### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение в области определения количественных оценок необходимых для выбора материалов обеспечивающих комплекс свойств при их эксплуатации.

Задачей изучения дисциплины является: научить аспиранта получать новые знания, умения и компетенции для последующего их использования при работе над диссертацией.

#### 2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Напряжения и деформации;
- 2 - Классификация механических испытаний;
- 3 - Упругие свойства;
- 4 - Пластическая деформация;
- 5 - Деформационное упрочнение материалов;
- 6 - Механические свойства, определяемые при статических испытаниях;
- 7 - Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях;
- 8 - Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях;
- 9 - Влияние температуры на прочность и пластичность материалов;
- 10 - Разрушение материалов;
- 11 - Новый подход к оценке механических свойств.

#### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	
<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении.</li> <li>- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;</li> <li>- планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</li> <li>- формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению;</li> <li>- прикладное программное обеспечение;               <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</li> </ul> </li> <li>- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;</li> </ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.</li> <li>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</li> <li>- осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;</li> <li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>- определять и проводить статистическую обработку результатов механических испытаний;</li> <li>- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;</li> </ul>
<b>владеть:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.</li> <li>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</li> <li>- планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.</li> <li>- навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.</li> <li>- созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований.</li> <li>- методами определения основных механических свойств материалов.</li> <li>- методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</li> </ul>

**4. Вид промежуточной аттестации: Зачёт**

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 1. Описание фонда оценочных средств

<i>№</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>ФОС</i>
1	2	3	4
1	1. Напряжения и деформации	1.1 Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств.	<i>Вопросы к зачету № 1.1-1.6.</i>
2	2. Классификация механических испытаний	2.1Классификация механических испытаний	<i>Вопросы к зачету №2.1-2.6.</i>
3	3. Упругие свойства	3.1 Упругие свойства Упругое последствие.	<i>Вопросы к зачету №3.1-3.13.</i>
4	4. Пластическая деформация	4.1 Механизмы пластической деформации	<i>Вопросы к зачету №4.1-4.6.</i>
5	5. Деформационное упрочнение материалов	5.1 Деформационное упрочнение.	<i>Вопросы к зачету №5.1-5.7</i>
6	6. Влияние температуры на прочность и пластичность материалов	6.1Жаропрочность. 6.2Ползучесть	<i>Вопросы к зачету №6.1-6.7</i>
7	7. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях	7.1 Испытания на растяжение Испытания на сжатие 7.2 Испытания на изгиб и кручение	<i>Вопросы к зачету № 7.1-7.21</i>
8	8. Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях	8.1Ударная вязкость	<i>Вопросы к зачету №8.1-8.6</i>
9	9. Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях	9.1Циклические испытания	<i>Вопросы к зачету №9.1-9.7</i>
10	10. Разрушение материалов	10.1 Разрушение материалов 10.2 Хрупкое и вязкое разрушение	<i>Вопросы к зачету №10.1-10.14</i>
11	11. Новый подход к оценке механических свойств	11.1Синергетика	<i>Вопросы к зачету №11.1-11.7</i>

## 2. Текущий контроль

<i>№</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
1		2	3	4
1	Лекция	1. Напряжения и деформации	1.1 Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств.	-
2	Лекция	2. Классификация механических испытаний	2.1 Классификация механических испытаний	Практическое занятие
3	Лекция	3. Упругие свойства	3.1 Упругие свойства Упругое последствие.	-
4	Лекция	4. Пластическая деформация	4.1 Механизмы пластической деформации	-
5	Лекция	5. Деформационное упрочнение материалов	5.1 Деформационное упрочнение.	-
6	Лекция	6. Влияние температуры на прочность и пластичность материалов	6.1 Жаропрочность. 6.2 Ползучесть	Практическое занятие
7	Лекция	7. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях	7.1 Испытания на растяжение Испытания на сжатие 7.2 Испытания на изгиб и кручение	Практическое занятие
8	Лекция	8. Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях	8.1 Ударная вязкость	Практическое занятие
9	Лекция	9. Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях	9.1 Циклические испытания	-
10	Лекция	10. Разрушение материалов	10.1 Разрушение материалов 10.2 Хрупкое и вязкое разрушение	-
11	Лекция	11. Новый подход к оценке механических свойств	11.1 Синергетика	-



### 3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «*Механические свойства материалов и методы их определения*» проводится в форме Зачёта

<b>№ п/п</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ (ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ)</b>	<b>№ и наименование раздела (согласно р.3)</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств.</li> <li>2. Напряжения.</li> <li>3. Нормальные и касательные напряжения.</li> <li>4. Тензор напряжений.</li> <li>5. Деформация.</li> <li>6. Тензор деформации.</li> </ol>	1. Напряжения и деформации.
<b>2</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы нагружения образцов.</li> <li>2. Статические нагрузки.</li> <li>3. Динамические нагрузки.</li> <li>4. Циклические нагрузки.</li> <li>5. Испытания на твердость.</li> <li>6. Испытания на ползучесть и длительную прочность.</li> <li>7. Условия подбора механических испытаний.</li> </ol>	2. Классификация механических испытаний
<b>3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон Гука.</li> <li>2. Константы упругих свойств.</li> <li>3. Модуль Юнга, модуль сдвига и коэффициент Пуассона</li> <li>4. Методы определения упругих свойств:</li> <li>5. Резонансный метод.</li> <li>6. Импульсный метод.</li> <li>7. Крутильный маятник</li> <li>8. Упругие свойства.</li> <li>9. Эффект Баушингера.</li> <li>10. Упругое последствие.</li> <li>11. Внутреннее трение.</li> <li>12. Экспериментальные методы определения внутреннего трения.</li> <li>13. Блок-схема крутильного маятника.</li> </ol>	3. Упругие свойства.
<b>4</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пластическая деформация.</li> <li>2. Механизмы пластической деформации.</li> <li>3. Деформация скольжением.</li> <li>4. Деформация двойникованием</li> <li>5. Схема макроудлинения.</li> <li>6. Влияние некоторых факторов на пластическую деформацию скольжением.</li> </ol>	4. Пластическая деформация.
<b>5</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деформационное упрочнение металлов.</li> <li>2. Коэффициент деформационного упрочнения.</li> <li>3. Условия деформационного упрочнения.</li> <li>4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.</li> <li>5. Причины расхождение кривых <math>S-e</math> при разных температурах.</li> <li>6. Влияние легирования и примесей на вид кривых напряжения.</li> <li>7. Сверхпластичность.</li> </ol>	5. Деформационное упрочнение материалов.
<b>6</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жаропрочность.</li> <li>2. Предел кратковременной прочности.</li> <li>3. Ползучесть.</li> <li>4. Логарифмическая ползучесть.</li> <li>5. Процесс возврата.</li> <li>6. Скорость ползучести.</li> <li>7. Повышение характеристик жаропрочности.</li> </ol>	6. Влияние температуры на прочность и пластичность материалов.

7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Испытания на одноосное растяжение.</li> <li>2. Прочностные свойства.</li> <li>3. Стандартные образцы для испытаний на растяжение.</li> <li>4. Разновидности первичных диаграмм растяжения.</li> <li>5. Предел пропорциональности.</li> <li>6. Предел текучести.</li> <li>7. Предел прочности.</li> <li>8. Относительное укорочение и относительное уширение.</li> <li>9. Схема испытания на сжатие.</li> <li>10. Геометрия образцов при испытаниях на сжатие.</li> <li>11. Способы уменьшения силы трения на опорных поверхностях образца.</li> <li>12. Схемы разрушения при испытаниях на сжатие.</li> <li>13. Методика определения прочностных свойств по диаграмме сжатия.</li> <li>14. Истинное напряжение сжатия.</li> <li>15. Схемы нагружения образца при испытаниях на изгиб.</li> <li>16. Неоднородное напряженное состояние в изгибаемом образце.</li> <li>17. Образцы для испытаний на изгиб.</li> <li>18. Диаграмма изгиба.</li> <li>19. Графические методы определения прочностных свойств по диаграмме изгиба.</li> <li>20. Испытания на кручения.</li> <li>21. Диаграмма кручения</li> </ol>	7. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях
8	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные образцы при динамических испытаниях.</li> <li>2. Схема ударного изгиба на маятниковом копре.</li> <li>3. Величина работы деформации и разрушения.</li> <li>4. Ударная вязкость.</li> <li>5. Способы повышения точности результатов динамических испытаний.</li> <li>6. Схемы объемного растяжения.</li> </ol>	8. Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях
9	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усталость и выносливость.</li> <li>2. Усталостная трещина.</li> <li>3. Задача усталостных испытаний.</li> <li>4. Современные методы испытаний на усталость</li> <li>5. Цикл напряжений.</li> <li>6. Стандартные образцы.</li> <li>7. Предел выносливости.</li> </ol>	9. Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях
10	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды разрушения.</li> <li>2. Схемы разрушения.</li> <li>3. Отрыв.</li> <li>4. Срез.</li> <li>5. Стадии хрупкого и вязкого разрушения.</li> <li>6. Механика разрушения.</li> <li>7. Теория Гриффитса.</li> <li>8. Вязкое разрушение.</li> <li>9. Условия зарождения и развития вязких трещин.</li> <li>10. Образование центральной трещины.</li> <li>11. Формы изломов при вязком разрушении.</li> <li>12. Хрупкая трещина.</li> <li>13. Формы изломов при хрупком разрушении.</li> <li>14. Критерий Гриффитса.</li> </ol>	10. Разрушение материалов
11	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Синергетика.</li> <li>2. Точка бифуркации.</li> <li>3. Диссипативные структуры.</li> <li>4. Самоорганизующиеся процессы.</li> <li>5. Автоволны.</li> <li>6. Универсальное свойство нелинейных систем.</li> <li>7. Теория фракталов.</li> </ol>	11. Новый подход к оценке механических свойств

#### 4. Критерии и показатели оценивания

<i>Показатели</i>	<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
<p><b>Знать</b> ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5. -основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении. - современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; -планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; -прикладное программное обеспечение; - закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства. -фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;</p> <p><b>Уметь</b> ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5. - использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. - использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; - осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием</p>	<b>отлично</b>	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.</p>
	<b>хорошо</b>	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью преподавателя.</p>
	<b>удовлетворительно</b>	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p>
	<b>неудовлетворительно</b>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология по дисциплине не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося.</p>
<b>зачтено</b>	<p>Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует: - всестороннее знание теоретических основ дисциплины, - выполнение с несущественными ошибками типовых заданий;</p>	

<p>получаемых результатов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;</li> <li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.</li> <li>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</li> <li>- планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.</li> <li>- навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.</li> <li>- созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований.</li> <li>- методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</li> </ul>	<p><b>не зачтено</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин.</li> </ul> <p>Оценка «незачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- существенные пробелы в знании материала;</li> <li>- принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий;</li> <li>- незнание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин</li> </ul>
--	--------------------------	---

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 №951

Учебный план 2023 года начала подготовки утвержден приказом ректора от 17.02.2023 №69

**Программу составил(и):**

Огар П.М, профессор, д.т.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ  
от «21» марта 2023 г., протокол №9

Заведующий кафедрой СДМ

\_\_\_\_\_

С.А. Зеньков

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник

Управления аспирантуры и докторантуры \_\_\_\_\_

Е.В. Нестер

Ответственный за реализацию ОПОП \_\_\_\_\_

П.М. Огар

Директор библиотеки

\_\_\_\_\_

Т.Ф. Сотник

Регистрационный № 622