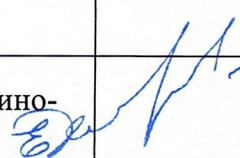

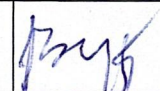






**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Механика деформируемого твердого тела» составлена авторами:**

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Хмельников Е.А.	д.т.н.	заведующий кафедрой	Специальное машиностроение	
2	Никитин М.А.	д.т.н., профессор	профессор	Специальное машиностроение	
3	Вендер И.И.	к.т.н., доцент	доцент	Специальное машиностроение	

**Рекомендовано:**  
**учебно-методическим советом НТИ (филиал) УрФУ**  
 Протокол № 5 от 03.11.2016 г.

Председатель учебно-методического совета



Е.Н.Сафонов

Согласовано:

Начальник ООУР



С.Е.Четвериков

Начальник ОПНПК



О.А. Неволина



# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Механика деформируемого твердого тела»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в вариативную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» в раздел «Дисциплины по выбору» образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 17.06.01 «Оружие и системы вооружения» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Дисциплина базируется на знании основных положений изучаемых ранее по образовательной программе специалитета учебных дисциплин: математический анализ, аналитическая геометрия, интегралы и дифференциальные уравнения, линейная алгебра и функции многих переменных, информатика, информационные технологии в проектировании боеприпасов, физика, химия, физика взрыва и удара, прикладная механика сплошных сред, действие боеприпасов, прикладные программные пакеты расчета взрывных и ударных процессов, аналитические методы решения задач механики сплошных сред.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для проведения научных исследований и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 17.06.01 «Оружие и системы вооружения» по образовательной программе «Механика деформируемого твердого тела».

## 1.2. Язык реализации программы - русский

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих результатов обучения:

- РО-1: Способность осуществлять коммуникативную деятельность, совершенствовать и развивать собственный творческий потенциал;
- РО-2: Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твердого тела;
- РО-3: Способность анализировать и представлять результаты научных исследований в области механики деформируемого твердого тела;
- РО-4: Способность осуществлять деятельность по организации и финансированию научных исследований в области механики деформируемого твердого тела;
- РО-5: Способность использовать результаты научных исследований при разработке учебно-методического обеспечения преподавательской деятельности исследований в области механики деформируемого твердого тела.

компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);



- владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5);
- - способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-6);
- способность применять методологию научно-исследовательской деятельности самостоятельно или в составе группы, вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания в области развития вооружения и военной техники, в том числе средств поражения и боеприпасов (ПК-1);
- способность организовывать научно-исследовательскую деятельность, строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ в области развития вооружения и военной техники, в том числе средств поражения и боеприпасов (ПК-2);
- способность использовать в научно-исследовательской деятельности новые информационные технологии в области развития вооружения и военной техники, в том числе средств поражения и боеприпасов (ПК-3);
- способность применять фундаментальные знания военной науки, современные средства и методы обучения и управления образовательным процессом, приобретать новые знания и практический опыт, вырабатывать новые идеи в области исследования, проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия, средств поражения и боеприпасов (ПК-5);
- способность анализировать войны и вооруженные конфликты, другие социально значимые явления и процессы, применять основные положения гуманитарных, социальных и экономических наук, при решении профессиональных задач в педагогической деятельности (ПК-6);

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- Знать моделирование процессов взрыва и удара;
- Знать физические основы и критерии оценки действия средств поражения, требования, предъявляемые к их функционированию; устройство, классификацию и номенклатуру боеприпасов и взрывателей различного назначения;
- Знать физические особенности взрывных, детонационных, ударно-волновых и ударных процессов; основные закономерности, физико-математические модели и методики расчета взрывных и ударных процессов;
- Знать критерии разрушения твердых тел;
- Знать модели твердых тел и их применение при описании условий нагружения
- Знать современные прикладные программы численного расчета параметров взрывных и ударных процессов;

**Уметь:**

- Уметь применять математические методы, физические законы и химические закономерности для решения научных задач в области проектирования боеприпасов с учетом экологических последствий;
- Уметь использовать при проектировании и объективно оценивать результаты исследований и разработок и информационные технологии;
- Уметь применять новые методы исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности и в области профессиональной деятельности;
- Уметь применять современные прикладные программы численного расчета параметров взрывных и ударных процессов;



**Владеть:**

- Владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- Владеть навыками выбора конструктивных решений для выполнения поставленных задач;
- Владеть новыми методами исследования и их применением в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при расчете параметров конструкции и действия, оптимизации параметров конструкции и оценки эффективности ее действия по различным целям.

**1.4. Объем дисциплины**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	104		104
6.	Промежуточная аттестация	э		э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Структура твердых тел и типы их разрушения.	Понятие сплошной среды (материального континуума). Гипотезы механики сплошных сред. Понятие о тензоре как математическом объекте. Тензоры 0-го, 1-го, 2-го и 3-го рангов, их структура, возможные формы представления через ковариантные, контрвариантные и смешанные компоненты. Симметричные и антисимметричные тензоры второго ранга. Фундаментальный метрический тензор. Силы в механике сплошных сред, теория напряжений. Вектор полного напряжения как мера интенсивности внутренних сил. Тензор напряжений как характеристика напряженного состояния в точке сплошной среды. Главные площадки, главные оси тензора на-



		<p>пряжений, главные напряжения. Инварианты тензора напряжений - основные и производные (среднее напряжение и интенсивность напряжений). Шаровой тензор напряжений и девиатор тензора напряжений. Внешние силы: объемные и поверхностные. Граничные условия в напряжениях. Условия равновесия материального континуума в объеме тела.</p>
P2	<p><b>Модели и критерии прочности твердых тел.</b></p>	<p>Понятие модели деформируемой среды, физического и механического поведения сплошных сред, определяющие уравнения, физические соотношения. Физическое поведение деформируемых сред, уравнение состояния, свойство сжимаемости. Механическое поведение деформируемых сред, свойства упругости, пластичности, вязкости. Понятие о склеромных и реомных свойствах деформируемых сред, свойства - релаксации и последействия. Простые модели сплошных сред, их определяющие уравнения, физические соотношения, термодинамические особенности, примеры использования при моделировании взрывных и ударных процессов.</p> <p>Модель идеальной жидкости или идеального газа, частные случаи модели - баротропная жидкость, совершенный газ. Вязкая жидкость, закон Навье-Стокса. Идеально упругая среда - обобщенный закон Гука и его частные проявления. Модуль объемного сжатия, модуль сдвига, модуль Юнга, коэффициент Пуассона и их взаимосвязь. Модель упругопластической среды. Идеализированные диаграммы механического поведения, идеальная упругопластическая среда, упругопластическая среда с упрочнением, жесткопластическая среда. Деформационная теория пластичности, прямые и обратные физические соотношения для процесса нагрузки упругопластической среды. Определяющие уравнения и физические соотношения для процесса разгрузки упругопластической среды. Условие пластичности и поверхность пластичности, критерий пластичности Мизеса. Теория пластического течения как более адекватная модель описания физико-механического поведения металлов при взрывном и ударном нагружении. Физические соотношения модели упругопластической среды по теории пластического течения, уравнения Прандтля-Рейсса. Соотношения Сен-Венана-Мизеса для несжимаемой жесткопластической среды как частный случай теории пластического течения.</p>
P3	<p><b>Волны напряжений в твердых телах</b></p>	<p>Упругие, пластические и ударные волны в твердых телах. Соотношения Ренкина - Гюгонио. Ударная адиабата. Волны Рэлея. Фазовые переходы в твердых телах, полиморфизм железа, температурный и ударный фазовые переходы в стали. Структура ударных волн и волн разгрузки в железе (стали). Образование ударной волны разрежения.</p>
P4	<p><b>Основы теории макро-</b></p>	<p>Критерии макроскопического разрушения. Понятие</p>



	<b>скопического разрушения</b>	поврежденности. Кинетическое уравнение поврежденности. Принцип линейного суммирования повреждений. Интеграл накопления повреждений. Флуктуационная кинетическая теория прочности, принцип температурно-временной суперпозиции, функция долговечности Журкова. NAG- модель для процесса множественного разрушения. Критерии механики рассеянных повреждений. Концентрация напряжений в вершине хрупкой трещины. Основные принципы решения плоских задач линейной теории упругости. Напряженно-деформированное состояние в вершине трещины. Классические условия хрупкого разрушения и распространения трещин, условие Гриффитса, критерий Ирвина. Модели трещин с немалой концевой зоной. Кинематика хрупких трещин отрыва, предельная скорость распространения хрупкой трещины, ветвление трещин. Масштабный эффект энергетической и статистической природы при разрушении.
P5	<b>Механика вязкого разрушения и разрушения сколом</b>	Связь типов разрушения с механизмами распространения трещин. Феноменология вязкого разрушения для различных кристаллических решеток. Микромеханизм процесса вязкого разрушения для идеальной модели, влияние дефектов структуры, образования и слияния пор. Роль пластической деформации при разрушении, модели Орована и Ирвина для хрупкого разрушения пластичных материалов. Работа пластической деформации как мера трещиностойкости материала. Модель упругопластической трещины Дагдейла. Характерные особенности и условия разрушения сколом. Влияние на разрушение сколом напряженного состояния, надреза. Дислокационные модели зарождения скола.
P6	<b>Динамическое разрушение твердых тел в волнах разрежения.</b>	Построение профиля волны разрежения. Откольное разрушение в волнах разрежения. Откольная прочность материалов, ее характеристики. Критерии откольной прочности. Фазовые отколы. Механизмы процессов разгрузки от трещин при их зарождении и распространении. Классификация конструкций боеприпасов с точки зрения оценки прочности. Порядок оценки прочности изделий. Расчетная схема конструкции. Силы, действующие на боеприпасы при их функционировании. Напряженно-деформированное состояние конструкции. Оценка прочности конструкций в соответствии с выбранным критерием прочности.



### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Код раздела, темы	Тема, раздел дисциплины	Объем учебного времени, отведенный на освоение дисциплины з.е./час					
		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа	Всего по разделам
		всего	в т.ч. лекции	в т.ч. семинар/ практ. занятия	в т.ч. лаб. раб		
P1	Структура твердых тел и типы их разрушения.					10	10
P2	Модели и критерии прочности твердых тел.	1	1			20	21
P3	Волны напряжений в твердых телах	1	1			20	21
P4	Основы теории макроскопического разрушения					14	14
P5	Механика вязкого разрушения и разрушения сколом	1	1			20	21
P6	Динамическое разрушение твердых тел в волнах разрежения.	1	1			20	21
Итого по дисциплине		4	4			104	108

### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 4.1. Лабораторные работы

*«не предусмотрено»*

#### 4.2. Практические занятия

*«не предусмотрено»*

#### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*«не предусмотрено»*

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*«не предусмотрено»*

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*«не предусмотрено»*

##### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*«не предусмотрено»*



- 4.3.5. **Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**  
Выбирается в соответствии с предполагаемой темой диссертационной работы
- 4.3.6. **Примерный перечень тем расчетно-графических работ**  
«не предусмотрено»
- 4.3.7. **Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**  
«не предусмотрено»
- 4.4.1. **Примерная тематика контрольных работ**  
«не предусмотрено»
- 4.3.9. **Примерная тематика коллоквиумов**  
«не предусмотрено»

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Структура твердых тел и типы их разрушения.	*											
Модели и критерии прочности твердых тел.	*											
Волны напряжений в твердых телах	*											
Основы теории макроскопического разрушения	*											
Механика вязкого разрушения и разрушения сколом	*											
Динамическое разрушение твердых тел в волнах разрежения.	*											

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Текущий контроль осуществляется путем фиксации посещения аудиторных занятий, своевременной сдачи расчетных работ. Формой промежуточного контроля является экзамен, который проводится, как правило, в устной форме.

Форму проведения экзамена преподаватель, читающий курс, доводит до сведения аспирантов в начале изучения курса.

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ



«не предусмотрено»

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценка "ОТЛИЧНО" выставляется аспиранту глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно.

Оценка "ХОРОШО" выставляется аспиранту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на вопросы, а в ответах на билет и на дополнительные вопросы аспирант не допускает существенных неточностей.



Оценка "УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" выставляется аспиранту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.

Оценки "НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" заслуживает аспирант, обнаруживший значительные пробелы в знании предметов, допустивший принципиальные ошибки при решении практических и ситуационных задач.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*«не предусмотрено»*

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*«не предусмотрено»*

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*«не предусмотрено»*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*«не предусмотрено»*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*«не предусмотрено»*

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Вопросы к экзамену

1. Механические явления в твердых телах.
2. Реальное строение металлических кристаллов.
3. Дефекты кристаллической решетки.
4. Теоретическая прочность материала. Уравнение Орована.
5. Классификация типов разрушения.
6. Теория напряжений. Тензор напряжений. Инварианты тензора напряжений.
7. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
8. Интенсивность напряжений. Параметры Лоде-Надаи.
9. Теория деформаций. Соотношения Коши. Логарифмическая деформация.
10. Инварианты тензора деформаций. Девиатор деформаций. Интенсивность деформаций.
11. Тензор скорости деформаций.
12. Плоское напряжение и плоское деформированное состояние. Поверхность текучести.
13. Обобщенный закон упругости
14. Теории пластичности. Деформационная теория пластичности.
15. Теории пластичности. Теория пластического течения.
16. Уравнения Прандтля-Рейса.
17. Уравнения Леви-Мизеса
18. Ассоциированный закон течения.
19. Модели деформирования твердых тел. Упругое, упруго-пластическое, жестко-пластическое тело.
20. Модели вязких тел.
21. Явление релаксации. Упруго-вязкое релаксируемое тело. Идеально пластически-вязкое тело.
22. Факторы влияющие на прочность и пластичность твердых тел.
23. Основные принципы построения критериев прочности и пластичности.
24. Классические критерии прочности. Критерий наибольших нормальных напряжений.



25. Критерий наибольших линейных деформаций.
26. Критерий наибольших касательных напряжений.
27. Критерий максимальной удельной энергии формоизменения.
28. Критерии прочности для материалов неодинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию. Критерий Мора.
29. Критерий Баландина.
30. Критерий Смирнова-Аляева.
31. Критерий Шлейхера-Надаи. Критерий Давиденкова-Фримана.
32. Историческая справка по формированию критериев прочности.
33. Структурное упрочнение деформируемых твердых тел.
34. Деформационное упрочнение деформируемых твердых тел.
35. Концентрация напряжений
36. Напряженно-деформированное состояние в вершине трещины
37. Классические условия хрупкого разрушения и распространения трещин
38. Классические критерии Гриффитса и Ирвина.
39. Модели трещин с немалой концевой зоной. Модель хрупкой трещины Леонова — Панасюка.
40. Модели трещин с немалой концевой зоной. Модель хрупкой трещины Баренблатта.
41. Кинематика хрупких трещин отрыва
42. Масштабный эффект статистической и энергетической природы
43. Упругие и пластические ударные волны в твердых телах. Соотношения Ренкина – Гюгонио. Ударная адиабата.
44. Волны Рэлея.
45. Фазовые переходы в твердых телах, полиморфизм железа.
46. Температурный и ударный фазовый переход в стали. Структура ударных волн и волн разгрузки в металлах.
47. Связь типов разрушения с механизмами распространения трещин.
48. Микромеханизм процесса вязкого разрушения для идеальной модели, влияние дефектов структуры, образования и слияния пор.
49. Модели Орована и Ирвина для хрупкого разрушения пластичных материалов. Работа пластической деформации как мера трещиностойкости материала.
50. Модель упругопластической трещины Дагдейла. Характерные особенности и условия разрушения сколом. Влияние на разрушение сколом напряженного состояния, надреза.
51. Построение профиля волны разрежения. Откольное разрушение в волнах разрежения. Откольная прочность материалов, ее характеристики. Критерии откольной прочности. Фазовые отколы.
52. Механизмы процессов разгрузки от трещин при их зарождении и распространении. Классификация конструкций боеприпасов с точки зрения оценки прочности.
53. Порядок оценки прочности изделий. Расчетная схема конструкции. Силы, действующие на боеприпасы при их функционировании.
54. Напряженно-деформированное состояние конструкции. Оценка прочности конструкций в соответствии с выбранным критерием прочности.

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*«не используются»*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*«не используются»*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*«не используются»*



## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.2. Механика разрушения деформируемого тела. -М.: МГТУ, 2006.-424с.
2. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.1. Основы механики сплошных сред. -М.: МГТУ, 2006.-376с.
3. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.3. Численные методы в задачах физики взрыва и удара. -М.: МГТУ, 2006.-573с.
4. Бегун П. И., Кормилицын О. П.. Прикладная механика: учебник [Электронный ресурс] / СПб.:Политехника,2012. -467с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=124008>
5. Волков И. А., Коротких Ю. Г.. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями [Электронный ресурс] / М.:Физматлит,2008. -423с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69473>
6. Георгиевский Д. В., Победря Б. Е.. Основы механики сплошной среды: курс лекций [Электронный ресурс] / М.:Физматлит,2006. -272с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82605>
7. Голушко С. К., Немировский Ю. В.. Прямые и обратные задачи механики упругих композитных пластин и оболочек вращения [Электронный ресурс] / М.:Физматлит,2008. -429с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68839>

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.3. Численные методы в задачах физики взрыва быстропротекающих процессов. -М.: МГТУ, 2006.-520с.
2. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях/ Н.А. Златин, А.П. Красильщиков, Г.И. Мишин, Н.Н. Попов- М.: Наука, 1974
3. Броек Д. Основы механики разрушения.- М.: Высшая школа, 1980.
4. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974
5. В.В. Понасюк, А.Е. Андрейкив, В.З. Партон Механика разрушения и прочность материалов /Справ. Пособие/- Киев: Наукова думка, 1- 4 т., 1988.
6. Селиванов В.В. Деформация и разрушение материалов. - М. : ЦНИИНТИ, 1981, 147 с.
7. Селиванов В.В. Механика деформируемого тела. - М. : ЦНИИНТИ, 1984, 167 с.
8. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т.2 –М.: Наука, 1973.
9. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.1. Основы механики сплошных сред.-М.: МГТУ,1998.-379с.
10. Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.2. Механика разрушения деформируемого тела. -М.: МГТУ, 1999г.
11. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Т.3. Численные методы в задачах физики взрыва и удара. -М.: МГТУ, 2001.-573с.
12. Абросимов Н. А. Нелинейные задачи динамики композитных конструкций : монография / Н. А. Абросимов, В. Г. Баженов ; Мин-во образования РФ, Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : НГТУ, 2002. - 400 с. : ил.
13. Богатов А. А. Механические свойства и модели разрушения металлов : учеб. пособие / А. А. Богатов ; под ред.: В. И. Степаненко, В. Р. Бараз. - Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. - 329 с. : ил. - Библиогр.: с. 321



14. Реслер, Иоахим. Механическое поведение конструкционных материалов : [учеб. пособие] / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер ; пер. с нем. под ред. С. Л. Баженова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 504 с. : ил.
15. Со списком дополнительной литературы можно ознакомиться в спецбиблиотеке Нижнетагильского технологического института (филиала) УрФУ

## 9.2. Методические разработки

*«не используются»*

## 9.3. Программное обеспечение

Комплекс программ «Master Professional 1.03» 2010 г. Саров ВНИИЭФ 68с.

Комплекс программ AUTODYN

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com>;

Reaxys: <http://reaxys.com>

Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>

Автоматизированные информационно-поисковые системы :

1. «Малый калибр»
2. «Средний калибр»
3. «Минометные мины»
4. «Боеприпасы ближнего боя»
5. «Неуправляемые ракеты»
6. «Неуправляемые авиационные средства поражения»
7. «Взрыватели»

## 9.5. Электронные образовательные ресурсы

- [http://lib.urfu.ru/file.php/73/About\\_library/Polozhenie\\_o\\_ZNB\\_UrFU.pdf](http://lib.urfu.ru/file.php/73/About_library/Polozhenie_o_ZNB_UrFU.pdf)
- [http://nti.urfu.ru/data/plugins/159/page/1/files/SMK-PSPI-02-02\\_polozhenie\\_o\\_BIC.pdf](http://nti.urfu.ru/data/plugins/159/page/1/files/SMK-PSPI-02-02_polozhenie_o_BIC.pdf)
- IEEE Xplore (Institute of Electric and Electronic Engineers) (Договор № 43-12/1114-2015 от 10.07.2015 EBSCO Information Services GmbH Оказание услуг по подключению и предоставлению доступа к электронным версиям баз данных ASPP (IEEE All-Society Periodicals Package), переход на полный пакет)
- Questel Patent (Договор № Questel/155 от 01.03.2016 ГПНТБ России (грант МОН) Оказание услуг по подключению к электронным изданиям (база данных) и предоставление корпоративного доступа к Лицензируемым материалам компании Questel, базы данных Questel Orbit)
- Sage (Договор № SAGE/155 от 01.03.2016 ГПНТБ России (грант МОН) Оказание услуг по подключению к электронным изданиям (база данных) и предоставление корпоративного доступа к Лицензируемым материалам издательства SAGE PUBLICATIONS)
- ScienceDirect Freedom Collection (Договор № 1-8911229704 от 31.07.2015 ELSEVIER B. V. Оказание услуг по подключению и предоставлению доступа к электронным версиям научных баз данных Freedom Collection издательства Elsevier B.V.)
- Scopus (Договор № 1/БП от 01.06.2015 ГПНТБ России (грант МОН) Услуги по подключению и предоставлению доступа к электронным версиям научных баз данных SCOPUS издательства Elsevier B. V.)



- SpringerLink
- Taylor&Francis
- UDB-EDU (East View) (Договор № 38-П от 10.03.2015 ООО «ИВИС» Услуги по подключению и предоставлению доступа к электронным версиям научных баз данных UDB-EDU компании East View)
- Web of Science (Договор № 2/БП от 01.06.2015 ГПНТБ России (грант МОН) Услуги по подключению и предоставлению доступа к пакету электронных версий научной базы данных ISI Web of Science)
- Wiley
- Антиплагиат (ЗАО «Анти-Плагиат» Договор № 348 от 08.09.2016 Услуги по подключению и предоставлению доступа к электронным версиям научных баз данных Антиплагиат.ВУЗ)
- ЭБС «Электронная библиотека НТИ»
- ЭБС «Лань», ООО «Издательство «Лань» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)) (Договор № 43-12/1180-2015 от 14.09.2015)
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн», ООО «Директ-Медиа» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) (Договор № 170-08/15 от 18.08.2015)
- ЭБС «Юрайт» ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)) (Договор № 43-12/1223-2015 от 18.09.15)
- Сайт LS-DYNA Examples  
<http://www.dynaexamples.com/>
- Материалы европейских конференций LS-DYNA  
<http://www.dynalook.com/>

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины**

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

### **Подготовка к лекциям**

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от аспиранта требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая аспиранту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекции.



Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

### **Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

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

Лаборатория конструкционного проектирования (107)

аппаратно-вычислительный комплекс в составе: управляющий сервер Supermicro, вычислительная платформа Supermicro, коммутационное оборудование (Infiniband-коммутатор Mellanox, Ethernet-коммутатор Juniper), система хранения данных IBM

ПО MATLAB, Simulink, Stateflow, SimEvents, Control System Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Simscape, SimPowerSystems, SimMechanics, SimHydraulics, Parallel Computing, NX Academic Perpetual License Core+CAD+CAE+CAM



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ  
ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола засе- дания кафедры</b>	<b>Дата заседания ка- федры</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись ответственного за внесение изменений</b>