

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР
Зарипов Н.Г.
« 02 » 08 2015 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика разрушения и конструкционная прочность»

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации
(аспирантура)

01.06.01 Математика и механика
(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки

Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная

Уфа - 2015

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

код и наименование

Направленность подготовки (программа): Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

наименование

Дисциплина: «Механика разрушения и конструкционная прочность»

Учебный год 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры сопротивление материалов

наименование кафедры

протокол № 9 от "21" 05 2015 г.

Заведующий кафедрой СМ, д.т.н., профессор

подпись

расшифровка подписи

В.С. Жернаков

Исполнители:

профессор кафедры СМ

должность

подпись



В.С. Жернаков

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой СМ,

подпись

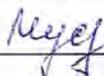


В.С. Жернаков
расшифровка подписи

Председатель НМС по УГСН 01.00.00 Математика и механика

протокол № 7 от "01" 07 2015 г.

Библиотека



личная подпись

С.Р. Мустафина

расшифровка подписи

дата

Начальник отдела аспирантуры



личная подпись

Р.К. Фаттахов

расшифровка подписи

дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных

Начальник

личная подпись

И.А. Лакман

расшифровка подписи

02.09.2015

дата

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика разрушения и конструкционная прочность» является дисциплиной базовой части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) по направлению подготовки 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" июля 2014 г. № 876 и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 N 464 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)". Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций в области теории, методов расчета и проектирования современных систем, включая знания, умения, навыки и социально-личностные качества, обеспечивающие успешность научно-педагогической деятельности.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. изучение основ теории, методов расчета трещиностойкости элементов современных технических систем и конструкций в линейной и частично нелинейной постановке;
2. приобретения навыков и овладение методикой проведения испытаний и обработки получаемых результатов для определения характеристик сопротивления материалов хрупкому разрушению;
3. получение практических навыков работы и ознакомление с конструктивными и технологическими мероприятиями, повышающими надежность конструкций с трещинами. На примерах решения простых задач аспиранты получают начальные навыки типовых расчетов на прочность по критериям механики разрушения, закрепляемые затем на практических занятиях и в процессе выполнения специального задания.

Входные компетенции сформированы на базовом и пороговом уровне на предыдущих этапах обучения – специалитете и магистратуре.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	УК– 1	повышенный	Механика разрушения и конструкционная прочность

областях			
----------	--	--	--

2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способность формировать технические задания и участвовать в разработке сложных математических моделей реальных процессов и/или программных средств экспертных систем принятия решений	ПК-3	основы нелинейной теории упругости. основные этапы решения инженерных и научных задач по проектированию и расчету элементов конструкций; основы языков программирования высокого уровня, специальных математических пакетов типа Solid-Works, AN-SYSWB, используемых при решении задач прочностного анализа основные этапы решения инженерных и научных задач по проектированию и расчету объектов сложных технических систем на основе современных ЭВМ и пакетов прикладных программ; основы языков программирования высокого уровня, специальных матема-	анализировать результаты исследований и производить их обобщение; разрабатывать техническую документацию проводимых исследований. осуществлять анализ достоверности результатов численного эксперимента в условиях разработанной модели; использование современных методов, средств и технологий разработки объектов профессиональной деятельности; проведение комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, изыскание возможности сокращения цикла работ, содействие подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимыми техническими данными,	использования современных специализированных прикладных математических пакетов программ прочностного анализа элементов конструкций; построения математической модели контактного взаимодействия деталей в упругой постановке; разработки технической документации планируемого численного эксперимента и результатов исследований; использования компьютерных технологий моделирования и обработки результатов; использования современных специализированных прикладных математических пакетов программ прочностного анализа элементов конструкций; разработки тех-

			<p>тических пакетов типа AN-SYS/WORKBENCH,FEA-CRACK, используемых при проектировании сложных технических систем, технических устройств;</p>	<p>материалами; оборудованием; участие в работах по осуществлению исследований, в разработке проектов и программ, в проведении необходимых мероприятий, связанных с испытаниями оборудования и внедрением его в эксплуатацию, а также в выполнении работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования, в рассмотрении различной технической документации цикла работ, содействие подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимыми техническими данными, материалами.</p> <p>основы языков программирования высокого уровня, специальных математических пакетов типа ANSYS, COSMOSM, используемых при решении задач прочности и жесткости;</p>	<p>нической документации планируемого численного эксперимента и результатов исследований; использования компьютерных технологий обработки результатов;</p> <p>использования современных специализированных прикладных математических пакетов программ прочностного анализа элементов конструкций; построения математической модели контактного взаимодействия деталей в упругой постановке; разработки технической документации планируемого численного эксперимента и результатов исследований; использования компьютерных технологий моделирования и обработки результатов; использования современных специализированных прикладных математических пакетов программ прочностного анализа элементов кон-</p>
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					струкций; разработки технической документации планируемого численного эксперимента и результатов исследований; использования компьютерных технологий обработки результатов;
2	способностью выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления сложными многомерными объектами управления	ПК-4	основные этапы решения инженерных и научных задач по проектированию и расчету элементов конструкций; знать методы расчетов неупругих деформаций и перемещений в конструкциях для последующей оценки их прочности (малоцикловой усталости) и жесткости; основы теории и методов механики деформированного твердого тела; Основные этапы решения инженерных и научных задач по проектированию и расчету на жесткость и прочность композитных материалов и стержневых конструкций с использованием современных ЭВМ и	производить численные расчеты по нелинейным математическим моделям механики деформированного твердого тела, с учетом физической и геометрической нелинейности; использовать методы расчета кинетики неупругого деформирования и вариационные методы теории предельного состояния для оценки напряжений и деформаций в конструкции при ее пластическом деформировании и ползучести. использовать современные объектно-ориентированные и иные пакеты прикладных программ для решения задач анализа напряженно-деформированного состояния элементов кон-	использования специальных математических пакетов прикладных программ для решения задач теории упругости; оценки достоверности результатов численной реализации математической модели исследуемой конструкции; использования информационных технологий при проектировании и оценке прочности машин приборов и аппаратуры; использования специальных математических пакетов прикладных программ, используемых при решении задач прочностного анализа; разработки математической модели технологического процесса изготовления де-

			пакетов прикладных программ;	при-про-	струкций; применять численные методы решения технологических задач использовать объектно-ориентированные и иные пакеты прикладных программ для решения задач прочности и жесткости композитных материалов и конструкций; проводить численные эксперименты и анализ влияния различных факторов на деформационные и прочностные свойства стержневых элементов из КМ с использованием специализированных пакетов прикладных программ;	талей машин и агрегатов; оценки достоверности результатов численной реализации математической модели исследуемой конструкции; Анализа истории нагружения конструкции, условий контактного взаимодействия деталей, физической и геометрической нелинейности математической модели; использования компьютерных технологий моделирования и обработки результатов; проведение экспертизы проектно-конструкторских и технологических разработок.
--	--	--	------------------------------	----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия			
Лекции	10	6	4
Практические занятия (ПЗ)	14	8	6
Всего	24	14	10
Самостоятельная работа			
Проработка лекционного материала	183	85	98
Контроль (зачет/экзамен)	45	25	20

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции (час)	Практика (час)	СРС (час)	Всего (час)	Формы текущего контроля успеваемости
1	Раздел I Проблема трещиностойкости конструкций. Механизмы хрупкого разрушения.	2	4	48	16	тестирование выполнение контрольных задач
2	Раздел II Силовой подход к оценке трещиностойкости элементов конструкций при монотонном и циклическом нагружении.	2	2	40	16	тестирование выполнение контрольных задач
3	Раздел III Энергетический подход к оценке трещиностойкости элементов конструкций.	2	-	52	20	тестирование выполнение контрольных задач
4	Раздел IV Деформационный подход к оценке трещиностойкости элементов конструкций.	2	4	44	10	тестирование выполнение контрольных задач
5	Раздел V Расчетная оценка сопротивления хрупкому разрушению. Обеспечение надежности работы конструкций с трещинами.	2	4	44	10	тестирование выполнение контрольных задач
	Всего	10	14	228	252	

3.2. Содержание дисциплины

Раздел I . Введение. Проблема хрупкого разрушения конструкций. Механика разрушения как научно-прикладная дисциплина, ее задачи. Механизмы хрупкого разрушения: разрушение сколом и вязкое разрушение. Типы трещин. Напряженно-деформированное состояние и перемещения в вершине трещины при плоском напряженном (ПНС) и плоском деформированном (ПДС) состояниях. Коэффициент интенсивности напряжений. Влияние конечных размеров объекта.

Оценка размеров зоны пластической деформации в вершине трещины. Форма зоны при ПНС и ПДС. Факторы, влияющие на размер зоны пластичности. Коэффициент огра-

ничения на пластичность. Поправка Ирвина на пластичность. Влияние типа напряженно-деформированного состояния на несущую способность элементов конструкций. Явление туннелирования трещины.

Раздел II . Силовой подход к оценке трещиностойкости с учетом типа напряженного состояния. Экспериментальное определение вязкости разрушения; требования к оборудованию и регистрирующей аппаратуре; образцы, их подготовка и проведение испытаний, критерии корректности получаемых результатов. Нормативные документы. Элементы нелинейной механики разрушения. Двухпараметрический критерий Е.М. Морозова.

Модель роста усталостной трещины. Стабильный (докритический) рост трещин при циклическом нагружении. Влияние перегрузок. Пороговое и предельное значения коэффициента интенсивности напряжений. Формула Пэриса, ее модификации. Рост трещин при статическом нагружении в условиях коррозии.

Раздел III . Энергетический подход к оценке трещиностойкости. Интенсивность выделения упругой энергии и сопротивление росту трещины. Критерий Гриффитса. R–кривая при ПДС и ПНС. Связь R–кривой с диаграммой докритического разрушения. Эффект хлопка. Элементы нелинейной механики разрушения (J–интеграл).

Раздел IV . Деформационный подход к оценке трещиностойкости. Критерий критического раскрытия трещины, коэффициент интенсивности деформаций. Эквивалентность трех подходов в рамках линейной механики разрушения.

Раздел V. Расчетная оценка сопротивления хрупкому разрушению. Критические температуры хрупкости материала. Влияние на них конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Определение критического напряжения при хрупком и квазихрупком разрушениях. Запасы прочности по критическим температурам хрупкости и напряжению.

Обеспечение надежности работы конструкций с трещинами. Конструктивные, технологические и организационные мероприятия, оценка их эффективности. Способы торможения трещин.

3.3. Практикум

№ занятия	№ раздела, темы	Наименование и краткое содержание практических занятий	Кол-во часов
1	2	3	4
1	2	Использование силового подхода для оценки трещиностойкости элементов конструкций. Выдача расчетного задания.	4
2	2	Определение характеристик трещиностойкости материала и конструкции по результатам испытаний на вязкость разрушения. Проверка условий корректности испытаний.	2
3	2	Анализ закономерностей развития усталостной трещины. Оценка долговечности элементов конструкций на этапе живучести с помощью формулы Пэриса и ее модификаций.	-
4	3	Оценка трещиностойкости элементов конструкций с использованием R-кривой.	4
5	4	Использование деформационного подхода для оценки трещиностойкости элементов конструкций (определение критических значений нагрузки и величины дефекта).	4

ИТОГО		14
-------	--	----

3.4 Образовательные технологии

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Годы	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
2	Л	проблемная лекция, лекция-визуализация,	10
	ПЗ	кейс-технология, тренинг, проблемное обучение	14

4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

№ П/П	ВИД КОНТРОЛЯ	КОД КОНТРОЛИРУЕМОЙ КОМПЕТЕНЦИИ	ФОРМА КОНТРОЛЯ	ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	МЕСТО РАЗМЕЩЕНИЯ
1	Текущий контроль	ПК-4	тестирование	Комплект тестовых заданий по темам 1-5	УМК по дисциплине (тесты)
2	Рубежный контроль	ПК-4	Решение задач на практикуме	Комплект тестовых задач по дисциплине	УМК по дисциплине (МУ к практикуму)
3	Промежуточный контроль по дисциплине	ПК-4	Зачет	Вопросы к зачету, критерии оценок.	УМК по дисциплине (критерии оценки на зачете, перечень вопросов к зачету)

Вопросы к зачету

1. Обзор математических моделей проблем механики деформированного твердого тела, учитывающих многообразие поведения реальных конструкций. Вопросы построения корректных краевых задач линейной и нелинейной механики сплошной среды.
2. Основные понятия сеточных методов решения корректно поставленных краевых задач, явные и неявные схемы дискретизации.
3. Роль вариационных методов аппроксимации функционалов равновесного состояния упругих тел.
4. Понятие о методе конечных элементов. Основные концепции метода конечных элементов, области применения в инженерных расчетах. Достоинства и недостатки метода.
5. Дискретизация исследуемой области. Типы конечных элементов. Одномерные, двумерные и трехмерные элементы.
 - i. Функции формы, симплекс элементы. Матрица градиентов, матрица упругости и матрица жесткости элемента.
6. Получение глобальной матрицы жесткости конструкции. Специфические свойства матрицы жесткости и их использование для ускорения процесса решения и повышения точности вычислений.
7. Формирование силовых и кинематических граничных условий.
 - i. Реализация метода конечных элементов в прикладном математическом пакете ANSYS. Характеристика типов и области применения конечных элементов библиотеки ANSYS.
8. Решение линейных задач структурного анализа.

Критерии оценки:

* оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если два вопроса имеют полные ответы² и решено более 75% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствуют об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

* оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если минимум один вопрос имеет полный ответ и решено от 50 до 75% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

* оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если два вопроса имеют неполные ответы и решено от 25 до 50% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

* оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если два вопроса не имеют ответа и решено менее 25% задач на практических занятиях. Содержание ответов свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и о его неумении решать профессиональные задачи.

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Гузь, А.Н. Механика разрушения композитных материалов при сжатии / А. Н. Гузь ; АН УССР, Ин-т механики. — Киев : Наукова думка, 1990. — 632 с.
2. Хеллан К. Введение в механику разрушения.— М.: Мир, 1988.— 364 с.
3. Гусенков, А. П. Методы и средства обеспечения надежности машин. Прочность, долговечность, диагностика / А. П. Гусенков, Е. Г. Нахапетян ; под ред. А. Н. Романова. — М. : Наука, 1993. — 237 с.

5.1.2. Дополнительная литература

4. Морозов, Е. М. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский .— М. : ЛЕНАНД, 2008 .— 453 с.
5. Сиратори М., Миеси Т., Мацусита Х. Вычислительная механика разрушения. – М.: Мир, 1986. – 334 с.
6. ГОСТ 25506-85. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.
7. Будилов И.Н., Жернаков В.С. Сопротивление разрушению элементов разъемных соединений высоконагруженных конструкций.-М.:Наука,2000.-240С.

5.1.3. Образовательные технологии ЭБС, доступные УГАТУ:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
	2	3	4	5
1.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД - 1217/0208-15 от 03.08.2015
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» http://e-library.ufa-rb.ru	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
3.	Консорциум аэрокосмических вузов России http://elsau.ru/	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

Электронные ресурсы, доступные УГАТУ:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2.	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14
3.	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион, договор № 3/Б от 21.01.2013 (пролонгирован до 08.02.2016)
4.	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии-1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
5.	Научная электронная библиотека eLIBRARY* http://elibrary.ru/	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
6.	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier http://www.sciencedirect.com	120 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
7.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* http://www.springerlink.com	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ
8.	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor & Francis Group* http://www.tandfonline.com/	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и

				науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
9.	Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
10	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* http://www.oxfordjournals.org/	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
11	Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science http://www.sciencemag.org	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
12	Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* http://www.nature.com/	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
13	Научные полнотекстовые журналы Американского института физики http://scitation.aip.org/	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
14	Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* http://www.opticsinfobase.org/	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и

				науки и ГПНТБ России
15	База данных GreenFile компании EBSCO* http://www.greeninfoonline.com	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
16	Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849– 1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 -1996) Taylor & Francis (1798-1997)	2361 наименов. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

5.2. Средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

(перечень обучающих, контролирующих, расчетных компьютерных программ, компьютерных тренажеров, мультимедийных лекций, видеолекций, диафильмов, кино- и телефильмов, диапозитивов, иллюстрационных материалов)

5.2.1. Теоретический курс

Текущий контроль усвоения материала производится в ходе тестов, включающих теоретические вопросы (см. п. 4.2) и задачи на соответствующую тему (разработка кафедры). Зачет проводится по билетам и набору задач, также разработанным на кафедре.

5.2.2. Расчетное задание

Расчетное задание обеспечивается методическим пособием [8], где приводится задание на выполнение расчетов и указания к выполнению работы.

5.2.3. Иллюстрационный материал, наглядные пособия и натурные объекты

1. Раздаточный материал (комплект 2 листа).
2. Натурные объекты (лопатки ГТД, примеры хрупкого, вязкого, усталостного разрушения элементов конструкций), образцы для испытаний на вязкость разрушения.
3. Образцы оформления расчетного задания.

6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.