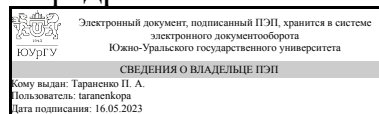


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



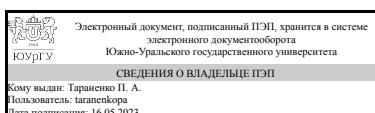
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.11 Численное моделирование разрушения
для направления 15.04.03 Прикладная механика
уровень Магистратура
магистерская программа Компьютерное моделирование высокотехнологичных
конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика**

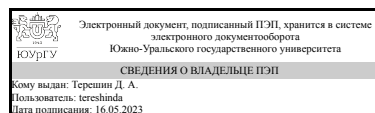
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Д. А. Терешин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель — изучение современных методов моделирования процессов разрушения конструкций для использования полученных знаний в практической инженерной деятельности как при проектировании машин и оборудования для обеспечения надежности и долговечности, для минимизации последствий отказов, так и для оценок долговечности с учётом трещин и трещиноподобных дефектов, выполняемых в процессе эксплуатации. Задачи: - изучение основных концепций в моделировании разрушения; - изучение численных методов моделирования разрушения; - освоение практического применения численных методов для обеспечения прочности, надежности и долговечности элементов конструкций с учётом трещин и дефектов.

Краткое содержание дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование навыков выполнения расчётного анализа несущей способности и живучести конструкций с учётом возможности развития имеющихся в материале трещиноподобных дефектов. Анализ, выполненный на этапе проектирования, позволяет минимизировать риски разрушения, повысить надёжность работы конструкций на протяжении периода эксплуатации (возможно, с установлением межосмотрового интервала). Анализ работы уже эксплуатируемого оборудования может обосновать продление периода безопасной эксплуатации. Основу методов составляют подходы вычислительной механики разрушения, эффективно выполняемые на основе МКЭ расчётов в современных САЕ пакетах. В дисциплине изучаются: применение критериев упругой и упругопластической механики разрушения в численных расчётах разрушения конструкций, а также критериев усталостного роста трещин, и критериев предельных состояний трещин в пластических телах. Изучаются вопросы кинетики развивающихся разрушений на основании анализа траекторий и скорости распространения трещин.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ПК-3 Способен для решения профессиональных задач осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, а также новые системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) | Знает: основные методы и подходы в компьютерном моделировании разрушения Умеет: осваивать новые методы численного моделирования разрушения Имеет практический опыт: работы с современными системами компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для моделирования разрушения |
| ПК-5 Способен консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных | Знает: основные современные подходы к прогнозированию долговечности и оценке надёжности конструкций с дефектами Умеет: изучать и применять математический аппарат в вычислительной механике разрушения Имеет практический опыт: работы с |

| | |
|-----------------------------|--|
| технологий (CAD/CAE-систем) | современными общими инженерными CAE и специализированными программными средствами, реализующими численные методы механики разрушения |
|-----------------------------|--|

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| Конструкционная прочность и механика разрушения, Реологические свойства материалов при циклическом деформировании, Надежность технических систем, Теория надежности, Деформационные свойства материалов при неупругом циклическом деформировании, Цифровое производство, Оптимальное проектирование, Предельные неупругие состояния конструкций, Компьютерное моделирование в механике | Не предусмотрены |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---------------------------------------|---|
| Компьютерное моделирование в механике | Знает: возможности современных систем компьютерного инжиниринга (CAE), роль компьютерного моделирования в общей системе расчетно-экспериментального изучения прочности конструкций; способы построения профессиональной траектории с учетом накопленного опыта и динамично изменяющихся требований рынка труда, основной набор расчетно-теоретических и экспериментальных методов исследования задач прочности конструкций Умеет: применять CAE-системы для решения профессиональных задач, искать информацию о развивающихся возможностях систем математического (численного) моделирования поведения конструкций, осваивать и применять их на практике, выбирать методы и средства компьютерного моделирования с учетом основных особенностей рассматриваемой задачи Имеет практический опыт: расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций с помощью современных пакетов программ, сравнения различных возможных подходов к решению задач прочности конкретных конструкций, применения вычислительных технологий в задачах описания повторно-переменного изотермического неупругого деформирования |

| | |
|---|---|
| | и разрушения конструкций |
| Надежность технических систем | <p>Знает: основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов, классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний Умеет: составлять графы, описывающие состояние технической системы, определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы, получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний</p> |
| Конструкционная прочность и механика разрушения | <p>Знает: способы и средства современных коммуникаций, результаты деятельности ведущих научно-производственных отечественных и зарубежных центров по профилю профессиональной деятельности, знакомиться с изданиями научно-производственного характера, материалами соответствующих научных журналов и регулярно проводимых конференций, потребности отделов прочности, конструкторских и технологических отделов промышленных и научно-производственных фирм в части оценки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций; современные достижения прикладной механики и наукоемкие компьютерные технологии, современные подходы, в том числе, математические модели, к определению предельных состояний элементов конструкций, возникающие при однократном, повторно-переменном и длительном (при повышенной температуре) нагружении Умеет: пользоваться отечественными и зарубежными базами данных научных публикаций (Scopus, WoS, РИНЦ и др.), вести целенаправленный библиографический поиск в различных электронных библиотеках, используя современные коммуникативные технологии, предоставляемые всемирной паутиной, адаптировать современные достижения прикладной механики и наукоемкие компьютерные технологии к конкретным потребностям промышленных и научно-производственных предприятий, применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей реализации предельных состояний изделий в условиях однократного, повторно-переменного и длительного нагружения Имеет практический</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>опыт: работы с отечественными и зарубежными базами данных и электронными библиотеками различного уровня, владения приемами и средствами целенаправленного библиографического поиска; составления и редактирования академических текстов технической направленности, обучения и консультирования персонала, а также внедрения современных достижений прикладной механики и наукоемких компьютерных технологий в конкретных организациях , расчетов и навыки использования пакетов прикладных программ, включая академические пакеты МКЭ, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности элементов конструкций. Обладать навыками анализа, интерпретации, представления и применения полученных результатов</p> |
| <p>Деформационные свойства материалов при неупругом циклическом деформировании</p> | <p>Знает: основные эффекты, методы и испытательное оборудование для их экспериментального изучения, а также существующие математические модели теории пластичности и ползучести, применимые в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре, современные подходы, в том числе, математические модели, к анализу напряженно-деформированного состояния конструкционных материалов за пределами упругости с учетом вязкой составляющей в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре Умеет: проводить экспериментальные исследования и применять математические модели деформирования неупругого материала для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре, применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей деформирования металлических конструкционных материалов, элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения Имеет практический опыт: проведения экспериментальных исследований и расчетов, а также навыки использования пакетов прикладных программ для оценки напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с учетом ползучести при монотонном и циклическом нагружении, расчетов и навыки использования пакетов прикладных программ, а также новых систем компьютерного проектирования и</p> |

| | |
|--|---|
| | компьютерного инжиниринга для оценки прочности и жесткости элементов конструкций |
| Реологические свойства материалов при циклическом деформировании | <p>Знает: особенности циклического деформирования неупругих материалов, основные эффекты, методы и испытательное оборудование для их экспериментального изучения, а также существующие математические модели реологии, применимые в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре</p> <p>Умеет: применять в профессиональной деятельности методы исследования закономерностей циклического деформирования неупругих материалов, проводить экспериментальные исследования и применять математические модели деформирования склерономного и реономного материала для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях монотонного и циклического нагружения при нормальной и повышенной температуре</p> <p>Имеет практический опыт: оценки прочности и жесткости конструкций при малоцикловом деформировании, проведения экспериментальных исследований и расчетов, а также навыки использования пакетов прикладных программ для оценки напряженно-деформированного состояния элементов конструкций с учетом реологических свойств материала при монотонном и циклическом нагружении</p> |
| Цифровое производство | <p>Знает: методики разработки проектов перспективных изделий; принципы использования современного программного обеспечения, основную терминологию курса (инжиниринг, проектирование, прототипирование, промышленный дизайн, 3D печать, аддитивное производство, цифровое производство т.п.); программное обеспечение для 3D моделирования; технические средства современного цифрового производства, этапы проектно-конструкторской подготовки производства деталей машин; методологию создания 3D-моделей в программных системах компьютерного проектирования</p> <p>Умеет: определять целевые этапы, основные направления работ; выбирать оптимальный набор потребительских, технических, технологических и экономических показателей новых изделий; составлять техническую документацию на проекты, их элементы и сборочные единицы, планировать реализацию проекта с использованием современных средств цифрового моделирования и производства, этапы проектно-конструкторской подготовки</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>производства деталей машин; методологию создания 3D-моделей в программных системах компьютерного проектирования Имеет практический опыт: выбора технологии проектирования, конструирования и создания составных частей изделий , в том числе на основе цифрового моделирования; разработки проектов перспективных изделий, техническими средствами современного цифрового производства (3D принтер, 3D сканер, лазерный резак), работы с программным обеспечением для 3D моделирования и 3D печати</p> |
| <p>Предельные неупругие состояния конструкций</p> | <p>Знает: особенности поведения высоконагруженных конструкций при циклическом неупругом нагружении; экспериментальные данные о поведении материалов в соответствующих условиях; способы описания этих экспериментальных данных, типовые и индивидуальные предельные состояния элементов конструкций в различных отраслях промышленности Умеет: оценивать возможные типы деформирования конструкций и выбирать соответствующие экспериментальные данные о поведении материалов, строить расчетные модели, учитывающие особенности поведения конструкций при циклическом нагружении за пределами упругости Имеет практический опыт: определения запасов прочности конструкций при повторно-переменном неупругом деформировании (по различным предельным состояниям), применения аналитических и/или численных (компьютерных) методов решения рассматриваемых задач</p> |
| <p>Оптимальное проектирование</p> | <p>Знает: критерии оптимизации в задачах механики конструкций и машин; методы оптимизации: векторную параметрическую оптимизацию, топологическую оптимизацию (оптимизацию формы конструкций); эффективные аналитические и численные методы решения задачи оптимизации, включая конечно-элементный подход, методы оптимизации, реализованные в современных CAD/CAE системах Умеет: задавать и формулировать целевую функцию, показатели качества; параметры проектирования; основные типы ограничений; осваивать современное ПО для анализа и оптимизации инженерных конструкций, использовать в инженерной практике технологии оптимизации, реализованные в современных CAD/CAE системах Имеет практический опыт: работы с методами решения задачи оптимизации с использованием эффективных вычислительных алгоритмов, с технологиями и алгоритмами, используемыми на этапе оптимизации</p> |

| | |
|-------------------|--|
| | проектируемого изделия |
| Теория надежности | Знает: основы теории надежности, методы испытаний в области оценки надежности конструкции Умеет: применять теорию надежности при решении профессиональных задач, определять опытным путем характеристики надежности конструкции Имеет практический опыт: расчетов вероятности разрушения конструкции, получения из эксперимента характеристик надежности |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|---|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 4 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 36 | 36 | |
| Лекции (Л) | 24 | 24 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 12 | 12 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 31,75 | 31,75 | |
| Самостоятельное овладение особенностями расчета параметров механики разрушения в типичных элементах конструкций, выполненных из различных материалов, при различных видах нагружения. | 20 | 20 | |
| Подготовка к зачёту. | 11,75 | 11,75 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 4,25 | 4,25 | |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|--|---|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | История эволюции подходов к оценке прочности и долговечности конструкций и анализа накопленных повреждений | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Вычисление параметров механики разрушения с использованием конечно-элементных вычислений в рамках линейно-упругой механики разрушения | 8 | 6 | 2 | 0 |
| 3 | Вычисление параметров механики разрушения с использованием конечно-элементных вычислений в рамках упругопластической механики разрушения | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 4 | Расчёты по критериям предельных состояний для трещин в | 8 | 6 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | пластических телах с использованием МКЭ | | | | |
| 5 | Расчётный анализ кинетики развития трещин и определение вида разрушения конструкции | 8 | 4 | 4 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | История эволюции подходов к оценке прочности и долговечности конструкций и анализа накопленных повреждений | 2 |
| 2-4 | 2 | Поля напряжений, деформаций и перемещений у фронта трещины. Границы применимости линейно-упругой механики разрушения при маломасштабных пластических деформациях. Принципы конечно-элементной аппроксимации в задачах разрушения. Вычисление коэффициентов интенсивности по корреляции с напряжениями, деформациями и перемещениями, высвобождаемой энергии по определению, методом освобождения узлов, через модифицированный интеграл закрытия трещины, методом виртуального приращения трещины и вычисление интеграла взаимодействия. | 6 |
| 5-7 | 3 | Поля напряжений, деформаций и перемещений у фронта трещины в упруго-пластическом теле и принципы конечно-элементной аппроксимации для упруго-пластических тел с трещинами. Вычисление J-интеграла с использованием конечно-элементных расчётов в рамках упругопластической механики разрушения. Критерии корректности J-интеграла для стационарных и развивающихся трещин. | 6 |
| 8-10 | 4 | Вычисление критериев предельных состояний для трещин в пластических телах с использованием конечно-элементных вычислений. Использование основных типов двухпараметрических критериев. Область их применения. | 6 |
| 11-12 | 5 | Расчётный анализ кинетики развития трещин и определение вида разрушения конструкции. Направление распространения трещин. Критерии квазистатического развития смешанных трещин. Усталостное развитие трещин. Распространения трещины как результат накопления повреждений в материале. | 4 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 2 | Принципы построения конечно-элементной сетки для тел с трещинами и использование специальных элементов в линейно -упругой механике разрушения. Использование расширенного метода конечных элементов. Вычисление параметров механики разрушения с использованием конечно-элементных вычислений в рамках линейно-упругой механики разрушения на примерах типичных конструктивных элементов. | 2 |
| 2-3 | 3 | Принципы построения конечно-элементной сетки для тел с трещинами и использование специальных элементов в упруго-пластической механике разрушения. Вычисление J-интеграла с использованием конечно-элементных вычислений в рамках упруго-пластической механики разрушения на примерах типичных конструктивных элементов. | 4 |
| 4 | 4 | Вычисление критериев предельных состояний для типичных конструктивных элементов из пластических материалов с трещинами с использованием конечно-элементных вычислений. Построение диаграмм разрушения. | 2 |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| 5-6 | 5 | Расчётный анализ кинетики развития трещин в типичных конструктивных элементах с использованием классического МКЭ и расширенного метода конечных элементов. Распространение трещины как результат накопления повреждений в материале. | 4 |
|-----|---|--|---|

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|--|---------|--------------|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Самостоятельное овладение особенностями расчета параметров механики разрушения в типичных элементах конструкций, выполненных из различных материалов, при различных видах нагружения. | Морозов, Е. М. Метод конечных элементов в механике разрушения. - М.: Наука., Пестриков, В. М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий [Текст] практикум В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. | 4 | 20 |
| Подготовка к зачёту. | см. список основной литературы | 4 | 11,75 |

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|---|-----|------------|---|------------------|
| 1 | 4 | Текущий контроль | Вычисление параметров механики разрушения с использованием конечно-элементных вычислений в рамках линейно-упругой механики разрушения | 1 | 15 | 15 баллов: дано верное, качественно аргументированное и оформленное решение задачи. 10 баллов: решение задачи верное, но недостаточно аргументированное или имеются проблемы в оформлении. 5 баллов: имеется попытка решения, результат спорный. Не зачтено: Задание не выполнено. | зачет |
| 2 | 4 | Текущий контроль | Вычисление параметров механики разрушения с использованием конечно-элементных вычислений в рамках | 1 | 15 | Зачтено: 15 баллов: дано верное, качественно аргументированное и оформленное решение задачи. 10 баллов: решение задачи верное, но недостаточно аргументированное или имеются проблемы в оформлении. | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|--|---|----|---|-------|
| | | | упругопластической механики разрушения | | | 5 баллов: имеется попытка решения, результат спорный. Не зачтено: Задание не выполнено. | |
| 3 | 4 | Текущий контроль | Расчёты по критериям предельных состояний для трещин в пластических телах с использованием МКЭ | 1 | 15 | 15 баллов: дано верное, качественно аргументированное и оформленное решение задачи. 10 баллов: решение задачи верное, но недостаточно аргументированное или имеются проблемы в оформлении. 5 баллов: имеется попытка решения, результат спорный. Не зачтено: Задание не выполнено. | зачет |
| 4 | 4 | Текущий контроль | Расчётный анализ кинетики развития трещин и определение вида разрушения конструкции | 1 | 15 | 15 баллов: дано верное, качественно аргументированное и оформленное решение задачи. 10 баллов: решение задачи верное, но недостаточно аргументированное или имеются проблемы в оформлении. 5 баллов: имеется попытка решения, результат спорный. Не зачтено: Задание не выполнено. | зачет |
| 5 | 4 | Промежуточная аттестация | Зачёт по всем разделам | - | 40 | 40 баллов: даны правильные ответы на все вопросы. 30 баллов: дан правильный ответ на два вопроса. 15 баллов: дан правильный ответ на один вопрос. 0 баллов: не отвечено ни на один вопрос. | зачет |

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|---|
| зачет | <p>Проводится письменно. К зачету допускаются все студенты. Билет содержит три вопроса из разных разделов курса (список вопросов см. в приложенном файле). На подготовку отводится 60 минут. В рамках ПА происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | |
|-------------|---|------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-3 | Знает: основные методы и подходы в компьютерном моделировании | | | + | | |

| | | | | | | |
|------|--|----|--|--|---|---|
| | разрушения | | | | | |
| ПК-3 | Умеет: осваивать новые методы численного моделирования разрушения | | | | | + |
| ПК-3 | Имеет практический опыт: работы с современными системами компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для моделирования разрушения | | | | + | |
| ПК-5 | Знает: основные современные подходы к прогнозированию долговечности и оценке надёжности конструкций с дефектами | ++ | | | | + |
| ПК-5 | Умеет: изучать и применять математический аппарат в вычислительной механике разрушения | ++ | | | | + |
| ПК-5 | Имеет практический опыт: работы с современными общими инженерными САЕ и специализированными программными средствами, реализующими численные методы механики разрушения | ++ | | | | |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Броек, Д. Основы механики разрушения Пер. с англ. - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с. ил.
2. Морозов, Е. М. Метод конечных элементов в механике разрушения. - М.: Наука, 1980. - 254 с. ил.
3. Пестриков, В. М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий [Текст] практикум В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 452 с. ил.
4. Пестриков, В. М. Механика разрушения твердых тел Курс лекций В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб.: Профессия, 2002. - 300 с. ил.
5. Хеллан, К. Введение в механику разрушения Пер. с англ. А. С. Кравчука; Под ред. Е. М. Морозова. - М.: Мир, 1988. - 364 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений Т. 1 В 2 т. Ю. Ито и др.; Под ред. Ю. Мураками; Пер. с англ. под ред. Р. В. Гольдштейна, Н. А. Махутова; Пер. В. И. Даниленко. - М.: Мир, 1990. - 448 с. ил.
2. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений Т. 2 В 2 т. Ю. Ито; Под ред. Ю. Мураками; Пер. с англ. под ред. Р. В. Гольдштейна, Н. А. Махутова; Пер. В. Э. Наумова. - М.: Мир, 1990. - 560 с. ил.
3. Партон, В. З. Механика разрушения : от теории к практике [Текст] В. З. Партон. - 2-е изд. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2007. - 238, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Пестриков, В. М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий, практикум В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 452 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Пестриков, В. М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий, практикум В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 452 с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--|
| Практические занятия и семинары | 332 (2) | Компьютеры с доступом к ресурсам СКЦ ЮУрГУ, проектор, экран |