

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.5	Механика контактного взаимодействия и разрушения

Код направления подготовки	15.04.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (магистерская программа)	Механика деформируемого твердого тела
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Сопротивления материалов	Кандидат физ-мат наук		Осипенко Кирилл Юрьевич

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сопротивления материалов:

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой Сопротивления материалов			Доктор техн. наук, профессор Андреев Владимир Игоревич	
Год обновления	2015	2016		
Номер протокола	№ 1			
Дата заседания кафедры	31.08.2015			

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Леонтьев А.Н.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» является изучение современных фундаментальных и прикладных проблем дисциплины, методов решений задач, а так же изучение экспериментальных исследований статики трещин, усталостного разрушения и контактного взаимодействия.

Изучение дисциплины позволит овладеть основными методами расчета конструкций с трещинами, методами определения геометрии контактирующих поверхностей и напряжений в области контакта.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности	ОК-9	Знает влияние трещин на прочность конструкции, знает методы торможения роста трещины, знает силы, действующие при контактном взаимодействии тел.	31
способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	ОПК-1	Умеет находить наиболее опасные места конструкции и выбирать критерий разрушения в зависимости от формы конструкции, материала из которого она изготовлена и характера нагружения.	У1
способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии	ПК-1	Знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, знает границы применимости теоретических моделей и приближения, использованные при их построении.	32
способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	ПК-2	Умеет определять критический размер трещины и направления роста трещины, умеет определять напряжения и деформации при контактном	У2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		взаимодействи тел.	
готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности	ПК-18	Имеет навыки расширения познаний в области механики контактного взаимодействия и разрушения.	Н1
способностью применять инновационные подходы с целью развития, внедрения и коммерциализации новых наукоемких технологий	ПК-21	Знает упрощения и предположения, использованные в теоретических моделях, и понимает, как они влияют на точность решения.	33

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика контактного взаимодействия и разрушения» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Механика контактного взаимодействия и разрушения» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплин в области высшей математики, механики материалов, численных методов.

Требования к входным знаниям, умениям студентов

Для освоения дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» студент должен:

Знать:

- основы математического анализа;
- основы теории функций комплексного переменного;
- основы теории упругости и пластичности,
- современные средства вычислительной техники,
- методы решения задач теории упругости и пластичности.

Уметь:

- решать дифференциальные уравнения
- решать уравнения в частных производных
- применять при изучении курса знания, полученные по физике, сопротивлению материалов, теории упругости и пластичности.

Владеть:

- приемами дифференцирования и интегрирования функций;
- навыками численного интегрирования и решения систем нелинейных уравнений;
- первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов и оформления результатов расчета.

Дисциплины, для которых дисциплина «Механика контактного взаимодействия и разрушения» является предшествующей:

- «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»,
- «Обследование и испытание зданий и сооружений»,

«Современные проблемы в области прикладной механики»,
 «Устойчивость механических систем и экспериментальные методы исследования устойчивости»,
 «Статистическая механика и теория надежности»,
 «Автоматизация испытаний»,
 «Оптимальное проектирование конструкций»,
 «Производственная преддипломная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часа.
 (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися					Самостоятельная работа	
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Понятие прочности и разрушения тела	1	1-2	2		4	2	5	8	
2	Линейная механика разрушения	1	3-6	4		8	4	5	17	Выдача курсовой работы на 6 неделе.
3	Нелинейная механика разрушения	1	7-8	2		4	2	5	12	
4	Усталостное и коррозионное разрушение	1	9-11	3		6	3	7	10	Контрольная работа
5	Упругий контакт гладких поверхностей	1	12-14	3		6	3	5	14	
	Итого:	1	14	14		28	14	27	61	Курсовая работа, Экзамен

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Понятие прочности и разрушения тела	Эмпирические знания о прочности строительных конструкций в прошлом и становление научного подхода к исследованию прочности. Свойства и поведение твердых тел в зависимости от условий нагружения. Виды критериев прочности в зависимости от условий нагружения. Опыты с материалами, работающими только на сжатие (бетон скальные породы). Критерий наибольших нормальных напряжений. Критерий наибольших удлинений. Критерий максимальных касательных напряжений. Критерий наибольшей интенсивности касательных напряжений. Критерии Мора, Шлейхера-Надаи. Задача Инглиса о растяжении пластинки с эллиптическим отверстием. Концентрация напряжений.	2
2	Линейная механика разрушения	Математическая модель трещины. Виды трещин. Распределение напряжений и смещений у края трещины. Коэффициент интенсивности напряжений. Определение коэффициентов интенсивности напряжений численными и экспериментальными методами. Удельная энергия разрушения и энергетический критерий роста трещины в хрупком материале. Измерение удельной энергии разрушения. Расширение критерия Гриффитса, связанного с учетом пластической работы в вершине трещины. Силовой критерий Ирвина. Эквивалентность силового и энергетического критериев развития трещины. Устойчивый и неустойчивый рост трещины. Конструкционное торможение трещины. Разгружающие отверстия.	4
3	Нелинейная механика разрушения	Физические предпосылки введения зоны сцепления в вершине трещины. Относительно большая концевая зона в модели Дагдейла и Леонова-Панасюка. Пластические зоны у вершины трещины. Различие линейной и нелинейной механики разрушения.	2
4	Усталостное и коррозионное разрушение	Малоцикловая и многоцикловая усталость. Кривые Велера. Формула Париса. Факторы, влияющие на характеристики усталостного и коррозионного разрушения. Исследования	3

		скорости распространения усталостной трещины.	
5	Упругий контакт гладких поверхностей	История развития и основные приложения механики контактного взаимодействия. Деформация упругого полупространства под действием поверхностных сил. Задача Герца о сжатии двух упругих тел. Геометрия контактирующих гладких поверхностей. Распределение напряжений при качении упругих тел. Деформация упругого полупространства под действием касательных напряжений. Скольжение упругих тел. Влияние адгезии.	3

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Понятие прочности и разрушения тела	Расчет стержней, пластин и оболочек по критериям наибольших нормальных напряжений, наибольших удлинений, максимальных касательных напряжений. Решение задачи о растяжении пластинки с круговым отверстием, испытывающей всестороннее растяжение.	4
2	Линейная механика разрушения	Нахождение коэффициентов интенсивности напряжений, распределения напряжений и смещений в окрестности вершины трещины. Определение критической длины трещины, разрушающей нагрузки, размера пластической зоны перед фронтом трещины.	8
3	Нелинейная механика разрушения	Определение условий применимости линейной механики разрушения.	4
4	Усталостное и коррозионное разрушение	Расчет элементов конструкций на усталостную и коррозионную долговечность. Описание роста усталостной и коррозионной трещины.	6
5	Упругий контакт гладких поверхностей	Вычисление распределения напряжений, деформаций и геометрии контактирующих поверхностей, влияния адгезии на деформацию тел при контакте.	6

5.4. Групповые консультации по курсовым работам

(при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание консультации	Кол-во акад. часов
-------	--	--------------------------------	--------------------

1	Понятие прочности и разрушения тела	Разрушение конструкции при различных критериях прочности.	2
2	Линейная механика разрушения	Коэффициенты интенсивности напряжений для конструкции с трещиной, критическая длина трещины, пластическая зона у вершины трещины. Определение направления начального распространения и расчет траектории трещины.	4
3	Нелинейная механика разрушения	Рост трещин в полимерных материалах.	2
4	Усталостное и коррозионное разрушение	Коррозионное разрушение. Диаграмма коррозионного разрушения. Влияние водорода, влаги, кислорода на рост трещин в металлах.	3
5	Упругий контакт гладких поверхностей	Геометрия контактирующих поверхностей. Задача Герца и модель упругого основания.	3

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Понятие прочности и разрушения тела	Теоретическая и реальная прочность твердых тел.	8
2	Линейная механика разрушения	Форма пластической зоны в окрестности вершины трещины при плоской деформации и плоском напряженном состоянии. Определение направления начального распространения и расчет траектории трещины. Влияние температуры. Критерии старта, остановки и распространения трещины в динамической теории разрушения.	17
3	Нелинейная механика разрушения	Рост трещин в полимерных материалах. Вязкоупругое разрушение.	12
4	Усталостное и коррозионное разрушение	Коррозионное разрушение. Диаграмма коррозионного разрушения. Влияние водорода, влаги, кислорода на рост трещин в металлах.	10
5	Упругий контакт гладких поверхностей	Геометрия контактирующих поверхностей. Задача Герца и модель упругого основания.	14

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру

коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен владеть основными методами исследования и решения задач теории упругости и пластичности. Необходима выработка первичных навыков построения соответствующей математической модели, выбора нужного метода ее решения, интерпретации и оценки полученного результата.

При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебные материалы, указанные в разделе 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*				
	1	2	3	4	5
ОК-9		+	+		+
ОПК-1	+	+	+	+	+
ПК-1	+	+	+	+	+
ПК-2		+	+		+
ПК-18		+	+	+	+
ПК-21	+	+	+	+	+

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Контрольная работа	Курсовая работа	Экзамен	
1	2	3	4	5	6
ОК-9	31	+	+	+	+
ОПК-1	У1	+	+	+	+
ПК-1	32	+	+	+	+
ПК-2	У2	+	+		+
ПК-18	Н1	+	+		+
ПК-21	33	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Не понимает, в каких случаях в конструкции может появиться трещина и как она влияет на прочность и долговечность. Не знает способы остановки роста трещины и величину силы, действующей при контактном взаимодействии тел.	Имеет представление, в каких случаях в конструкции может появиться трещина и как она влияет на прочность и долговечность. Имеет представление о способах остановки роста трещины и силах, действующих при контактном взаимодействии тел.	Знает влияние трещин на прочность конструкции и методы торможения роста трещины, знает силы, действующие при контактном взаимодействии тел, но допускает несущественные ошибки..	Отлично знает влияние трещин на прочность конструкции, знает методы торможения роста трещины, знает силы, действующие при контактном взаимодействии тел.
У1	Не знает, в каких материалах и местах конструкции возможно появление трещины, не знает основных	Имеет представление о том, в каких материалах и местах конструкции возможно появление	Умеет находить наиболее опасные места конструкции и выбирать критерий разрушения в зависимости от формы конструкции,	Умеет находить наиболее опасные места конструкции и выбирать критерий разрушения в зависимости от формы конструкции, материала, из которого она изготовлена и характера нагружения.

	критериев разрушения для хрупких и пластичных тел.	трещины, имеет представление об основных критериях разрушения для хрупких и пластичных тел.	материала, из которого она изготовлена и характера нагружения, но делает несущественные ошибки.	
32	Не знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, не может рассказать о границах применимости этих моделей.	Имеет представление о математических моделях, используемых для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, имеет представление о границах применимости этих моделей.	Знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, знает границы применимости теоретических моделей и их точность, но допускает несущественные ошибки.	Знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, знает границы применимости теоретических моделей и их точность.
33	Не знает, какие упрощения и предположения используются в основных теоретических моделях механики контактного взаимодействия и разрушения.	Имеет представление о том, какие упрощения и предположения используются в основных теоретических моделях механики контактного взаимодействия и разрушения.	Знает упрощения и предположения, использованные в теоретических моделях, и понимает, как они влияют на точность решения задачи, но при этом допускает несущественные ошибки.	Знает упрощения и предположения, использованные в теоретических моделях, и понимает, как они влияют на точность решения задачи.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)

31	Не понимает, в каких случаях в конструкции может появиться трещина и как она влияет на прочность и долговечность. Не знает способы остановки роста трещины и величину силы, действующей при контактном взаимодействии тел.	Имеет представление, в каких случаях в конструкции может появиться трещина и как она влияет на прочность и долговечность. Имеет представление о способах остановки роста трещины и силах, действующих при контактном взаимодействии тел.	Знает влияние трещин на прочность конструкции и методы торможения роста трещины, знает силы, действующие при контактном взаимодействии тел, но допускает несущественные ошибки..	Отлично знает влияние трещин на прочность конструкции, знает методы торможения роста трещины, знает силы, действующие при контактном взаимодействии тел.
У1	Не знает, в каких материалах и местах конструкции возможно появление трещины, не знает основных критериев разрушения для хрупких и пластичных тел.	Имеет представление о том, в каких материалах и местах конструкции возможно появление трещины, имеет представление об основных критериях разрушения для хрупких и пластичных тел.	Умеет находить наиболее опасные места конструкции и выбирать критерий разрушения в зависимости от формы конструкции, материала, из которого она изготовлена и характера нагружения, но делает несущественные ошибки.	Умеет находить наиболее опасные места конструкции и выбирать критерий разрушения в зависимости от формы конструкции, материала, из которого она изготовлена и характера нагружения.
32	Не знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, не может рассказать о границах применимости этих моделей.	Имеет представление о математических моделях, используемых для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, имеет представление о границах применимости этих моделей.	Знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, знает границы применимости теоретических моделей и их точность, но допускает	Знает математические модели, используемые для расчета тела с трещинами и для расчета контактного взаимодействия тел, знает границы применимости теоретических моделей и их точность.

			несущественные ошибки.	
У2	Не может найти критический размер трещины и направление ее роста в простейших случаях. Не умеет определять напряжения и деформации при сжатии двух упругих тел по теории Герца.	Имеет представление о способах определения критического размера трещины и направления ее роста в простейших случаях. Имеет представление об определении напряжений и деформаций при сжатии двух упругих тел по теории Герца.	Определяет критический размер трещины и направление роста трещины, умеет определять напряжения и деформации при контактом взаимодействии тел, но делает несущественные ошибки.	Умеет определять критический размер трещины и направления роста трещины, умеет определять напряжения и деформации при контактом взаимодействии тел.
Н1	Не продемонстрировал навыки самостоятельной работы.	Продемонстрировал навыки самостоятельной работы, но сделал существенные ошибки.	Продемонстрировал навыки самостоятельной работы, но сделал несущественные ошибки.	Материал, заданный для самостоятельной работы, освоен и выполнен полностью
33	Не знает, какие упрощения и предположения используются в основных теоретических моделях механики контактного взаимодействия и разрушения.	Имеет представление о том, какие упрощения и предположения используются в основных теоретических моделях механики контактного взаимодействия и разрушения.	Знает упрощения и предположения, использованные в теоретических моделях, и понимает, как они влияют на точность решения задачи, но при этом допускает несущественные ошибки.	Знает упрощения и предположения, использованные в теоретических моделях, и понимает, как они влияют на точность решения задачи.

7.2.4. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*

Учебным планом проведение промежуточной аттестации в форме Зачета не предусмотрено.

7.3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий.

Примерные вопросы для контрольной работы

1 В упругом теле имеется единственный концентратор в виде локального угловой трещины. ЭВМ может рассчитать все поле напряжений при заданной нагрузке на тело. Как определить будет ли развиваться разрушение от угла (пойдет трещина) или нет ?

2 Две трещины длин $l_1 > l_2$ расположены параллельно в упругой пластине. Приложены
а) растягивающие (растущие во времени) напряжения на удалении от трещин;
б) одинаковые (растущие) силы к центру трещин. Какая из двух трещин стронется первой? Обосновать.

3. В пластине имеются центральная и краевая трещина одинаковой длины. Какая из них опаснее и почему?

4. В алюминиевой панели шириной 30 м и толщиной $h = 15$ мм обнаружена плоская сквозная трещина длиной $l = 50$ мм, расположенная перпендикулярно направлению растяжения в центральной части панели. Материал – алюминиевый сплав с вязкостью разрушения $K_{Ic} = 30 \text{ МПа} \cdot \sqrt{\text{м}}$, предел текучести $\sigma_t = 300 \text{ МПа}$

а). Разрушиться ли панель, если ее к ней приложить растягивающее усилие 70 МПа?
б). При каком усилии произойдет разрушение ?

5. Тонкостенный цилиндрический сосуд, заполнен газом под давлением p . Пусть длина его цилиндрической части L , радиус цилиндра и доньев R , толщина стенок сосуда h . В сосуде имеется трещина длины $l \ll R$, расположенная под углом β к круговому направлению. Найти коэффициенты интенсивности напряжений K_I, K_{II} в вершинах трещины.

6. Полоса шириной $b = 1$ метр с краевой трещиной подвергнута циклическому растяжению. Материал полосы – сталь ($\sigma_t = 600 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$, $K_{Ic} = 5000 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$). Начальная длина трещины $l_0 = 7 \text{ мм}$, параметры цикла нагружения $\sigma_{\max} = 300 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$, $\sigma_{\min} = 150 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Предположим, что обработка результатов усталостных испытаний образцов из данной стали описывается законом Париса:

$$\frac{dl}{dN} = 3 \times 10^{-13} (\Delta K)^3 \frac{\text{мм}}{\text{цикл}}$$

Найти количество циклов до разрушения полосы

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце третьего семестра в виде экзамена и завершает изучение данной дисциплины.

При выполнении курсовой работы студенты получают задачу о расчете конструкции с трещиной. Выбирают метод решения задачи, производят расчет и компьютерную обработку результатов.

Темы курсовых работ:

- Расчет пластины с наклонной трещиной;
- Расчет панели со смещенной трещиной;
- Расчет панели с несимметрично расположенной трещиной;
- Расчет балки с внутренней трещиной;
- Расчет балки с краевой трещиной.

Содержание курсовой работы:

Цель курсовой работы дать студентам практическое умение рассчитывать конструкции с трещинами под действием постоянных и циклических нагрузок, определять критический размер трещины и размер пластической зоны перед фронтом трещины, определять модель трещины пригодную для решения поставленной задачи.

– Оформляется курсовая работа, в виде пояснительной записки, содержащей расчетный и графический материал. Работа аккуратно выполняется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А-4 , скрепляется степлером с титульным листом.

– Преподаватель подписывает выполненную работу с указанием даты, после чего обучающийся защищает работу.

*Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:**Вопросы к экзамену:*

1. Понятие прочности тела, конструкции. Какие факторы влияют на прочность ?
2. Какой вид может иметь кривая напряжение-деформация при растяжении образца за пределами упругости? Опишите характерные точки на этой кривой, определяющие прочность.
3. Критерии разрушения изотропных материалов.
4. Концентрация напряжений. Математическая модель трещины.
5. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Коэффициент интенсивности напряжений.
6. Энергетический критерий Гриффитса в механике трещин. Поправка Ирвина на пластичность.
7. Варианты разрушения и критерии разрушения пластического тела с трещиной.
8. Экспериментальные методы определения коэффициента интенсивности напряжений у вершины трещины.
9. Особенности роста трещин в полимерных материалах.
10. Многоцикловая усталость. Кривые Велера.
11. Уругопластическая модель трещины Дагдейла. Физический смысл и определение характеристик модели.
13. Эмпирические законы для скорости распространения усталостной трещины. Закон Париса.
14. Связь энергетического и силового критерия разрушения в механике трещин хрупких тел.
15. Устойчивая и неустойчивая трещины. Дать определение и привести примеры.
16. Модель трещины Леонова-Панасюка.
17. Конструкционные способы торможения трещины. Как приближенно решить задачу о «засверленной трещине»?
18. Динамическая механика разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений и динамическая модификация критерия разрушения Гриффитса.
19. Как определяется вязкость разрушения материала?
20. Деформация упругого полупространства под действием поверхностных сил.

21. Задача Герца о сжатии двух упругих тел.
22. Геометрия контактирующих гладких поверхностей.
23. Распределение напряжений при качении упругих тел.
24. Деформация упругого полупространства под действием касательных напряжений.
25. Скольжение упругих тел. Адгезия упругих тел.
26. Постановка контактной задачи о вдавливание твердого индентора в пластическую среду.
27. Соприкосновение и сближение волнистых и шероховатых поверхностей под нагрузкой. Номинальная и фактическая площади контакта.
28. Постановка контактной задачи с учетом смазки.
29. Постановка контактной задачи с учетом износа.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце первого семестра в виде экзамена и завершает изучение данной дисциплины.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному экзамену студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем по окончании зачета сдается преподавателю.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Результаты выполнения аттестационного испытания должны быть объявлены обучающимся в день его проведения и выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после проведения.

Оценка по курсовой работе выставляется на основании результатов защиты на комиссии обучающимся курсовой работы при непосредственном участии преподавателей кафедры, руководителя курсовой работы, с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы. Устная защита проводится в группе в виде презентации Power Point. Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсовой работы с указанием темы курсовой работы, а также в зачетную книжку.

Процедура защиты курсовой работы определена Положением о курсовых работах (проектах) НИУ МГСУ.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Партон, В. З. Механика разрушения. От теории к практике [Текст] / В. З. Партон ; [рец. Л. И. Слепьян]. - Изд. 3-е. - Москва : ЛКИ, 2010. - 239 с	30	15
2	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Черепанов, Г. П. Механика разрушения [Текст] / Г. П. Черепанов. - Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2012. - 872 с.	10	15
3	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем [Текст] : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев ; [рец.: А. Г. Схиртладзе, В. И. Галкин]. - Москва : Академия, 2010. - 304 с.	10	15
		ЭБС АСВ		
<i>Дополнительная литература</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Райзер, В. Д. Теория надежности сооружений [Текст] / В. Д. Райзер ; [рец.: В. Л. Мондрус, Ю. Т. Чернов]. - М. : Изд-во АСВ, 2010. - 383 с	20	15
2	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Мейз, Дж. Теория и задачи механики сплошных сред [Текст] / Джордж Мейз ; пер. с англ. Е. И. Свешниковой ; под ред. и с предисл. М. Э. Эглит = Theory and Problems of Continuum Mechanics / George E. Mase. - Изд. 3-е. - Москва : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. - 318 с	5	15
3	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Малкин, В. С. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : учебное пособие для вузов / В. С. Малкин. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 433 с.	10	15
4	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера [Текст] : практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. 3-е. - Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. - 269 с.	25	15

5	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Иванов, М. Н. Детали машин [Текст] : учебник для вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. - Изд. 13-е, перераб. - Москва : Высшая школа, 2010. - 408 с.	15	15
6	Механика контактного взаимодействия и разрушения	Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] : монография / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. - М. : Изд-во АСВ, 2009. - 357 с.	25	15

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветным маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
- 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.
- 4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности записанного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости предполагается консультация с преподавателем.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Организация деятельности обучающегося
<ol style="list-style-type: none"> 1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. 2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. 3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. 4. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др. 5. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др. 6. Просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. 2. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам. 3. Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу, изложение основных аспектов проблемы. 4. Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала для написания курсовой работы/курсового проекта; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Конкретные требования по выполнению и оформлению курсовой работы/курсового проекта находятся в методических материалах по дисциплине.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Механика контактного взаимодействия и разрушения» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	стационарные / мобильные (переносные) демонстрационного оборудования наборы	аудитории /аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории /аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 15.04.03 «Прикладная механика».