Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 18:21:31
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
/П. Итурралде/
«28» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Расчеты на трещиностойкость и живучесть»

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

профиль
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Москва 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Расчеты на трещиностойкость и живучесть» являются:

- Углубление знаний по методам расчета динамических систем на трещиностойкость и живучесть в условиях случайного нагружения;
- Модернизация существующих машин, приборов, аппаратуры с целью повышения эксплуатационных характеристик.

Задачей дисциплины является углубление знаний по методам механики разрушения твердого тела, анализу долговечности и продлению ресурса, анализу повреждений в виде трещин.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору Блока 1 основной образовательной программы аспирантуры. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Спецглавы по теории упругости и пластичности;
- Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры;

Для успешного изучения данной дисциплины необходимо:

- знать основы расчета конструкций с трещинами;
- знать основы механики разрушения;
- обладать навыками предварительного расчета конструкций по критериям механики разрушения;
- уметь проводить расчет усталостной прочности изделий;

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Расчеты на трещиностойкость и живучесть»

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общетехнических компетенций для направления компетенций:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность применять экспериментальные методы для решения задач динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры (ПК-5)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

• современные методы расчета конструкций на трещиностойкость и живучесть;
• методы исследования процессов разрушения и роста трещин;
• принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций;

уметь:

• применять полученные знания на практике;
• проводить расчеты остаточной прочности и ресурса;
• применять современные методы механики разрушения.

владеть:
• навыками анализа долговечности и продления ресурса;
• навыками расчета прочности по критериям механики разрушения.

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.) или 108 академических часов (час), в том числе 16 часов аудиторных занятий и 92 часа самостоятельной работы.

4.1. Виды учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	**108**
Аудиторные занятия:	**0.44**	**16**
Лекции (Лек)		8
Практические занятия (ПЗ)		8
Исследовательские лабораторные занятия (ИЛЗ)		-
Самостоятельная работа (СР):	**2.56**	**92**
Консультации		4
Реферат		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		88
Вид контроля:		**экзамен**

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Критерии нелинейной механики разрушения	38	4	4	-	30
2	Усталостный рост трещины	35	2	2	-	31
3	Устойчивый и неустойчивый рост трещины	35	2	2	-	31
	Итого:	108	8	8	-	92

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся;

4.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1	Инвариантные интегралы в механике разрушения. Критерий критического раскрытия в вершине трещины. Теоретическое решение и сопоставление с критерием Гриффитса. Энергетический контурный I-интеграл.	4

		Контурная инвариантность. I-интеграл, как интенсивность освобождающейся упругой энергии. НКК-сингулярность. Взаимосвязь I-интеграла и раскрытия в вершине трещины. Методы расчета.	
2	3	Прочность конструкций при наличии трещин. Механизмы роста усталостных трещин, кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости. Влияние асимметрии и частоты цикла на распространение трещин. Механизмы закрытия трещин. Континуальные теории накопления повреждений и разрушения.	2
3	4	Динамическая механика разрушения. Критерии старта, распространения и остановки трещин. Методы повышения трещиностойкости. Расчет неустойчивого состояния в нелинейной механике разрушения с привлечением концепции энергетического интеграла.	2
		Итого:	8

Тематика практических (или семинарских) занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1,2	Применение критериев нелинейной механики разрушения для расчета конструкций с трещинами	4
2	3	Расчет долговечности и живучести поврежденных конструкций	2
3	4	Расчет неустойчивого состояния в нелинейной постановке использованием концепции энергетического интеграла	2
		Итого:	8

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены

4.4. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

Таблица 6

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1	Лекция-дискуссия по усталостному росту трещины и накоплению повреждений в конструкции.	2
2	Практическое занятие по расчету долговечности и живучести поврежденных конструкций	2
3	Практическое занятие по расчету неустойчивого состояния в нелинейной постановке с использованием концепции энергетического интеграла.	2
	Итого:	6

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Для проведения текущего контроля знаний используются устный опрос на занятиях

по проделанной работе.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена в 4-ом семестре. Экзамен проводится по билетам. Вопросы, содержащиеся в билетах и пример билета приведены в фонде оценочных средств

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
1	2
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-5	способность применять экспериментальные методы для решения задач динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий **ПК-5 способность применять экспериментальные методы для решения задач динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры**				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: современные методы расчета конструкций на трещиностойкость и живучесть; методы	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современных методов расчета конструкций на	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современных методов расчета конструкций	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современных методов расчета конструкций	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современных методов расчета конструкций

исследования процессов разрушения и роста трещин; принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций.	трещиностойкость и живучесть; методов исследования процессов разрушения и роста трещин; принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций.	на трещиностойкость и живучесть; методов исследования процессов разрушения и роста трещин; принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей.	на трещиностойкость и живучесть; методов исследования процессов разрушения и роста трещин; принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	на трещиностойкость и живучесть; методов исследования процессов разрушения и роста трещин; принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций.
уметь: применять полученные знания на практике; проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; применять современные методы механики разрушения;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять полученные знания на практике; проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; применять современные методы механики разрушения ин.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике; проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; применять современные методы механики разрушения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике; проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; применять современные методы механики разрушения. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике; проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; применять современные методы механики разрушения. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной

		показателей.	при аналитических решениях.	сложности.
владеть: навыками анализа долговечности и продления ресурса; навыками расчета прочности по критериям механики разрушения;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками анализа долговечности и продления ресурса; навыками расчета прочности по критериям механики разрушения.	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками анализа долговечности и продления ресурса; навыками расчета прочности по критериям механики разрушения. Слабо демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками анализа долговечности и продления ресурса; навыками расчета прочности по критериям механики разрушения. Частично демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками анализа долговечности и продления ресурса; навыками расчета прочности по критериям механики разрушения. Демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам

промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Расчеты на трещиностойкость и живучесть»:

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6. Образовательные технологии по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

При проведении лекционных и практических занятий используются технические средства интерактивного обучения: компьютеры, плакаты, натурные образцы, проектор. Часть материала представляется в виде презентаций.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

а) основная литература:

1. Физическая природа разрушения: учебное пособие [электронный ресурс], ОГУ 2014г. - 371 с.
Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/182257
2. Степанова, Л.В. Математические методы механики разрушения [Электронный ресурс] /Л.В. Степанова. — М: Физматлит, 2009. — 333 с. Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/207402

б) дополнительная литература:

1. Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках: учебное пособие Логос 2008 г. 315 страниц
Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/176832

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионное программное обеспечение (ОС Windows, MS OFFICE)

Наименование программного обеспечения / ссылка на Интернет-ресурс	Компания-производитель
http://www.rsl.ru/	Российская государственная библиотека
http://www.gpntb.ru/	Государственная публичная научно-техническая библиотека России
http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека
http://www.gost.ru/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
http://www.ansi.org/	ANSI (American National Standards Institute)
http://www.iso.org/	ISO (International Organization for Standardization)
http://www.extech.ru/	Федеральное государственное автономное научное учреждение "Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы" (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)
http://www.rfbr.ru/	Российский фонд фундаментальных исследований
http://www.shareware.com/	Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения
http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm,	Международный научно-образовательный сайт EqWorld
http://www.mi.ras.ru	Сайт Математического института им. В.А. Стеклова Российской Академии наук
http://www.mysopromat.ru	MYsopromat.ru: Сопротивление материалов и науки о прочности

http://lib.mami.ru/	Научно-техническая библиотека университета машиностроения
http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
http://iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks
http://www.biblio-online.ru	Электронно-библиотечной системе издательства «Юрайт»
http://cyberleninka.ru	Электронный ресурс «КиберЛенинка»
www.scopus.com	Реферативная база данных Scopus
Springer Protocols – www.springerprotocols.com Springer Materials – www.springermaterials.com Springer Images – www.springerimages.com Zentralblatt MATH – www.zentralblatt-math.org/zbmath/en	Ресурсы издательства Springer

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудитория общего фонда, оснащенная аудиторной доской, столами, стульями (столами со скамьями)

Компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов», оснащенный компьютерами с установленным программным обеспечением и выходом в сеть Internet, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

Читальные зал библиотеки, оснащенный компьютерной техникой с выходом в сеть Internet и сеть Университета.

Приложение

к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

Профиль
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
- научно-исследовательская деятельность в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук;
- преподавательская деятельность в области математики, механики, информатики

Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Расчеты на трещиностойкость и живучесть

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

РАСЧЕТА НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ И ЖИВУЧЕСТЬ					
ФГОС **01.06.01 Математика и механика**					
В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	**знать:** • современные методы расчета конструкций на трещиностойкость и живучесть; • методы исследования процессов разрушения и роста трещин; • принципы анализа долговечности и продления ресурса конструкций; **уметь:** • применять полученные знания на практике; • проводить расчеты остаточной прочности и ресурса; • применять современные методы механики разрушения. **владеть:** • навыками анализа долговечности и продления ресурса;	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	УО, Э	**Базовый уровень** - способен проводить расчеты конструкций на трещиностойкость и живучесть. **Повышенный уровень** - способен проводить расчеты конструкций на трещиностойкость и живучесть, давать рекомендации по совершенствованию конструкций и продлению ресурса.

ПК-5	способность применять экспериментальные методы для решения задач динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры	• навыками расчета прочности по критериям механики разрушения.			

Описание оценочных средств

1. Примерные вопросы для проведения устного опроса по дисциплине:

1. Понятие трещиностойкости;
2. Рост трещины;
3. Интенсивность роста трещины;
4. Живучесть;
5. Расчеты на прочность конструкций с трещинами;
6. Закрытие трещины;
7. Старение материала.
8. Освобождение энергии при росте трещины
9. I-интеграл;
10. Критерий Гриффитса.

2. Вопросы для проведения экзамена по дисциплине:

1 Инвариантные интегралы в механике разрушения
2 Модель Догдейла-Леонова-Панасюка
3 Критерий критического раскрытия в вершине трещины
4 Сопоставление теоретического решения с критерием Гриффитса
5 Энергетический контур I-интеграл
6 Контурная инвариантность I-интеграла
7 I-интеграл как интенситвность освобождающейся упругой энергии
8 НКК-сингулярность у вершины трещины
9 Взаимосвязь I-интеграла и раскрытия в вершине трещины
10 Метод расчета I-интеграла
11 Метод сечений в упругопластической механике разрушения
12 Прочность конструкции при наличии трещины
13 Механизм роста усталостной трещины
14 Кинетическая диаграмма циклической трещиностойкости
15 Влияние параметров цикла нагружения на распространение трещин
16 Механизм закрытия трещин
17 Критерии старта, распространение и остановки трещин
18 Методы повышения трещиностойкости
19 Деформационное старение
20 Коррозионное старение материалов.

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Расчеты на трещиностойкость и живучесть
Направление 01.06.01 Математика и механика
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Модель Догдейла-Леонова-Панасюка.
2. Механизм роста усталостной трещины.

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 201_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/