



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев

« 1 » « 06 » 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Неклассические задачи МДТТ»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика деформируемого твердого тела
Научная специальность	01.02.04 Механика деформируемого твердого тела
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры	Вычислительная математика и механика (ВМиМ) Математическое моделирование систем и процессов (ММСП) Динамика и прочность машин (ДПМ) Прикладная физика (ПФ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2, 3	Семестр (ы): 4, 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт:	4,5

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины "Неклассические задачи МДТТ " разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 866 от 30 июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «1» июня 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор



Труфанов Н.А.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ММСП

Протокол от «12» мая 2017г. № 13.

Зав. кафедрой д.физ.-мат.н., профессор



Трусов П.В.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ДПМ

Протокол от «29» мая 2017г. № 18.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор



Матвеевко В.П.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ПФ

Протокол от «24» июня 2017г. № 17.

Зав. кафедрой д. физ.-мат.н., профессор



Брацун Д.А.

Разработчик программы д.техн.н., профессор



Труфанов Н.А.

Руководитель программы д.техн.н., профессор



Труфанов Н.А.

Согласовано:

Начальник УПКВК



Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1. Цель изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» является формирование умений и навыков применения подходов, методов и математических моделей механики при выполнении научно-исследовательской работы в области изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы, необходимого при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В процессе изучения дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» аспирант формирует части следующих компетенций:

- ПК-1 (способность критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты),
- ПК-2 (способность самостоятельно развивать, осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы),
- ПК-3 (способность самостоятельно развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов).

1.2. Задачи изучения дисциплины «Неклассические задачи МДТТ»

Основными задачами изучения дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» являются:

1. Приобретение знаний о проблемах механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности. Приобретение знаний о закономерностях процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы. Приобретение знаний о принципах построения математических моделей контактного взаимодействия, анализа динамики и устойчивости механических систем, типов граничных и начальных условий. Приобретение знаний о принципах построения определяющих соотношений упругих и неупругих композиционных материалов. Знание вариационных принципов и основных численных методов решения динамических задач и устойчивости в механике деформируемого твердого тела.
2. Формирование умений записи уравнений балансового типа для величин механической природы, записи для полученных уравнений граничных и начальных условий, записи определяющих уравнений применительно к задачам механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачам динамики и устойчивости. Формирование умений критически анализировать проблемы

механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты. Формирование умений развигать и применять новые численные методы исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций.

3. Развитие навыков математической постановки и решения задач из специальных разделов механики деформируемого твердого тела: задач механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задач динамики и устойчивости. Развитие навыков использования практических приемов и методов решения задач специальных разделов механики деформируемого твердого тела, включая применение численных постановок их решения. Развитие навыков применения новых методов и средств исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций.

1.3. Предмет освоения дисциплины

Предметом освоения дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» являются

- законы и математические модели деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых;
- постановки и методы решения краевых задач для тел различной конфигурации и структуры при механических, электромагнитных, радиационных, тепловых и прочих воздействиях, в том числе применительно к объектам новой техники;
- аналитические, численные и экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов.

1.4. Место специальных разделов механики деформируемого твердого тела в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Неклассические задачи МДТТ» является обязательной дисциплиной из вариативной части учебного плана подготовки аспиранта.

2. Перечень планируемых результатов обучения аспирантов дисциплине «Неклассические задачи МДТТ», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения специальных разделов механики деформируемого твердого тела аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности;
- закономерности процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы;
- методы построения математических моделей контактного взаимодействия, анализа динамики и устойчивости механических систем, типов граничных и начальных условий;
- принципы построения определяющих соотношений упругих и неупругих композиционных материалов;

- новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов, в том числе в области механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачах динамики и устойчивости;
- вариационные принципы и основные численные методы решения динамических задач и устойчивости в механике деформируемого твердого тела.

Уметь:

- записывать уравнения балансового типа для величин механической природы, записи для полученных уравнений граничных и начальных условий, записывать определяющие уравнения применительно к задачам механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачам динамики и устойчивости;
- применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы;
- критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;
- развивать и применять новые численные методы исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций.

Владеть:

- навыками математической постановки и решения задач из специальных разделов механики деформируемого твердого тела: задач механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задач динамики и устойчивости;
- навыками использования практических приемов и методов решения задач специальных разделов механики деформируемого твердого тела, включая применение численных постановок их решения;
- навыками применения новых методов и средств исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<p>Код ПК-1</p>	<p>Формулировка компетенции способность критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты</p>
----------------------------	---

<p>Код ПК-1 Б1.В.02</p>	<p>Формулировка дисциплинарной части компетенции способность критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты</p>
--	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знать: – проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности.</p>	<p><i>Лекции, самостоятельная работа аспирантов, индивидуальные консультации научного руководителя.</i></p>	<p><i>Собеседование.</i></p>
<p>Уметь: – критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.</p>	<p><i>Практические занятия, самостоятельная работа аспирантов, выполнение заданий научного руководителя, подготовка отчета.</i></p>	<p><i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i></p>
<p>Владеть: – навыками использования практических приемов и методов решения задач специальных разделов механики деформируемого твердого тела, включая применение численных постановок их решения.</p>	<p><i>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета.</i></p>	<p><i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i></p>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

<p>Код ПК-2</p>	<p>Формулировка компетенции способность самостоятельно развивать, осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы</p>
----------------------------	---

<p>Код ПК-2 Б1.В.02</p>	<p>Формулировка дисциплинарной части компетенции способность самостоятельно развивать, осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы</p>
---------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – закономерности процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы; – методы построения математических моделей контактного взаимодействия, анализа динамики и устойчивости механических систем, типов граничных и начальных условий; – принципы построения определяющих соотношений упругих и неупругих композиционных материалов; – вариационные принципы и основные численные методы решения динамических задач и устойчивости в механике деформируемого твердого тела. 	<p><i>Лекции, самостоятельная работа аспирантов, индивидуальные консультации научного руководителя.</i></p>	<p><i>Собеседование.</i></p>
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – записывать уравнения балансового типа для величин механической природы, записи для полученных уравнений граничных и начальных условий, записывать определяющие уравнения применительно к задачам механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачам динамики и устойчивости; – применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических 	<p><i>Практические занятия, самостоятельная работа аспирантов, выполнение заданий научного руководителя, подготовка отчета.</i></p>	<p><i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i></p>

воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы.		
Владеть: – навыками математической постановки и решения задач из специальных разделов механики деформируемого твердого тела: задач механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задач динамики и устойчивости; – навыками использования практических приемов и методов решения задач специальных разделов механики деформируемого твердого тела, включая применение численных постановок их решения.	<i>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета.</i>	<i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i>

2.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	Формулировка компетенции способность самостоятельно развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов
----------	--

Код ПК-3 Б1.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность самостоятельно развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов
------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов, в том числе в области механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачах динамики и устойчивости.	<i>Лекции, самостоятельная работа аспирантов, индивидуальные консультации научного руководителя.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: – развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать,	<i>Практические занятия, самостоятельная работа аспирантов, выполнение заданий научного</i>	<i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i>

анализировать и обобщать результаты экспериментов, в том числе в области механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачах динамики и устойчивости.	<i>руководителя, подготовка отчета.</i>	
Владеть: – навыками применения новых методов и средств экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов, в том числе в области механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачах динамики и устойчивости.	<i>Самостоятельная работа аспирантов, подготовка отчета.</i>	<i>Собеседование, творческое задание, анализ отчета аспирантов.</i>

3. Структура учебной дисциплины «Неклассические задачи МДТТ»

Общая трудоемкость дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» составляет 4 ЗЕТ (1 ЗЕТ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	5
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
	Самостоятельная работа (СР)	66	66
	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины
4.1. Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4, 5 семестр)

Номер раз-дела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоём-ность, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоя-тельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	2	2			18		
Всего по разделу:		2	2			18		
2	2	2	2			16		
	3	1	1			16		
	4					16		
Всего по разделу:		3	3			48		
Итого (4 семестр)		5	5		1	0	66	72/2
3	5			3		33		
Всего по разделу:				3		33		
4	6			2		33		
Всего по разделу:				5		33		
Итого (5 семестр)				5	1	0	66	72/2
Итого:		12	5	5	2	0	132	144/4

4.2. Содержание учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Механика контактного взаимодействия

(Л – 2, СР – 18)

Тема 1. Механика контактного взаимодействия.

Плоские контактные задачи для упругих тел. Пространственные контактные задачи для упругих тел.

Контактные задачи для упругой полуплоскости: постановка и решение контактной задачи без учета сил трения, с учетом адгезионного трения, с учетом кулоновского трения, с учетом полного сцепления в области контакта.

Контактное взаимодействие двух упругих тел: условия контакта, перемещения в зоне контакта, контакт без сил трения, контакт при учете сцепления и трения.

Контактные задачи для тел с покрытиями. Контактные задачи пластичности, ползучести и вязкоупругости. Контактные задачи в машиностроении.

Раздел 2. Механика композиционных материалов и конструкций

(Л – 3, СР – 48)

Тема 2. Модели описания свойств композиционных материалов в различных средах.

Модели композиционных материалов: однородная изотропная и анизотропная среда, кусочно-однородная среда, непрерывно-неоднородная среда.

Понятие о модели микронеоднородной среды с регулярной и неупорядоченной структурой. Микронапряжения и микродеформации. Структурные модули упругости микронеоднородной среды. Понятие об операторе объемного осреднения. Понятие об операторе статистического осреднения по ансамблю реализации. Условие эргодичности.

Макроскопические напряжения. Макроскопические деформации. Макроскопические модули упругости. Связь между микроскопическими и макроскопическими величинами.

Тема 3. Эффективные характеристики.

Феноменологический и структурный подходы в механике композитов. Понятие эффективных свойств композита.

Методы прогнозирования и определения эффективных модулей упругости композиционных материалов. Формальная схема расчета эффективных характеристик. Вириальное разложение. Метод самосогласования.

Вилка Фойгта-Рейса и Хашина-Штрикмана для эффективных модулей упругости. Вывод приближенных значений для эффективных модулей упругости для гранулированных композитов. Вилка для эффективных модулей упругости для гранулированных композитов. Вывод приближенных значений для эффективных модулей упругости для волокнистых композитов. Вилка для эффективных модулей упругости для волокнистых композитов. Вариационный подход к оценке границ эффективных модулей. Корреляционное приближение теории случайных функций. Сингулярное приближение случайных функций. Гипотеза сильной изотропии.

Численное определение эффективных упругих свойств.

Эффективные свойства неупругих композитов. Эффективные теплофизические характеристики композитов.

Тема 4. Прочность композиционных материалов и конструкций.

Типы и особенности разрушения композитов. Характерные типы разрушения волокнистых и дисперсно-упрочненных систем.

Критерии разрушения композиционных материалов. Масштабный эффект прочности.

Остаточные напряжения в композитных конструкциях. Влияние остаточных напряжений на упругие, прочностные и геометрические характеристики конструкций.

Определение эффективных прочностных характеристик.

Разрушение композитов с дисперсными наполнителями. Разрушение композитов с непрерывными волокнами. Разрушение композитов с короткими волокнами

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 3. Динамика деформируемых тел

(ПЗ – 3, СР – 33)

Тема 5. Динамика конструкций.

Построение расчетных схем и математических моделей. Вибрационные ударные воздействия и переходные процессы в конструкциях, машинах, оборудовании и аппаратуре.

Роль математической модели и расчетной схемы при анализе динамического поведения реальной машины или механизма. Механизм выбора модели от степени сложности рассматриваемых задач динамики. Устойчивость состояния равновесия.

Понятие установившихся и переходных процессов при динамическом воздействии. Понятие о виброударной системе, модельные задачи. Свободные и вынужденные движения виброударных систем. Характеристики внешних динамических воздействий и некоторые нелинейные свойства виброударных систем. Динамические модели виброударных систем. Анализ несущих и промежуточных конструкций.

Постановка задачи виброударозащиты машин, оборудования и аппаратуры. Принципы виброизоляции. Виброзащитные системы с одной степенью свободы; элементы расчетной модели и их характеристика. Эффективность виброзащиты. Динамические модели для решения задач виброударозащиты во временной и частотной областях. Оценка

отклика объектов на действие виброударных нагрузок. Прямые и идентификационные методы построения динамических моделей машин, оборудования и аппаратуры. Системы виброударозащиты объектов; структура систем виброударозащиты. Методы исследования пассивных и активных систем виброударозащиты. Оптимизация систем виброударозащиты. Определение оптимального управления виброизолируемыми объектами. Активные и регулируемые системы виброзащиты. Нелинейные явления и эффекты в виброизоляторах.

Единицы измерения вибраций и шума, излучение шума в процессе работы машины, распространение шума. Типичные случаи вибрационных воздействий. Влияние шума и вибраций на человеческий организм; механические свойства тела человека и его частотные характеристики. Общие сведения о допустимых уровнях вибрации. Способы контроля вибрации машин и механизмов. Системы виброизоляции человека.

Защита машин, оборудования и аппаратуры от нестационарных вибраций. Основные понятия. Типы роторов. Виды неуравновешенности. Эквивалентные системы балансировки. Гибкость ротора. Допустимые дисбалансы и требования к качеству балансировки. Статическая и динамическая балансировка роторов. Вибрации трубопроводов, кабелей и других протяженных сетей. Расчетная схема и математическая модель. Допущения, схема нагрузок, краевые условия. Демпфирование колебаний трубопровода. Критерии качества систем виброударозащиты.

Вариационная постановка задачи о свободных колебаниях трехмерного упругого тела. Применение метода Релея-Ритца к задачам о свободных колебаниях трехмерных упругих тел. Полуаналитический метод конечных элементов в задачах динамики геометрически осесимметричных, циклически симметричных трехмерных упругих конструкций и тел обладающих поворотной циклической симметрией. Колебания осесимметричных оболочек со сложной образующей. Пространственные частоты и формы колебаний осесимметричных элементов машиностроительных конструкций. Сравнение результатов с двумерными задачами теории пластин и оболочек. Учет влияния предварительного напряженного состояния на собственные значения; нелинейная постановка задачи динамики, вывод линеаризованных соотношений. Анализ эффективности приближенных методов решения спектральной задачи для матриц большой размерности.

Методы реализации задачи балансировки. Автоматическая балансировка. Критические состояния вращающихся валов и роторов. Модельные задачи: критические состояния жесткого ротора на упругих опорах, исследование динамики ротора вертолета, самоуравновешивание роторов и роторных систем.

Экспериментальные данные по определению динамических характеристик вращающихся элементов машиностроительных конструкций. Расчетные и математические модели в задачах динамического поведения вращающихся деформируемых конструкций. Примеры расчета реальных объектов. Эффективность метода разложения по собственным формам.

Природа диссипативных сил в конструкциях. Некоторые модели рассеяния энергии в распределенных системах. Линейная вязкоупругая среда как модель системы с внутренним трением. Методы построения периодических решений динамических задач с учетом линейной вязкоупругости. Прямой метод решения задачи о вынужденных установившихся колебаниях пространственных машиностроительных конструкций. Амплитудно-частотная характеристика системы. Влияние демпфирующих свойств системы на частоту и амплитуду вынужденных колебаний. Метод разложения по собственным формам. Примеры реализации на практике.

Раздел 4. Устойчивость механических систем (ПЗ – 2, СР – 33)

Тема 6. Устойчивость конструкций.

Теорема Лагранжа. Линейные и линеаризованные уравнения равновесия упругих систем. Метод Эйлера. Принцип Релея. Приближенные и численные методы определения собственных значений краевых задач. Критерий Сильвестра.

Малые колебания системы около положения устойчивого равновесия. Потенциальная и кинетическая энергия системы с конечным числом степеней свободы. Устойчивость движения системы с конечным числом степеней свободы. Дифференциальные уравнения возмущенного движения системы. Исследование возможных решений уравнения возмущенного движения. Критерий Рауса-Гурвица.

Критические состояния вращающихся валов. Неустойчивость при действии сил трения. Динамическая устойчивость систем с распределенными параметрами. Введение в теорию аэроупругости. Флаттер крыла самолета. Панельный флаттер. Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия, теория катастроф. Задача о ферме Мизеса. Следящие нагрузки. Статическая и динамическая постановка задачи устойчивости.

Постановка задач устойчивости тонкостенных систем. Энергетический метод решения задач устойчивости. Метод Релея-Ритца в задачах устойчивости. Устойчивость прямолинейных стержней. Закритическое поведение стержней. Устойчивость стержней за пределами упругости. Устойчивость криволинейных стержней. Потеря устойчивости при ползучести материала.

Устойчивость пластин. Устойчивость оболочек. Постановка задачи об устойчивости пространственных упругих конструкций с учетом неконсервативности системы.

Основные понятия и критерии теории устойчивости линейных систем. Устойчивость линейных систем с переменными коэффициентами. Простейшие типы точек покоя. Уравнения в возмущениях.

Функции Ляпунова и их применение. Определение устойчивости движения по Ляпунову. Прямой метод Ляпунова (второй метод Ляпунова). Теоремы об устойчивости движения. Теоремы о неустойчивости движения. Способы построения функций Ляпунова. Теорема Лагранжа, как следствие теоремы Ляпунова об устойчивости движения. Циклические координаты. Устойчивость по первому приближению. Критерий Найквиста-Михайлова. Метод D-разбиений. Влияние структуры сил на устойчивость движения.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 2. – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1.	Динамика конструкций.
2	2.	Устойчивость конструкций.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в чтении рекомендуемой литературы и в применении усвоенного аппарата при работе над диссертацией.

Тема 1. — 18 часов самостоятельной работы.

Тема 2. — 16 часа самостоятельной работы.

Тема 3. — 16 часов самостоятельной работы.

Тема 4. — 16 часов самостоятельной работы.

Тема 5. — 33 часа самостоятельной работы.

Тема 6. — 33 часа самостоятельной работы.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Механика контактного взаимодействия вязкоупругих тел.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Модели однонаправленных композиционных материалов. Симметрия упругих свойств.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Вариационный подход к оценке границ эффективных модулей волокнистых композиционных материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Прогнозирование остаточных напряжений в полимерных композиционных материалах и конструкциях.	Творческое задание	Темы творческих заданий
5	5	Природа диссипативных сил в конструкциях. Модели рассеяния энергии в распределенных системах.	Творческое задание	Темы творческих заданий
6	6	Устойчивость прямолинейных стержней. Закритическое поведение стержней. Устойчивость стержней за пределами упругости. Устойчивость криволинейных стержней.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Неклассические задачи МДТТ» аспирантам необходимо выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Список вопросов, изучаемых самостоятельно, задается руководителем. Им же даются ссылки на источники в периодической научной литературе;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы после консультации с научным руководителем.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы. Руководитель заранее формирует список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом. Практические занятия основываются на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с руководителем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место руководителя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Оценочные средства приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.02 «Неклассические задачи МДТТ»	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>	
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору аспиранта <input type="checkbox"/>

(индекс и полное название дисциплины)

01.06.01 / 01.02.04

код направления / шифр научной специальности

Математика и механика / Механика деформируемого твердого тела
--

(полные наименования направления подготовки / направленности программы)

2017

(год утверждения учебного плана)

Семестр: 4,5

Количество аспирантов: 3

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра ВМиМ

*тел. 8(342)239-15-64
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие / Ю. Н. Работнов. - Москва: Наука, Физматлит, 1988. – 712 с.	44
2	Контактные задачи теории упругости для неоднородных сред / С.М. Айзикович [и др.]. - М.: Физматлит, 2006. – 236 с.	3
3	Джонсон К. Механика контактного взаимодействия : пер. с англ. / К. Джонсон. - М.: Мир, 1989. – 510 с.	3
4	Победря Б.Е. Механика композиционных материалов : учебное пособие для вузов / Б.Е. Победря. - Москва: Изд-во МГУ, 1984. – 336 с.	9+ЭБ
5	Кравчук А. С. Механика полимерных и композиционных материалов : экспериментальные и численные методы : учебное пособие для вузов / А. С. Кравчук, В. П. Майборода, Ю. С. Уржумцев. - Москва: Наука, 1985. – 304 с.	5
6	Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов : пер. с англ. / Р. М. Кристенсен. - Москва: Мир, 1982. – 336 с.	8
7	Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела / С. Г. Лехницкий. - Москва: Наука, Физматлит, 1977. – 416 с.	5
8	Теория колебаний : учебное пособие для вузов / И. М. Бабаков. — 4-е изд., испр. — Москва : Дрофа, 2004. — 592 с.	127
9	Лекции по основам теории вибрационных машин и технологий : учебное пособие для вузов / Г. Я. Пановко ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 192 с.	73
10	Устойчивость движения и равновесия : учебник для вузов / Н. А. Алфутов, К. С. Колесников ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. — 2-е изд., стер. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. — 253 с.	50
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. – М.: Наука, 1980. - 304 с.	5
2	Александров В.М. Неклассические пространственные задачи механики контактных взаимодействий упругих тел / В.М.Александров,Д.А.Пожарский. - М.: Факториал, 1998. – 228 с.	12
3	Александров В. М. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками / В. М. Александров, С. М. Мхитарян. - М.: Наука, 1983. – 487 с.	8
4	Работнов Ю. Н. Элементы наследственной механики твердых тел / Ю. Н. Работнов. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. – 384 с.	8
5	Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов : пер. с англ. / Р. М. Кристенсен. - Москва: Мир, 1982. – 336 с.	8
6	Шермергор Т. Д. Теория упругости микрон неоднородных сред / Т. Д. Шермергор. - Москва: Наука, 1977. – 400 с.	6

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
7	Теория колебаний : учебное пособие для вузов / М. М. Ильин, К. С. Колесников, Ю. С. Саратов ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана .— 2-е изд., стер .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003 .— 271 с.	49
8	Прикладная теория механических колебаний : учебное пособие для вузов / В.Л.Бидерман .— М. : Высш. шк., 1972 .— 416 с.	25
9	Динамика механизмов : учебное пособие / А. А. Головин [и др.] ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Под ред. А. А. Головина .— 2-е изд., испр. и доп .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 .— 159 с.	11
10	Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие. Исследование динамики механических систем / Н.А. Шевелев, Т.Е. Мельникова ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007 .— 44 с.	49+ЭБ
11	Лекции по основам теории вибрационных машин и технологий : учебное пособие для вузов / Г. Я. Пановко ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 .— 192 с.	73
12	Современное введение в физику колебаний : учебное пособие / А.Н. Паршаков .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 235 с	15
13	Малмейстер А.К., Тамуж В.П., Тетерс Г.А. Сопротивление полимерных и композитных материалов. Рига: Зинатне, 1980. – 572 с.	2
14	Васильев ВВ. Механика конструкционных и композитных материалов. М.: Машиностроение, 1988. – 264 с.	15
15	Композиционные материалы: справочник / Васильев В.В., Протасов В.Д. и др. М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.	50+ЭБ
2.2 Периодические издания		
1.	<i>Математическое моделирование : журнал. - Москва: Наука, с 1989 г. http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145033</i>	
2.	<i>Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал. - Москва: Наука, с 1966 с. http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145433</i>	
3.	<i>Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser23834</i>	
4.	<i>Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташикинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г. http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/</i>	
5.	<i>Прикладная механика и техническая физика : журнал. - Новосибирск: СО РАН, с 1960 г. http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145580</i>	
6.	<i>Физическая мезомеханика : журнал / Российская академия Новосибирск: СО РАН, с 1960 г. http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145580</i>	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
7.	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1959 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser52642	
8.	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, с 2008 г. http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser96485	
9.	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; Институт прикладной механики; Общественная академия знаний. - Москва: Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser32709	
10.	Трение и износ : международный научный журнал / Национальная академия наук Республики Беларусь; Российская академия наук; Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь. - Гомель: ИММС НАНБ, 1980 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser50093	
11.	Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов / Издательство Тест-ЗЛ. - Москва: Тест-ЗЛ, 1932 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser18828	
12.	Журналы издательств Elsevier, Springer и др., доступные в e-library http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
1	Не требуется.	
2.4 Официальные издания		
1	Не требуется.	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», требующихся при освоении дисциплины

8.3.1 Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6. EBSCO Databases [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам на ин. яз.] / EBSCO Publishing. – Ipswich, 2016. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. SAGE Journals [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / SAGE Publications. – Los Angeles, 2016. – Режим доступа: <http://online.sagepub.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8. Science [Электронный ресурс] : [электрон. версия еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / The American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Washington, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/magazine>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

9. Taylor & Francis Online [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Informa UK Ltd. – London, 2016. – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

10. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на рус. яз.] / Науч.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp, свободный. – Загл. с экрана.

8.3.1.1 Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф/>
2. Инженерно-технический журнал «ANSYS Advantage. Русская редакция» – <http://www.ansysadvantage.ru/>
3. Форум для обсуждения проблем проектирования, конструирования в области строительства, архитектуры, машиностроения, смежных отраслей – <http://forum.dwg.ru/>
4. Форум пользователей программы Ansys – <http://cae-club.ru/forum>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	MATLAB 7,9 Classroom	568405	Проведение расчетов
2	Практическое	ANSYS	444632	Проведение расчетов
3	Практическое	Office Professional 2007	42661567	Оформление результатов

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ВМиМ	106 к.Г,	34	8
2	Лекционная аудитория	Кафедра ВМиМ	318 к.Г	72	50

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры Core 2 Duo E6850	8	оперативное управление	106, корпус Г
2	Мультимедиа-проектор Panasonic PT-F200E	1	оперативное управление	318, корпус Г
3	Ноутбук ASUS X200MA-KX509D	1	оперативное управление	318, корпус Г

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
« 7. » « 06 » 201 7 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Неклассические задачи МДТТ»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика деформируемого твердого тела
Научная специальность	01.02.04 Механика деформируемого твердого тела
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры	Вычислительная математика и механика (ВМиМ) Математическое моделирование систем и процессов (ММСП) Динамика и прочность машин (ДПМ) Прикладная физика (ПФ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2, 3	Семестр (ы): 4, 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4,5

Пермь 2016 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Неклассические задачи МДТТ» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «1» июня 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Труфанов Н.А.
(Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ММСП

Протокол от «12» июля 2017г. № 13.

Зав. кафедрой д.физ.-мат.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Трусов П.В.
(Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ДПМ

Протокол от «25» мая 2017г. № 18.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор

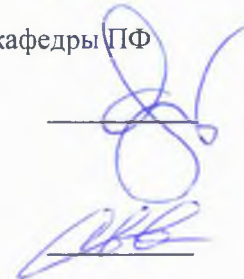

(подпись)

Матвеев В.П.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПФ

Протокол от «24» июня 2017г. № 17.

Зав. кафедрой д. физ.-мат.н., профессор


(подпись)

Брацун Д.А.

Руководитель д.техн.н., профессор
программы

Труфанов Н.А.

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

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

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры целью учебной дисциплины Б1.В.02 «Неклассические задачи МДТТ» является формирование умений и навыков применения подходов, методов и математических моделей механики при выполнении научно-исследовательской работы в области изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы, необходимого при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В процессе изучения дисциплины «Нелинейная механика сплошных сред» аспирант формирует части следующих компетенций:

- ПК-1 (способность критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты),
- ПК-2 (способность самостоятельно развивать, осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы),
- ПК-3 (способность самостоятельно развивать и применять новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов).

1.2 Этапы формирования компетенций

Учебный материал дисциплины осваивается за два семестра (4 и 5), в которых предусмотрены аудиторные лекционные и практические занятия и самостоятельная работа аспирантов. При изучении дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах соответствующих компетенций в РПД. Уровень освоения дисциплины проверяется по результатам приобретения указанных компонент компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 знать проблемы механики деформируемого твердого тела с	С	ТВ	С	ТВ

учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности				
3.2 знать закономерности процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы	С	ТВ	С	ТВ
3.3 знать методы построения математических моделей контактного взаимодействия, анализа динамики и устойчивости механических систем, типов граничных и начальных условий	С	ТВ	С	ТВ
3.4 знать принципы построения определяющих соотношений упругих и неупругих композиционных материалов	С	ТВ	С	ТВ
3.4 знать новые методы и средства экспериментальных исследований деформирования, повреждения и разрушения современных материалов и механических характеристик конструкций, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов, в том числе в области механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачах динамики и устойчивости	С	ТВ	С	ТВ
3.6 знать вариационные принципы и основные численные методы решения динамических задач и устойчивости в механике деформируемого твердого тела	С	ТВ	С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 уметь записывать уравнения балансового типа для величин механической природы, записи для полученных уравнений граничных и начальных условий, записывать определяющие уравнения применительно к задачам механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задачам динамики и устойчивости	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ
У.2 уметь применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы для эффективного решения задач изучения закономерностей процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов различной природы, а также напряженно-	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ

деформированного состояния твердых тел из этих материалов, при механических, тепловых, радиационных, статических и динамических воздействиях в пассивных и активных, газовых и жидких средах и полях различной природы				
У.3 уметь критически анализировать проблемы механики деформируемого твердого тела с учетом современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, потребностей промышленности, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ
У.4 уметь развивать и применять новые численные методы исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками математической постановки и решения задач из специальных разделов механики деформируемого твердого тела: задач механики контактного взаимодействия, механики композиционных материалов и конструкций, задач динамики и устойчивости	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ
В.2 владеть навыками использования практических приемов и методов решения задач специальных разделов механики деформируемого твердого тела, включая применение численных постановок их решения	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ
В.3 владеть навыками применения новых методов и средств исследований деформирования, повреждения и разрушения современных композиционных материалов и конструкций	ОТЗ	ПЗ	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОПЗ – отчет по практическому заданию.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачетов (4 и 5 семестры), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

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

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачетов (4 и 5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции

<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. Уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. Степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. Приобретенных умений, профессионально значимых для научной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. Сформулировать возможные типы граничных условий на поверхности контакта упругих тел. (Варианты: упруго-пластических тел, с учетом и без учета трения).
2. Обосновать выбор метода определения эффективных упругих характеристик однонаправленного композиционного материала. (Конкретная схема укладки волокон выдается научным руководителем).
3. Выполнить сравнительный анализ проблем при решении задач на собственные значения конструкций из упругих материалов и материалов с внутренней диссипацией энергии.
4. Выполнить анализ задач и проблем механики деформируемого твердого тела в связи с описанием механических явлений, реализующихся в конкретном технологическом процессе изготовления композиционных материалов и конструкций: постановки задач, методы решения. (Берется конкретный технологический процесс по рекомендации научного руководителя: например, процесс силовой намотки однонаправленного композита на оправку, процесс полимеризации связующего и т.п.).

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Контактное взаимодействие двух упругих тел: условия контакта, перемещения в зоне контакта, контакт без сил трения, контакт при учете сцепления и трения.

2. Вариационный подход к оценке границ эффективных модулей упругих композитов.
3. Энергетический метод решения задач устойчивости. Метод Релея-Ритца в задачах устойчивости.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Получить выражения эффективных модулей однонаправленного композита на основе гипотез Фойхта и Рейсса.
2. Записать условия на границе контакта двух упругих тел при наличии трения по закону Кулона.
3. Построить общую схему разложения решения матричного уравнения движения по формам собственных колебаний конечно-элементной системы.
4. Выполнить анализ устойчивости фермы Мизеса.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачетов в форме утвержденных билетов хранится на кафедре ВМиМ.

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
01.06.01 Математика и механика

Программа
Механика деформируемого твердого тела

Кафедра
Вычислительная математика и механика

Дисциплина
«Неклассические задачи МДТТ»

БИЛЕТ № 1

1. Критерии разрушения композиционных материалов. Масштабный эффект прочности. *(контроль знаний)*
2. Вывод соотношений полуаналитического метода конечных элементов в задачах динамики геометрически осесимметричных, циклически симметричных трехмерных упругих конструкций и тел обладающих поворотной циклической симметрией. *(контроль умений)*
3. Получить оценку условия потери устойчивости прямолинейного продольно сжатого стержня энергетическим методом Релея-Ритца. *(контроль умений и владений)*