

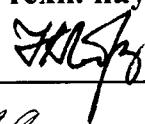
167

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Факультет прикладной математики и механики
Кафедра Математическое моделирование систем и процессов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
техн. наук, проф.

 Н. В. Лобов

29 10 2015 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория определяющих соотношений»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основная образовательная программа подготовки бакалавров
Направление 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки бакалавра

Математическое моделирование

Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

Выпускающая кафедра:

Математическое моделирование систем и
процессов

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр: 8

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Виды контроля:

Зачёт: - 8

Пермь
2014

Рабочая программа дисциплины «Теория определяющих соотношений» разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом министерства образования и науки Российской Федерации «538» от « 20 » мая 2010 г. по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математическое моделирование»;

- компетентностной модели выпускника ООП по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математическое моделирование» «24» июня 2013 г.;

- рабочего учебного плана очной формы обучения по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математическое моделирование», утверждённого «29 » августа 2011 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Теория турбулентности», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики», «Прикладные пакеты программ в механике жидкости и газа», «Численные методы в газовой динамике», «Тензорный анализ», «Термодинамика и статистическая физика», «Теоретическая физика», «Механика сплошных сред», «Основы механики разрушения», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

канд. физ.-мат. наук

И.Швейкин

Рецензент

д-р физ.-мат. наук, проф.

П.В.Трусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Математическое моделирование систем и процессов « 28 » февраля 2014 г., протокол № 5/2013-14

Заведующий кафедрой

Математическое моделирование систем и процессов

д-р физ.-мат.наук, проф.

П.В.Трусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ПММ « 20 » ноября 2014 г., протокол № 3/14-15.

Председатель учебно-методической комиссии

ФПММ

д-р.техн.наук, проф.

А.И.Цаплин

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей

кафедрой

д-р физ.-мат.наук, проф.

П.В.Трусов

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.

Д.С. Репецкий

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины «Теория определяющих соотношений»

Целью изучения дисциплины является привитие навыков и умений корректной формулировки или выбора определяющих соотношений при построении математических моделей широкого класса физико-механических процессов.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает части следующих компетенций:

– владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач (ПК–17),

– знания и опыт в решении задач механики деформируемого твердого тела (ПК–18).

1.2. Задачи дисциплины

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

основные типы определяющих соотношений, областей их применимости, физических механизмов, ответственных за поведение конденсированных сред.

Уметь:

выбирать типы и конкретные определяющие соотношения для построения математических моделей реальных систем и процессов.

Владеть:

- навыками модификации существующих и построения новых моделей для описания поведения физико-механических систем и процессов.

Задачами изучения дисциплины является привитие студенту следующих способностей:

Свободное владение основными понятиями и аксиоматикой общей теории определяющих соотношений.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Определяющие соотношения (уравнения состояния) для различных материалов
- Основные понятия и определения теории определяющих соотношений
- Подходы и методы построения определяющих соотношений
- Физико-механические основы и физические механизмы, ответственные за поведение конденсированных сред
- Современные модели нелинейного поведения конденсированных сред

1.4. Место дисциплины в профессиональной подготовке выпускников

Дисциплина «Теория определяющих соотношений» относится к вариативной части профессионального цикла и является обязательной дисциплиной при освоении при освоении ООП ВПО по направлению 010400.62 «Прикладная математика и информатика», профилю подготовки «Математическое моделирование».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанной в пункте 1.1 компетенции и продемонстрировать следующие результаты:

– знать:

основные понятия теории определяющих соотношений (ТОС), основные аксиомы и подходы к построению моделей для описания поведения различных сред, определение порядка материала, структуру конститутивных моделей с внутренними переменными, понятия ТОС (для частных случаев материалов): простой материал, однородные деформации, естественная конфигурация, материальный изоморфизм, особенности определяющих соотношений (ОС) для материалов со связями, особенности ОС для материалов с симметричными свойствами (ПК-17);

основные определяющие соотношения для описания поведения деформируемых твердых тел, жидкостей и газов (ПК-18).

– уметь:

применять аппарат общей ТОС при выборе и модифицировании определяющих соотношений для моделирования различных физико-механических процессов, применять подходы ТОС при выборе и модифицировании определяющих соотношений для моделирования различных физико-механических процессов для материалов с соответствующими свойствами (ПК-17); анализировать и выбирать определяющие соотношения для постановок краевых задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа (ПК-18).

– владеть:

навыками использования общей ТОС для построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов, навыками использования ТОС для построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов для материалов с соответствующими свойствами (ПК-17), навыками использования определяющих соотношений для деформируемых твердых тел, жидкостей и газов при описании реальных конструкций и процессов (ПК-18).

Рассматриваемые определяющие соотношения (ОС) относятся в основном к сплошным средам; в определенном смысле данный курс является специальным разделом механики сплошной среды (МСС). В силу последнего обстоятельства курс в значительной мере опирается на понятия и определения, введенные в МСС. По существу, ОС представляют собой модели, описывающие поведение сплошных сред, являющиеся необходимым элементом при моделировании любого процесса или явления в МСС.

Поскольку ОС должны отражать физическое строение материальных тел, при их рассмотрении используются различные разделы физики (в частности, физика твердого тела, теоретическая механика, термодинамика и статистическая физика). С другой стороны, являясь математическим моделированием поведения материальных тел, теория определяющих соотношений (ТОС) опирается на такие разделы математики, как алгебра, теория множеств, тензорное исчисление, функциональный анализ, дифференциальная геометрия, уравнения математической физики и др.

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, требуются для освоения ряда специальных дисциплин, изучаемых в магистратуре по направлению 010400.68 «Прикладная математика и информатика»: теория турбулентности, теория пластичности, обобщенные континуумы в механике

конденсированных сред, физические теории пластичности, физические основы неупругости металлов, теория прочности.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 - Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Индекс	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин) (магистратура 010400.68)
Профессиональные компетенции			
ПК-17	Владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач	уравнения математической физики	теория турбулентности, теория пластичности, физические теории пластичности
ПК-18	Знания и опыт в решении задач механики деформируемого твердого тела	уравнения математической физики, механика сплошных сред, теоретическая физика, тензорный анализ, термодинамика и статистическая физика	теория пластичности, физические теории пластичности, обобщенные континуумы в механике конденсированных сред, физические основы неупругости металлов, теория прочности

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-17 и части компетенции ПК-18.

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-17

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-17	Владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач

Индекс	Формулировка дисциплинарной части компетенции ПК-17, формируемой в дисциплине «Теория определяющих соотношений»
ПК-17. БЗ-В.6	Готовность применять современное программное обеспечение для проектирования систем управления двигателей летательных аппаратов.

2.2. Требования к компонентному составу компетенции ПК-17

Индекс	Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
ПК-17. БЗ-В.6-3	Знать основные аксиомы и подходы к построению моделей для описания поведения различных сред.	Лекции (с применением мультимедиа-технологий) самостоятельная работа опережающая СР	текущий контроль в форме опроса, письменная работа в форме контрольной работы, зачет
ПК-17. БЗ-В.6-У	Уметь выбирать и модифицировать существующие определяющие соотношения для моделирования различных физико-механических процессов	практические занятия самостоятельная работа НИРС	текущий контроль в форме опроса, рубежный контроль в форме контрольной работы, зачет.
ПК-17. БЗ-В.6-В	Владеть навыками построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов.	практические занятия, СРС	письменная работа в форме контрольной работы, выступление на семинаре, зачет

2.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-18

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-18	Знания и опыт в решении задач механики сплошных сред

Индекс	Формулировка дисциплинарной части компетенции ПК-18, формируемой в дисциплине «Теория определяющих соотношений»
ПК-18. БЗ В.6	Знания и опыт в выборе определяющих соотношений для конкретных конструкций и процессов

2.4. Требования к компонентному составу компетенции ПК-17

Индекс	Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
ПК-18. БЗ-В.6-3	Знать основные определяющие соотношения для описания поведения деформируемых твердых тел, жидкостей и газов.	Лекции (с применением мультимедиа-технологий) самостоятельная работа опережающая СР	текущий контроль в форме опроса, письменная работа в форме контрольной работы, зачет
ПК-18. БЗ В.6	Уметь анализировать и выбирать определяющие соотношения для постановок краевых задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа	практические занятия самостоятельная работа НИРС	текущий контроль в форме опроса, рубежный контроль в форме контрольной работы, зачет
ПК-18. БЗ В.6	Владеть навыками использования определяющих соотношений для описания реальных процессов.	практические занятия, СРС	письменная работа в форме контрольной работы, выступление на семинаре, зачет

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

3.1. Структура дисциплины содержит распределение используемых видов аудиторной работы (АРС) и самостоятельной работы студентов (СРС) с указанием трудоёмкости и форм представления результатов выполнения видов учебных работ.

3.2. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются:

- лекции (Л);
- практические занятия (ПЗ).

3.3. Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ),
- подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ).

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 8	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная работа	72	72
	- в том числе в интерактивной форме	14	14
	- лекции (Л)	50	50
	- в том числе в интерактивной форме	10	10
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	- в том числе в интерактивной форме	4	4
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- изучение теоретического материала, работа с литературой (ИТМ)	36	36
	- подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ)	36	36
4	Итоговая аттестация по дисциплине:	Зачёт	
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	4

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Общая структура содержания дисциплины представлена тематическим планом, который задаёт распределение трудоёмкости разделов и тем содержания по видам аудиторной и самостоятельной работы (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дис- цип- лины	Номер темы дисцип- лины	Количество часов (очная форма обучения)						СРС	КСР	Трудоём- кость, ч/ЗЕ
			аудиторная работа								
			всего	Л	ПЗ (С)	ЛР	атте- ста- ция				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	1	5	4	1			ПАЗ*		1	
		2	5	3	2			ПАЗ		4	
		3	3	3				ПАЗ, ИТМ1		2	
		4	5	4	1			ПАЗ, ИТМ2		2	
		5	6	4	2			ПАЗ		1	
									1		
	Всего по модулю:		24	18	6			24	1	49/1,35	
2	2	6	3	2	1			ПАЗ, ИТМ3		8	
		7	2	2				ПАЗ		8	
		8	8	6	2			ПАЗ, ИТМ4		6	
		9	3	2	1			ПАЗ		6	
									1		
	Всего по модулю:		16	12	4			28	1	45/1,3	
3	3	10	6	4	2			ПАЗ, ИТМ5		1	
		11	7	5	2			ПАЗ, ИТМ6		8	
		12	4	3	1			ПАЗ		8	
		13	5	4	1			ПАЗ		8	
		14	6	4	2			ПАЗ		1	
									2		
	Всего по модулю:		28	20	8			20	2	50/1,35	
Итого:		68	50	18			72	4	144/4		

* ИТМ – изучение теоретического материала;

ПАЗ – подготовка к аудиторным занятиям.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Общая теория определяющих соотношений.

Модуль 1. Л – 18 час, ПЗ – 6 час, СРС – 24 час, КСР – 1 (всего 49 час.).

Тема 1. Основные понятия и определения теории определяющих соотношений (ТОС). Объективные тензорные характеристики, типы объективности. Основные подходы и методы построения определяющих соотношений.

Тема 2. Аксиоматический подход к формулировке определяющих соотношений. Основные аксиомы теории определяющих соотношений: принцип детерминизма, принцип локального действия, принцип материальной индифферентности.

Тема 3. Определение порядка материала. Простые материалы. Независимость существования определяющего соотношения от выбора отсчетной конфигурации. Постулат макроскопической определимости А.А.Ильюшина.

Тема 4. Гипотеза определенности реакции материала конечным числом параметров. Внутренние переменные. Определяющие, эволюционные и замыкающие уравнения.

Тема 5. Примеры применения принципа материальной индифферентности: приведенная форма определяющих соотношений, обобщение соотношения Максвелла на случай геометрической нелинейности, определяющее соотношение жидкости.

Раздел 2. Подходы теории определяющих соотношений для материалов со связями.

Модуль 2. Л – 12 час, ПЗ – 4 час, СРС – 28 час, КСР – 1 (всего 45 час.).

Тема 6. Однородные деформации простого материала. Модельное тело. Гипотеза макрофизической определимости.

Тема 7. Естественная конфигурация. Естественное напряженное состояние. Естественные условия.

Тема 8. Материалы со связями. Простая связь. Принцип детерминизма для материалов со связями. Тензор напряжений, реализующих простые связи. Примеры: несжимаемый материал, нерастяжимый материал, абсолютно твердое тело.

Тема 9. Материальный изоморфизм, определение. Единообразное и однородное тела.

Раздел 3. Учет симметричных свойств при построении определяющих соотношений. Определяющие соотношения для некоторых классических материалов

Модуль 3. Л – 20 час, ПЗ – 8 час, СРС – 20 час, КСР – 2 (всего 50 час.).

Тема 10. Группа равноправности материалов. Определения равноправности и группы равноправности. Наименьшая группа равноправности. Независимость существования группы равноправности и ее мощности от выбора отсчетной конфигурации. Преобразования элементов группы равноправности при аффинных преобразованиях конфигурации.

Тема 11. Изотропные материалы, определение. Твердое тело: определение, классы симметрии кристаллов, семь кристаллических сингоний, четырнадцать типов решетки Браве, классификация твердых тел по типам симметрии, теоремы о преобразованиях неискаженной конфигурации.

Тема 12. Упругие материалы, определения. Неединственность решения нелинейных задач теории пружины. Изотропные упругие материалы, теоремы, следствия. О других определяющих соотношениях для твердых тел.

Тема 13. Жидкость: определение, теорема о свойствах жидкости, следствия из теоремы. Общий вид определяющего соотношения жидкости. Определяющие соотношения для жидкостей и газов.

Тема 14. Свойство затухающей памяти, основные определения, инфинитезимальная память. Медленно затухающая память, аксиома непрерывности, определение полунормы для забывающей памяти.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.3 – Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1.	1	Преобразование при замене системы отсчета кинематических и динамических локальных переменных механики сплошной среды.
2.	2	Проверка удовлетворения первым двум аксиомам ТОС ряда известных определяющих соотношений.
3.	4	Запись конститутивных моделей материала согласно общей структуре моделей с внутренними переменными
4.	5	Проверка удовлетворения аксиоме индифферентности ряда известных определяющих соотношений.
5.	6	Гипотеза макроопределимости, естественное напряженное и деформированное состояние.
6.	8	Материалы со связями: армированные материалы, пластичность кристаллов.
7.	9	Разбор понятий единообразного и однородного тел.
8.	10	Определение группы равноправности материала по данным определяющим соотношениям.
9.	11	Общее представление определяющих соотношений изотропного твердого тела.
10.	12	Общее представление определяющих соотношений для твердых тел жидкости, рассмотрение частных ОС.
11.	13	Общее представление определяющих соотношений жидкости, рассмотрение частных ОС.
12.	14	Определение реакции среды с затухающей памятью на сложные истории воздействий.

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены

4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.5 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер модуля дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Подготовка к аудиторным занятиям	14
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	10
2	Подготовка к аудиторным занятиям	12
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	16
3	Подготовка к аудиторным занятиям	10
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	10
	Итого: в ч / в ЗЕ	72/3,5

4.5.1. Подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ, 36 час.):

1. При подготовке к лекциям и практическим занятиям студенты изучают материал по предшествующей теме занятий; усвоение материала проверяется периодически на лекциях и практических занятиях проведением опроса – текущих контрольных работ (продолжительность 5-10 мин., периодичность – не реже одного раза в две недели).

2. Доказательство части утверждений, сформулированных на предшествующих лекциях, доказательство которых рекомендовано провести самостоятельно

3. Решение задач в рамках подготовки к практическим занятиям, в том числе выполнение индивидуальных практических заданий.

4.5.2. Самостоятельное изучение теоретического материала (ИТМ, 36 час.) включает:

1. Самостоятельное изучение избранных разделов монографической литературы.

2. Изучение журнальных статей (в том числе – на английском языке).

3. На самостоятельное изучение выносятся отдельные вопросы:

- модуль 1: из тем 3, 4;
- модуль 2: из тем 6, 8;
- модуль 3: из тем 10, 11.

4.6. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих традиционных видов образовательных технологий и форм организации учебного процесса:

- лекция,
- практическое занятие,
- самостоятельная работа,
- консультация,

также внедрены новые современные технологии и формы организаций учебного процесса:

- проблемное изложение лекций,
- использование мультимедиа-технологий, электронного учебного пособия,
- рейтинговая система оценки сформированности дисциплинарных компетенций,
- опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий (лекции).

6. Управление и контроль освоения компетенции

6.1. Текущий контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции

Текущая аттестация студентов производится лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции («летучка», продолжительность 5-10 мин.).
- оценка работы студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции

Промежуточный контроль освоения дисциплинарной части компетенции проводится по окончании разделов (модулей) в форме письменных контрольных работ.

Рубежный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции для данной дисциплины – отсутствует.

6.3. Итоговый контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции

Итоговый контроль уровня освоения компетенции производится в виде зачёта. Зачет (дифференцированный) выставляется на основании рейтингового показателя, аккумулирующего оценку работы студента в течение семестра на лекционных и практических занятиях, оценки выполнения рубежных контрольных работ и оценку за собственно сдачу зачета. При этом на работу в семестре (включая текущие контрольные работы) отводится 60% баллов, на рубежные контрольные

работы по модулям – 20% баллов, на собственно зачет (включает в себя два теоретических вопроса и задачу) – 20% баллов.

6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенции

Таблица 6.4 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенции

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					Зачёт
	*ТТ	ПЗ		КР		
Знает: – основные аксиомы и подходы к построению моделей для описания поведения различных сред (ПК-17.БЗ-ВЗ.6–з);	+			+		+
– основные определяющие соотношения для описания поведения деформируемых твердых тел, жидкостей и газов (ПК-18.БЗ-ВЗ.5–з);	+			+		+
Умеет: – выбирать и модифицировать существующие определяющие соотношения для моделирования различных физико-механических процессов (ПК-17.БЗ-ВЗ.6–у)		+		+		+
– анализировать и выбирать определяющие соотношения для постановок краевых задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа (ПК-18.БЗ-ВЗ.5–у)		+		+		+
Владет: – навыками построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов (ПК-17.БЗ-ВЗ.6–в)		+		+		+
– навыками использования определяющих соотношений для описания реальных процессов (ПК-18.БЗ-ВЗ.5–в)		+		+		+

*ТТ – текущее тестирование (опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции продолжительностью 5-10 мин.);

ПЗ – индивидуальное практическое задание (оценка умений и владений);

КР – рубежная контрольная работа по модулю.

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям (8 семестр)																	Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Раздел:	P1						P2				P3							
Лекции	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	50
Практ. занятия		2		2		2		2		2	2		2		2		2	18
Подготовка к занятиям		2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	1	2	1	36
Самост. изучение теоретического материала				5	5		6	6	4		2	2	3	3				36
Модули	M1						M2				M3							
КСР						1						1			1		1	4
Дисциплинарный контроль																		Зачет

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

БЗ.В.6 - Теория определяющих соотношений. (полное название дисциплины)	Профессиональный цикл (цикл дисциплины) ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла ☒ основная ☐ по выбору студента
010400.62 (код направления подготовки)	Прикладная математика и информатика /Математическое моделирование (полное название направления подготовки)
ПМИ/ММ (аббревиатура направления подготовки)	Уровень подготовки: ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр Форма обучения: ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2011 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр: <u>8</u> Количество групп: <u>2</u> Количество студентов: <u>18</u>
Швейкин Алексей Игоревич (фамилия, инициалы преподавателя) ФПММ (факультет) Математическое моделирование систем и процессов (кафедра)	доцент (должность) 239-12-97 (контактная информация)

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1 Основная литература		
1	Седов Л.И. Механика сплошной среды : Учеб. для вузов . М.: Моск. гос. ун-т. Т.1 .— 2004 .— 528 с.	39
2	Седов Л.И. Механика сплошной среды : Учеб. для вузов. М.: Моск. гос. ун-т. Т.2 .— 2004 .— 560 с.	39
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред. – М.: Мир, 1991. - 560 с.	1
2	Лотов К.В. Физика сплошных сред. – М., Ижевск: Ин-т компьют. исслед., 2002 .— 144 с.	2
3	Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели термомеханики. – М.: Физматлит, 2002 .— 167 с.	2
4	Трусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. 419 с.	50
2.2 Периодические издания		
1	Журналы «Известия РАН. Механика твердого тела», «Прикладная механика и техническая физика», «Физическая мезомеханика», «Физика твердого тела», «Известия РАН. Механика жидкости и газа», , журналы издательств Elsevier, Springer, доступные в elibrary	
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		

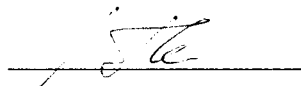
Основные данные об обеспеченности на 12 апреля 2013 г.

(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.2. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не используются

8.3. Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.3 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		П.В.Трусов, А.И.Швейкин. Теория определяющих соотношений. Ч.1, 2. Электронное учебное пособие. Пермь: ПГТУ. 2008.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитории, оборудованные ноутбуком, видеопроектором	ММСП	316, 318 к.В	51×2	40×2

9.2. Основное учебное оборудование

Учебное оборудование не используется.

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**

Факультет Прикладной математики и механики
Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Математическое
моделирование систем и процессов
д-р физ.-мат. наук, проф.

 П.В. Трусов
Протокол заседания кафедры № 5
«11» ноября 2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория определяющих соотношений»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
(новая редакция)**

Программа академического бакалавриата

Направление 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Профиль программы бакалавриата Математическое моделирование

Квалификация выпускника: Бакалавр
Математическое моделирование систем
Выпускающая кафедра: и процессов

Форма обучения: Очная

Курс: 4 **Семестр(-ы):** 8

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Виды контроля: диф. зачет – 8 семестр

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Теория определяющих соотношений» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 228 по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утверждённых « 24 » июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», программа бакалавриата «Математическое моделирование», утверждённой «28» апреля 2016 года.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: «Уравнения математической физики», «Численные методы 2», «Основы математического моделирования физико-механических процессов», «Прикладные пакеты программ в механике жидкости и газа», «Численные методы в газовой динамике», «Теория турбулентности», «Теория динамических систем», «Тензорный анализ», «Механика сплошных сред» и программами учебной, производственной и преддипломной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

канд. физ.-мат. наук, доц.



А.И. Швейкин

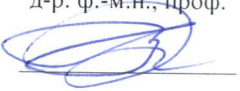
Рецензент

д-р физ.-мат. наук, проф.



П.В. Трусов

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	В связи с переходом на ФГОС ВО заменены листы с 1 по <u>18</u> (новая редакция)	Протокол № 5 заседания кафедры ММСП от 11 ноября 2016 г. Зав.каф. ММСП, д-р. ф.-м.н., проф.  П.В.Трусов
2		
3		
4		

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: – формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для корректной формулировки или выбора определяющих соотношений при построении математических моделей широкого класса физико-механических процессов.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

– владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач (ПСК-2),

– знания и опыт в решении задач механики деформируемого твердого тела (ПСК-3).

1.2. Задачи дисциплины

• **формирование знаний**

- изучение основных типов определяющих соотношений, областей их применимости, физических механизмов, ответственных за поведение конденсированных сред, основные понятия и аксиоматика общей теории определяющих соотношений;

• **формирование умений**

- выбрать типы и конкретные определяющие соотношения для построения математических моделей реальных систем и процессов;

• **формирование навыков**

- навыками модификации существующих и построения новых моделей для описания поведения конденсированных сред.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Определяющие соотношения (уравнения состояния) для различных материалов
- Основные понятия и определения теории определяющих соотношений
- Подходы и методы построения определяющих соотношений
- Физико-механические основы и физические механизмы, ответственные за поведение конденсированных сред
- Современные модели нелинейного поведения конденсированных сред

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория определяющих соотношений» относится к *вариативной* части блока 1 «Дисциплины» и является *обязательной* дисциплиной при освоении при освоении ОПОП по направлению «Прикладная математика и информатика».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 - Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПСК-2	Владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач	Б1.Б.24 «Уравнения математической физики», Б1.В.11 «Численные методы 2», Б1.В.12 «Основы математического моделирования физико-механических процессов», Б1.ДВ.07.1 «Прикладные пакеты программ в механике жидкости и газа», Б1.ДВ.07.2 «Численные методы в газовой динамике», Б1.ДВ.10.1 «Теория турбулентности», Б1.ДВ.10.2 «Теория динамических систем», Б2.В.02 Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности), Б2.В.03 Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	Б2.В.04 Преддипломная практика (повышение уровня компетенций – при обучении в магистратуре 01.04.02)
ПСК-3	Знания и опыт в решении задач механики деформируемого твердого тела	Б1.В.03 «Тензорный анализ», Б1.В.07 «Механика сплошных сред», Б1.ДВ.10.1 «Теория турбулентности», Б1.ДВ.10.2 «Теория динамических систем»	(повышение уровня компетенций – при обучении в магистратуре 01.04.02)

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование частей компетенции ПСК-2 и части компетенции ПСК-3.

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПСК-2

Код	Формулировка компетенции
ПСК-2	Владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции ПСК-2, формируемой в дисциплине «Теория определяющих соотношений»
Б1.В.10 ПСК-2	Способность обоснованного выбора, а также построения определяющих соотношений при решении задач моделирования физико-механических процессов и систем

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные понятия и аксиоматику общей теории определяющих соотношений, подходы к построению моделей для описания поведения различных сред	<i>Лекции (с применением мультимедиа-технологий) Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала</i>	текущий контроль в форме опроса, письменная контрольная работа, диф. зачет
Уметь: обоснованно выбирать, модифицировать существующие и разрабатывать новые определяющие соотношения	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	собеседование по темам практическим занятиям и самостоятельной работы, письменная контрольная работа, диф. зачет
Владеть: навыками построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</i>	собеседование по темам практическим занятиям и самостоятельной работы, письменная контрольная работа, диф. зачет

2.2. Дисциплинарная карта компетенции ПСК-3

Код	Формулировка компетенции
ПСК-3	Знания и опыт в решении задач механики сплошных сред

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции ПСК-3, формируемой в дисциплине «Теория определяющих соотношений»
Б1.В.10 ПСК-3	Знания и опыт в выборе определяющих соотношений при моделировании физико-механических процессов и систем

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные определяющие соотношения для описания поведения деформируемых твердых тел, жидкостей и газов.	<i>Лекции (с применением мультимедиа-технологий) Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала</i>	текущий контроль в форме опроса, письменная контрольная работа, диф. зачет
Уметь: анализировать и выбирать определяющие соотношения для постановок краевых задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	собеседование по темам практическим занятиям и самостоятельной работы, письменная контрольная работа, диф. зачет
Владеть: навыками использования определяющих соотношений при описании поведения конденсированных сред	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</i>	собеседование по темам практическим занятиям и самостоятельной работы, письменная контрольная работа, диф. зачет

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 8	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная работа)	72	72
	-в том числе в интерактивной форме	14	14
	- лекции (Л)	50	50
	-в том числе в интерактивной форме	10	10
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	-в том числе в интерактивной форме	4	4
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- изучение теоретического материала, работа с литературой (ИТМ)	36	36
	– подготовка к аудиторным занятиям (ПАЗ)	36	36
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачёт /экзамен</i>	диф. зачёт	диф. зачёт
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	4

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дис- цип- лины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Трудоём- кость, ч/ЗЕ
			аудиторная работа				самостоятельн ая работа	КСР	
			всего	Л	ПЗ	ЛР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	5	4	1		5		1
		2	5	3	2		5		4
		3	3	3			5		2
		4	5	4	1		5		2
		5	6	4	2		4		1
								1	
	Всего по модулю:		24	18	6		24	1	49/1,35
2	2	6	3	2	1		8		8
		7	2	2			6		8
		8	8	6	2		8		6
		9	3	2	1		6		6
								1	
	Всего по модулю:		16	12	4		28	1	45/1,3
3	3	10	6	4	2		4		1
		11	7	5	2		4		8
		12	4	3	1		4		8
		13	5	4	1		4		8
		14	6	4	2		4		1
								2	
	Всего по модулю:		28	20	8		20	2	50/1,35
Итого:			68	50	18		72	4	144/4

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Общая теория определяющих соотношений.

Модуль 1. Л – 18 ч, ПЗ – 6 ч, СРС – 24 ч, КСР – 1 ч (всего 49 час.).

Тема 1. Основные понятия и определения теории определяющих соотношений (ТОС). Объективные тензорные характеристики, типы объективности. Основные подходы и методы построения определяющих соотношений.

Л – 4 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 5 ч

Тема 2. Аксиоматический подход к формулировке определяющих соотношений. Основные аксиомы теории определяющих соотношений: принцип детерминизма, принцип локального действия, принцип материальной индифферентности.

Л – 3 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 5 ч

Тема 3. Определение порядка материала. Простые материалы. Независимость существования определяющего соотношения от выбора отсчетной конфигурации. Постулат макроскопической определимости А.А.Ильюшина.

Л – 3 ч, СРС – 5 ч

Тема 4. Гипотеза определенности реакции материала конечным числом параметров. Внутренние переменные. Определяющие, эволюционные и замыкающие уравнения.

Л – 4 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 5 ч

Тема 5. Примеры применения принципа материальной индифферентности: приведенная форма определяющих соотношений, обобщение соотношения Максвелла на случай геометрической нелинейности, определяющее соотношение жидкости.

Л – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч

Раздел 2. Подходы теории определяющих соотношений для материалов со связями.

Модуль 2. Л – 12 час, ПЗ – 4 час, СРС – 28 час, КСР – 1 (всего 45 час.).

Тема 6. Однородные деформации простого материала. Модельное тело. Гипотеза макрофизической определимости.

Л – 2 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 8 ч

Тема 7. Естественная конфигурация. Естественное напряженное состояние. Естественные условия.

Л – 2 ч, СРС – 6 ч

Тема 8. Материалы со связями. Простая связь. Принцип детерминизма для материалов со связями. Тензор напряжений, реализующих простые связи. Примеры: несжимаемый материал, нерастяжимый материал, абсолютно твердое тело.

Л – 6 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 8 ч

Тема 9. Материальный изоморфизм, определение. Единообразное и однородное тела.

Л – 2 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 6 ч

Раздел 3. Учет симметричных свойств при построении определяющих соотношений.

Определяющие соотношения для некоторых классических материалов

Модуль 3. Л – 20 час, ПЗ – 8 час, СРС – 20 час, КСР – 2 (всего 50 час.).

Тема 10. Группа равноправности материалов. Определения равноправности и группы равноправности. Наименьшая группа равноправности. Независимость существования группы равноправности и ее мощности от выбора отсчетной конфигурации. Преобразования элементов группы равноправности при аффинных преобразованиях конфигурации.

Л – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч

Тема 11. Изотропные материалы, определение. Твердое тело: определение, классы симметрии кристаллов, семь кристаллических сингоний, четырнадцать типов решетки Браве, классификация твердых тел по типам симметрии, теоремы о преобразованиях неискаженной конфигурации.

Л – 5 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч

Тема 12. Упругие материалы, определения. Неединственность решения нелинейных задач теории пружины. Изотропные упругие материалы, теоремы, следствия. О других определяющих соотношениях для твердых тел.

Л – 3 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 4 ч

Тема 13. Жидкость: определение, теорема о свойствах жидкости, следствия из теоремы. Общий вид определяющего соотношения жидкости. Определяющие соотношения для жидкостей и газов.

Л – 4 ч, ПЗ – 1 ч, СРС – 4 ч

Тема 14. Свойство затухающей памяти, основные определения, инфинитезимальная память. Медленно затухающая память, аксиома непрерывности, определение полунормы для забывающей памяти.

Л – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 4 ч

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1.	1	Преобразование при замене системы отсчета кинематических и динамических локальных переменных механики сплошной среды.
2.	2	Проверка удовлетворения первым двум аксиомам ТОС ряда известных определяющих соотношений.
3.	4	Запись конститутивных моделей материала согласно общей структуре моделей с внутренними переменными
4.	5	Проверка удовлетворения аксиоме индифферентности ряда известных определяющих соотношений.
5.	6	Гипотеза макроопределимости, естественное напряженное и деформированное состояние.
6.	8	Материалы со связями: армированные материалы, пластичность кристаллов.
7.	9	Разбор понятий единообразного и однородного тел.
8.	10	Определение группы равноправности материала по данным определяющим соотношениям.
9.	11	Общее представление определяющих соотношений изотропного твердого тела.
10.	12	Общее представление определяющих соотношений для твердых тел жидкости, рассмотрение частных ОС.
11.	13	Общее представление определяющих соотношений жидкости, рассмотрение частных ОС.
12.	14	Определение реакции среды с затухающей памятью на сложные истории воздействий.

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены.

4.5. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3. – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	3
2.	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
3.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	3
4.	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
5.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
6.	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала	3
7.	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала	3
8.	Подготовка к аудиторным занятиям	4
	Самостоятельное изучение теоретического материала	4
9.	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала	3
10.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
11.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
12.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
13.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
14.	Подготовка к аудиторным занятиям	2
	Самостоятельное изучение теоретического материала	2
	Итого: в ч / в ЗЕ	72 / 2

4.5.1. Подготовка к аудиторным занятиям

1. При подготовке к лекциям и практическим занятиям студенты изучают материал по предшествующей теме занятий; усвоение материала проверяется периодически на лекциях и практических занятиях проведением опроса – текущих контрольных работ (продолжительность 5-10 мин., периодичность – не реже одного раза в две недели).

2. Доказательство части утверждений, сформулированных на предшествующих лекциях, доказательство которых рекомендовано провести самостоятельно

3. Решение задач в рамках подготовки к практическим занятиям.

4. Подготовка к рубежным контрольным работам по модулям.

4.5.2. Самостоятельное изучение теоретических вопросов

Самостоятельное изучение теоретического материала (36 час) включает:

1. Изучение части теоретических вопросов, приведенных ниже.
2. Самостоятельное изучение избранных разделов монографической литературы.
3. Изучение журнальных статей.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тема 1. Основные понятия и определения теории определяющих соотношений (ТОС). Объективные тензорные характеристики, типы объективности. Основные подходы и методы построения определяющих соотношений.

Тема 2. Аксиоматический подход к формулировке определяющих соотношений. Основные аксиомы теории определяющих соотношений: принцип детерминизма, принцип локального действия, принцип материальной индифферентности.

Тема 3. Определение порядка материала. Простые материалы. Независимость существования определяющего соотношения от выбора отсчетной конфигурации. Постулат макроскопической определимости А.А.Ильюшина.

Тема 4. Гипотеза определенности реакции материала конечным числом параметров. Внутренние переменные. Определяющие, эволюционные и замыкающие уравнения.

Тема 5. Примеры применения принципа материальной индифферентности: приведенная форма определяющих соотношений, обобщение соотношения Максвелла на случай геометрической нелинейности, определяющее соотношение жидкости.

Тема 6. Однородные деформации простого материала. Модельное тело. Гипотеза макрофизической определимости.

Тема 7. Естественная конфигурация. Естественное напряженное состояние. Естественные условия.

Тема 8. Материалы со связями. Простая связь. Принцип детерминизма для материалов со связями. Тензор напряжений, реализующих простые связи. Примеры: несжимаемый материал, нерастяжимый материал, абсолютно твердое тело.

Тема 9. Материальный изоморфизм, определение. Единообразное и однородное тела.

Тема 10. Группа равноправности материалов. Определения равноправности и группы равноправности. Наименьшая группа равноправности. Независимость существования группы равноправности и ее мощности от выбора отсчетной конфигурации. Преобразования элементов группы равноправности при аффинных преобразованиях конфигурации.

Тема 11. Изотропные материалы, определение. Твердое тело: определение, классы симметрии кристаллов, семь кристаллических сингоний, четырнадцать типов решетки Браве, классификация твердых тел по типам симметрии, теоремы о преобразованиях неискаженной конфигурации.

Тема 12. Упругие материалы, определения. Неединственность решения нелинейных задач теории пружины. Изотропные упругие материалы, теоремы, следствия. О других определяющих соотношениях для твердых тел.

Тема 13. Жидкость: определение, теорема о свойствах жидкости, следствия из теоремы. Общий вид определяющего соотношения жидкости. Определяющие соотношения для жидкостей и газов.

Тема 14. Свойство затухающей памяти, основные определения, инфинитезимальная память. Медленно затухающая память, аксиома непрерывности, определение полунормы для забывающей памяти.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и самостоятельной работе.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом (проблемное изложение лекций, использование мультимедиа-технологий, электронного учебного пособия).

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных тем и дисциплин, креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится путем устного или письменного опроса (продолжительность 5-10 мин., всего предусмотрено 6 письменных опросов (модуль 1 – 2 опроса, модуль 2 – 2 опроса, модуль 3 – 2 опроса), собеседования по итогам практических занятий и самостоятельной работы, проводится оценка работы студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в форме письменных контрольных работ.

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1. Основные понятия и определения теории определяющих соотношений (ТОС). Объективные тензорные характеристики, типы объективности. Основные подходы и методы построения определяющих соотношений.

2. Аксиоматический подход к формулировке определяющих соотношений. Основные аксиомы теории определяющих соотношений: принцип детерминизма, принцип локального действия, принцип материальной индифферентности.

3. Определение порядка материала. Простые материалы. Независимость существования определяющего соотношения от выбора отсчетной конфигурации. Постулат макроскопической определимости А.А.Ильюшина.

4. Гипотеза определенности реакции материала конечным числом параметров. Внутренние переменные. Определяющие, эволюционные и замыкающие уравнения.

5. Примеры применения принципа материальной индифферентности: приведенная форма определяющих соотношений, обобщение соотношения Максвелла на случай геометрической нелинейности, определяющее соотношение жидкости.

Модуль 2

6. Однородные деформации простого материала. Модельное тело. Гипотеза макрофизической определимости.

7. Естественная конфигурация. Естественное напряженное состояние. Естественные условия.

8. Материалы со связями. Простая связь. Принцип детерминизма для материалов со связями. Тензор напряжений, реализующих простые связи. Примеры: несжимаемый материал, нерастяжимый материал, абсолютно твердое тело.

9. Материальный изоморфизм, определение. Единообразное и однородное тела.

Модуль 3

10. Группа равноправности материалов. Определения равноправности и группы равноправности. Наименьшая группа равноправности. Независимость существования группы равноправности и ее мощности от выбора отсчетной конфигурации. Преобразования элементов группы равноправности при аффинных преобразованиях конфигурации.

11. Изотропные материалы, определение. Твердое тело: определение, классы симметрии кристаллов, семь кристаллических сингоний, четырнадцать типов решетки Браве, классификация твердых тел по типам симметрии, теоремы о преобразованиях неискаженной конфигурации.

12. Упругие материалы, определения. Неединственность решения нелинейных задач теории пружины. Изотропные упругие материалы, теоремы, следствия. О других определяющих соотношениях для твердых тел.

13. Жидкость: определение, теорема о свойствах жидкости, следствия из теоремы. Общий вид определяющего соотношения жидкости. Определяющие соотношения для жидкостей и газов.

14. Свойство затухающей памяти, основные определения, инфинитезимальная память. Медленно затухающая память, аксиома непрерывности, определение полунормы для забывающей памяти.

(Тема выбирается случайным образом из приведенных).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Осуществляется в виде дифференцированного зачета, оценка выставляется с учетом результатов рубежного, текущего и промежуточного контроля (рейтинговая система: на работу в семестре (включая текущие контрольные работы) отводится 50% баллов, на рубежные контрольные работы по модулям – 25% баллов, на собственно зачет (включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание) – 25% баллов).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Диф. зачет
	Усвоенные знания			
3.1 знать основные понятия и аксиоматику общей теории определяющих соотношений, подходы к построению моделей для описания поведения различных сред	О		РКР1,2,3	ТВ
3.2 знать основные определяющие соотношения для описания поведения деформируемых твердых тел, жидкостей и газов	О		РКР1,2,3	
	Освоенные умения			
У.1 уметь обоснованно выбирать, модифицировать существующие и разрабатывать новые определяющие соотношения	С		РКР1,2,3	ПЗ
У.2 уметь анализировать и выбирать определяющие соотношения для постановок краевых задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа	С		РКР1,2,3	
	Приобретенные владения			
В.1 навыками построения замкнутых математических моделей физико-механических процессов	С		РКР1,2,3	ПЗ
В.2 навыками использования определяющих соотношений при моделировании физико-механических процессов и систем	С		РКР1,2,3	

О – опрос;

С – собеседование;

РКР – рубежная контрольная работа;

ТВ – теоретический вопрос;

ПЗ – практическое задание.

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям (8 семестр)																Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Раздел:	P1					P2				P3							
Лекции	4	4	4	4	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	2		50
Практ . занятия	2		2		2		2		2	2	2	2					18
КСР					1				1						2		4
Подготовка к аудиторным занятиям	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			36
Изучение теоретическ ого материала	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			36
Модуль:	M1					M2				M3							
Контр. Тестирование																	
Дисциплин. контроль																	Диф. зачет

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

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.10 Теория определяющих соотношений (индекс и полное название дисциплины)	БЛОК 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины/блок)		
	☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла	☒ обязательная по выбору студента ☐	
01.03.02 (код направления подготовки / специальности)	Прикладная математика и информатика / Математическое моделирование (полное название направления подготовки / специальности)		
ПМИ/ММ (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр	Форма обучения: ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная	
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр(-ы): <u>8</u>	Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>20</u>	
Швейкин Алексей Игоревич (фамилия, инициалы преподавателя) ФПММ (факультет) Математическое моделирование систем и процессов (кафедра)		доцент (должность) 239-12-97 (контактная информация)	

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	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	Крайнов В. П. Лекции по избранным проблемам механики сплошных сред: учебное пособие для вузов — Долгопрудный: Интеллект, 2014. — 118 с.	1
2	Папуша А. Н. Механика сплошных сред учебник для вузов. — Москва, Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2011. — 696 с.	1
	Седов Л.И. Механика сплошной среды : Учеб. для вузов . М.: Моск. гос. ун-т. Т.1 .— 2004 .— 528 с.	49
	Седов Л.И. Механика сплошной среды : Учеб. для вузов. М.: Моск. гос. ун-т. Т.2 .— 2004 .— 560 с.	39
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред. – М.: Мир, 1991. - 560 с.	4
2	Лотов К.В. Физика сплошных сред. – М., Ижевск: Ин-т компьют. исслед., 2002 .— 144 с.	2
3	Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели термомеханики. – М.: Физматлит, 2002 .— 167 с.	2
4	Трусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. 419 с.	50+ЭБ
5	Коробейников С.Н. Нелинейное деформирование твердых тел. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. — 262 с.	1
2.2 Периодические издания		
1	<i>Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .. http://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser23964</i>	
2	<i>Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - . http://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser39993</i>	
3	<i>Физическая мезомеханика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт физики прочности и материаловедения. - Томск: Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН, 1998 - . http://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser70600</i>	
4	<i>Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1959 - . http://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser52642</i>	
5	<i>Известия Российской академии наук. Механика жидкости и</i>	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - . http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser23834	
6	Журналы издательств Elsevier, Springer и др., доступные в e-library http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не требуются.	
2.4 Официальные издания		
	Не требуются.	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на 9 ноября 2016г.

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки...



Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____ (дата контроля литературы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

_____ Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Per. номер*	Назначение
1	Практическое	Office Professional 2013	62445253	Пакет прикладных программы для работы с различными документами
2	Практическое	Delphi 2007 for Win32 Enterprise	PO-398ESD	Среда разработки на языке Delphi
3	Практическое	C++ Builder 2007 Enterprise	PO-398ESD	Среда разработки на языке C++
4	Практическое	Mathematica Professional Version Class A Educational	сет *L3263-7820*	Программное средство для выполнения математических и технических расчетов
5	Практическое	Windows 10	66232645	Операционная система
6	Практическое	Windows Server 2012 R2	61229141	Операционная система

Используются при демонстрации лекционных презентаций, при выполнении некоторых практических заданий и заданий для самостоятельной работы.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		П.В.Трусов, А.И.Швейкин. Теория определяющих соотношений. Ч.1, 2. Электронное учебное пособие. Пермь: ПГТУ. 2008.

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

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитории, оборудованные ноутбуком, видеопроектором	ММСП	316, 318 к.В	51×2	40×2
2	Компьютерный класс*	ММСП	317 к.В	70	10

* используется при выполнении некоторых практических заданий и заданий для самостоятельной работы

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ 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 (локальная компьютерная сеть)*	18	Оперативное управление	317

* используется при выполнении некоторых практических заданий и заданий для самостоятельной работы

Лист регистрации изменений

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