

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем машиноведения
Российской академии наук
(ИПМаш РАН)

Одобрено на Ученом совете
ИПМаш РАН
Протокол № 5/17

«03» октября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПМаш РАН, д.ф.-м.н.
А. К. Беляев
«03» октября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА»**

Направление подготовки
01.06.01 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Направленность (профиль) программы:
01.02.04 «МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения:

очная, заочная

Санкт-Петербург
2017

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» реализуется в рамках **Блока 1** основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) для аспирантов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика» направленности (профилю) 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

На изучение дисциплины отводится 4 зачетные единицы или 144 часа, из них лекций – 72 часа, практических (семинарских) занятий – 36 часов, самостоятельной работы – 36 часов. Текущая аттестация проводится в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой. Дисциплина изучается на первом и втором курсах, продолжительность обучения – 2 семестра.

Промежуточная аттестация осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме кандидатского экзамена. Экзамен проводится в весеннем семестре.

Рабочая программа разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 866, зарегистрированного в Минюсте Российской Федерации 25 августа 2014 года №33837; в соответствии с учебным планом, одобренным на Ученом совете ИПМаш РАН (протокол № от “___” _____ 20 ___ г.); на основании программы-минимума кандидатского экзамена по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

СОСТАВИТЕЛЬ

(подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – сформировать специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые вариационные принципы в механике деформируемых тел; применять методы вариационного исчисления при решении задач в механике деформируемого твердого тела.

Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» является профилирующей для аспирантов, осваивающих одноименную программу аспирантуры. В последние годы большое значение приобрели численные методы, основанные на вариационных постановках задач математической физики. К ним в первую очередь относятся вариационно-сеточные методы, включающие в себя метод конечных элементов. Преимущества этих методов очевидны: являясь синтезом вариационных и сеточных методов, они обладают присущими им положительными качествами. Использование вариационных постановок задач в вариационных методах позволяет получать более широкий класс решений, так как выражения, стоящие в функционалах, имеют более низкий порядок производных, чем в исходных дифференциальных уравнениях. Последнее обстоятельство также расширяет класс допустимых функций, применяемых для построения приближенных решений. В частности, удается конструировать приближенные решения при помощи не очень гладких и, что крайне важно локализованных функций. Вариационные методы позволяют исключить из специального рассмотрения естественные граничные условия. Получаемые сеточные уравнения отражают интегральные энергетические свойства исходной непрерывной задачи. Со своей стороны, сеточные методы в значительной степени облегчают известные трудности, связанные с выбором координатных функций в вариационных методах. Влияние сеточных методов сказывается также на том, что разрешающие системы алгебраических уравнений являются хорошо обусловленными с редко заполненными матрицами и просто формулируются.

В рамках дисциплины предполагается изложить не только собственно содержательную часть, касающуюся вариационных методов. Один из важных вопросов, который предполагается обсудить: о происхождении и корнях вариационных методов. Предполагается убедить аспиранта в том, что вариационные принципы являются следствием законов природы и в частности – второго закона термодинамики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» в соответствии с ФГОС ВО входит в вариативную часть Блока 1 основной профессиональной образовательной программы аспирантуры (далее – ОПОП, программы аспирантуры) по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика» и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена. Шифр дисциплины – Б1.В.ОД.2.

Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» связана с предшествующей математико-механической подготовкой аспиранта. Базовыми курсами для дисциплины «Механика деформируемого твердого тела» выступают магистерские курсы «Вычислительные методы

прикладной механики», «Оптимизация в механике», «Конструкционная прочность», «Волны в деформируемых средах», «Нелинейная механика сплошной среды». Освоение содержания курса «Механика деформируемого твердого тела» позволяет поднять, системно связать и вывести на новый качественный уровень подготовку аспирантов по механике. Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» является сопутствующей научно-исследовательской деятельности и подготовке диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» служит основой для: оптимизации работы над темой кандидатской диссертации; совершенствования интеллектуальных навыков и умений в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (компетенции) выпускника ООП, на формирование которых ориентировано изучение дисциплины «Механика деформируемого твердого тела» (в соответствии с ФГОС ВО)

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ПК-16	способность создавать математические модели механических систем, свободно применять прикладные методы классической механики и методы механики сплошных сред к их расчету и исследованию
ПК-17	способность обладать цельным представлением о современном состоянии и достижениях рациональной механики, основных математических и физических наук

Планируемые результаты изучения дисциплины, обеспечивающие достижение цели изучения дисциплины «Механика деформируемого твердого тела» и её вклад в формирование результатов обучения (компетенций) выпускника ООП:

- знание вариационных формулировок задач механики деформируемого твердого тела;
- знание вычислительных алгоритмов, основанных на вариационных принципах;
- знание принципов построения механических моделей;
- знание законов природы, лежащих в фундаменте вариационных методов;
- умение ставить и решать вариационные задачи в механике деформируемых тел;
- умение оперировать основными теоретическими понятиями курса;
- умение применять методы вариационного исчисления в механике деформируемых тел и в теории оболочек;
- умение выполнять необходимые расчетные задания при помощи набора специальных методов;
- владение навыками решения задач о минимизации или максимизации некоторых параметров систем;
- владение навыками работы с научной литературой;
- владение основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ, КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ВИДЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Всего на изучение дисциплины отводится 144 часа (4 зачетные единицы). В соответствии с учебным планом занятия проводятся в первый год обучения.

4.1. Содержание разделов и тем, результаты изучения дисциплины

Разделы дисциплины и их содержание	Результаты обучения
<p>1. Вариационные принципы в механике (вводная лекция) Общие сведения о вариационных принципах в механике. Примеры оптимальных механических систем в природе.</p>	<p>Знание основополагающих идей вариационного исчисления в механике Умение видеть в природных явлениях проявление вариационных принципов Владение навыками формулировки вариационного принципа на идейном уровне для конкретных природных явлений.</p>
<p>2. Вариационная формулировка задачи теплопроводности. Полная система уравнений и граничных условий теории теплопроводности. Образование функционала теории теплопроводности. Уравнение Эйлера – Лагранжа. Естественные граничные условия в теории теплопроводности.</p>	<p>Знание формулировки полной системы уравнений и граничных условий теории теплопроводности, а также вариационной формулировки задачи теплопроводности. Умение правильно составить функционал теории теплопроводности. Владение навыками постановки естественных граничных условий в задачах теплопроводности.</p>
<p>3. Термодинамическое обоснование вариационного принципа Лагранжа для упругих тел. Первый и второй законы термодинамики. Формулировки законов термодинамики для упругого тела в целом. Термодинамическое обоснование понятия вариации. Принцип стационарности Лагранжа. Функционал Лагранжа</p> $\Phi(\mathbf{u}) = \int_V \rho \psi(\boldsymbol{\varepsilon}) dv - \int_V \rho \mathbf{K} \cdot \mathbf{u} dv - \int_{S_2} \mathbf{F} \cdot \mathbf{u} ds.$ <p>Дополнительные ограничения: в объеме V $\boldsymbol{\varepsilon} = (\nabla \mathbf{u})^s$, на части поверхности S_1 $\mathbf{u} = \mathbf{U}$. Уравнения Эйлера - Лагранжа и граничные условия. Доказательство минимальности вариационного принципа Лагранжа.</p>	<p>Знание формулировок первого и второго закона термодинамики, а также формулировку принципа стационарности Лагранжа. Умение обосновывать понятие вариации с точки зрения термодинамики. Владение навыками составления функционала Лагранжа, а также навыками доказательства минимальности вариационного принципа Лагранжа.</p>
<p>4. Вариационный принцип Кастильяно. Функционал Кастильяно</p> $\chi(\boldsymbol{\sigma}) = \int_V \rho \psi(\boldsymbol{\sigma}) dv - \int_{S_2} \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{U} ds.$ <p>Дополнительные ограничения в объеме V $\nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \rho \mathbf{K} = 0$, на части поверхности S_2 $\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma} = \mathbf{F}$.</p> <p>Представление свободной энергии $\psi(\boldsymbol{\sigma})$. Формулировка расширенного функционала с использованием метода множителей Лагранжа</p> $\chi^* = \chi + \int_V \lambda \cdot (\nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \rho \mathbf{K}) dv.$ <p>Варьирование расширенного функционала. Уравнения Эйлера – Лагранжа и граничные условия. Отождествление с уравнениями и граничными условиями теории упругости. Доказательство минимальности вариационного принципа Кастильяно.</p>	<p>Знание формулировки вариационного принципа Кастильяно Умение доказывать минимальность вариационного принципа Кастильяно. Владение навыками записи расширенного функционала с использованием метода множителей Лагранжа.</p>

Разделы дисциплины и их содержание	Результаты обучения
<p>5. Смешанный вариационный принцип Рейсснера. Функционал Рейсснера</p> $R(\mathbf{u}, \sigma) = \int_V [\sigma \cdot \varepsilon - \rho \psi(\sigma)] dv - \int_V \rho \mathbf{K} \cdot \mathbf{u} dv - \int_{S_1} \mathbf{n} \cdot \sigma \cdot (\mathbf{u} - \mathbf{U}) dS - \int_{S_2} \mathbf{F} \cdot \mathbf{u} dS.$ <p>Дополнительные ограничения: в объеме V $\varepsilon = (\nabla \mathbf{u})^s$. Варьирование функционала Рейсснера. Зависимые и независимые вариации. Уравнения Эйлера – Лагранжа и граничные условия. Доказательство стационарности, но не минимактности вариационного принципа Рейсснера.</p>	<p>Знание формулировки смешанного вариационного принципа Рейсснера. Умение доказывать стационарность, но не минимактность вариационного принципа Рейсснера. Умение различать зависимые и независимые вариации. Владение навыками записи функционала Рейсснера для механических систем.</p>
<p>6. Смешанный вариационный принцип Ху-Вашицу. Функционал Ху – Вашицу</p> $H(\mathbf{u}, \sigma) = \int_V [\rho \psi(\varepsilon) - \sigma \cdot [\varepsilon - (\nabla \mathbf{u})^s]] - \int_V \rho \mathbf{K} \cdot \mathbf{u} dv - \int_{S_1} \mathbf{u} \cdot \sigma \cdot (\mathbf{u} - \mathbf{U}) dS - \int_{S_2} \mathbf{F} \cdot \mathbf{u} dS.$ <p>Варьирование функционала Ху – Вашицу. Уравнения Эйлера – Лагранжа и граничные условия. Сравнение с полной системой уравнений и граничных условий теории упругости.</p>	<p>Знание формулировки смешанного принципа Ху-Вашицу. Умение вычислять вариации функционала Ху-Вашицу. Владение навыком записи функционала Ху-Вашицу для механических систем.</p>
<p>7. Смешанный вариационный принцип Ксю-Ли. Функционал Ксю – Ли</p> $X(\mathbf{u}, \varepsilon, \sigma) = \int_V [\sigma \cdot (\varepsilon + (\nabla \mathbf{u})^s)] - 2 \int_V \rho \psi(\tau) - \int_V \rho \psi(\varepsilon) - \rho \mathbf{K} \cdot \mathbf{u} dv - \int_{S_1} \mathbf{n} \cdot \sigma \cdot (\mathbf{u} - \mathbf{U}) dS - \int_{S_2} \mathbf{F} \cdot \mathbf{u} dS$ <p>Дополнительных ограничений в этом вариационном принципе не вводится. Вычисление вариации функционала Ксю – Ли. Исключение зависимых вариаций. Уравнения Эйлера – Лагранжа и граничные условия. Приведение этих условий к стандартному виду уравнений классической теории упругости. Доказательство неминимальности принципа Ксю – Ли.</p>	<p>Знание формулировки смешанного вариационного принципа Ксю-Ли. Умение вычислять вариации функционала Ксю-Ли. Умение доказывать Владение навыками исключения зависимых вариаций. Владение навыками составления функционала Ксю-Ли для механических систем.</p>
<p>8. Термодинамическое обоснование вариационного уравнения для неупругих тел. Комбинация первого и второго законов термодинамики в применении для деформируемого тела при конечных деформациях. Формулировка вариационного уравнения в нелинейной механике не упруго деформируемых тел. Термодинамическое обоснование понятия вариации.</p>	<p>Знание формулировки вариационного уравнения в нелинейной механике не упруго деформируемых тел. Умение обосновывать вариационное уравнение для неупругих тел с позиций термодинамики. Владение навыками применения комбинации первого и второго законов термодинамики для деформируемого тела при конечных деформациях.</p>
<p>9. Прямые методы в механике деформируемых тел. Методы Ритца, Галеркина, Треффтца. Особенности применения прямых методов при наличии и отсутствии вариационных формулировок для функционалов. Использование вариационного уравнения механики деформируемых тел.</p>	<p>Знание сущности методов Ритца, Галеркина, Треффтца. Владение навыками применения прямых методов при наличии и отсутствии вариационных формулировок для функционалов.</p>

Использованные выше обозначения таковы:

\mathbf{u} - вектор перемещений;

ε - тензор малой деформации;

σ - тензор напряжений;

V - объем деформируемого тела;

\mathbf{K} - вектор массовой силы;

S - поверхность деформируемого тела;

S_1 - та часть поверхности деформируемого тела, на которой задается перемещение \mathbf{U} ;

S_2 - та часть поверхности деформируемого тела, на которой задается вектор поверхностной нагрузки \mathbf{F} ;

$\psi(\varepsilon)$ - свободная энергия деформируемого упругого материала, выражаемая, как функция деформации;

$\psi(\sigma)$ - свободная энергия деформируемого упругого материала, выражаемая, как функция напряжения.

4.2. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

4.2.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам, академические часы		Итого, академические часы
	1-й семестр	2-й семестр	
Лекции (Л)	36	36	72
Практические занятия, семинары (ПЗ)	18	18	36
Самостоятельная работа аспирантов (СРС)	18	18	36
в том числе творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСРС)	12	10	22
в том числе подготовка к экзамену, сдача	-	14	14
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	в академических часах, а. ч.		144
	в зачётных единицах, з. е.		4

4.2.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам		Итого
	1-ый семестр	2-ой семестр	
Текущий контроль			
Контрольные работы (КРб), шт.	2	2	4
Коллоквиумы (Кк), шт.	1	1	2
Расчетно-графические работы (РГР), шт.	0	0	0
Рефераты (Реф), шт.	0	1	1
Курсовые проекты (КП), шт.	-	-	-
Курсовые работы (КР), шт.	-	-	-
Промежуточная аттестация			
Зачеты, (З), шт.	1	0	1
Экзамены, (Э), шт.	0	1	1

4.2.3. Разделы дисциплины и виды учебной работы

	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Л, а. ч.	ПЗ, а. ч.	СРС, а. ч.
1	Вариационные принципы в механике	8	4	2
2	Вариационная формулировка задачи теплопроводности	8	4	2

	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Л, а. ч.	ПЗ, а. ч.	СРС, а. ч.
3	Термодинамическое обоснование вариационного принципа Лагранжа для упругих тел	8	4	2
4	Вариационный принцип Кастильяно	8	4	2
5	Смешанный вариационный принцип Рейсснера	8	4	4
6	Смешанный вариационный принцип Ху - Вашицу	8	4	2
7	Смешанный вариационный принцип Ксю – Ли.	8	4	2
8	Термодинамическое обоснование вариационного уравнения для неупругих тел	8	4	2
9	Прямые методы в механике деформируемых тел	8	4	4
10	ЭКЗАМЕН			
	Подготовка к экзамену, экзамен	-	-	14
	Итого по видам учебной работы:	72	36	36
	Общая трудоёмкость освоения: ач / зет	72/2,00	36/1,00	36/1,00

4.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

4.4. Практические занятия

Проводятся по разделам 1-9.

4.5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для успешного освоения курса помимо посещения лекций и семинаров от аспирантов требуется самостоятельная работа в объеме не менее чем те часы, которые указаны для каждого раздела программы. В основном это время отводится на самостоятельное решение задач. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций.

Самостоятельное изучение разделов дисциплин происходит по рекомендуемой литературе, а также с использованием электронной образовательной среды. Самостоятельное изучение разделов дисциплины включает в себя проблемное, контекстное и междисциплинарное обучение, исходя из содержания разделов дисциплины и задач, решаемых в процессе изучения этих разделов.

Примерное распределение времени самостоятельной работы аспирантов:

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, академические часы
Текущая СРС	
1. Вариационные принципы в механике 1.1. Изучение рекомендуемой литературы и нормативной документации по данной теме.	2
2. Вариационная формулировка задачи теплопроводности. 2.1. Изучение рекомендуемой литературы и нормативной документации по данной теме. 2.2. Выполнение задания на тему: получение аналитического и численного решений модельной задачи теплопроводности с естественными граничными условиями. Сравнительный анализ результатов. Написание отчета.	2
3. Термодинамическое обоснование вариационного принципа Лагранжа для упругих тел. 3.1. Изучение рекомендуемой литературы и нормативной документации по данной теме.	2
4. Вариационный принцип Кастильяно 4.1. Изучение рекомендуемой литературы по данной теме.	2

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, академические часы
5. Смешанный вариационный принцип Рейсснера 5.1. Изучение рекомендуемой литературы по данной теме.	4
6. Смешанный вариационный принцип Ху-Вашицу 6.1. Изучение рекомендуемой литературы по данной теме.	2
7. Смешанный вариационный принцип Ксю-Ли 7.1. Изучение рекомендуемой литературы по данной теме.	2
8. Термодинамическое обоснование вариационного уравнения для неупругих тел 8.1. Изучение рекомендуемой литературы по данной теме.	2
9. Прямые методы в механике деформируемых тел 9.1. Изучение рекомендуемой литературы и нормативной документации по данной теме. 9.2. Выполнение задания на тему: самостоятельное написание программы по решению простейших задач механики деформируемых тел с помощью методов Ритца, Галеркина, Треффца на выбранном языке программирования.	4
Подготовка экзамену. Осуществляется на основе изученного материала, с учетом рекомендаций преподавателя во время контроля самостоятельной работы	14
Итого текущей СРС:	108

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

2. Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

3. Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

4. Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Виды и содержание учебных занятий

В учебном процессе для достижения определенных результатов обучения и компетенции используются следующие виды (формы) организации учебного процесса: установочная лекция, самостоятельная работа, контроль, экзамен.

1. Установочная лекция - передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило, с использованием технических средств, направленная на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.

2. Самостоятельная работа - изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание сообщений-докладов, подготовка презентаций, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

3. Контроль самостоятельной работы – предметно-ориентированное общение со студентом с целью выявления усвоенных им знаний и приобретенных навыков в области данного предмета.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

№	Автор, название, место издания, издательство	Год изд.
1.	В.А. Пальмов. «Нелинейная механика деформируемых тел. Термодинамический и энергетический подходы». Учебное пособие. Изд-во Политехнического ун-та	2010
2.	В.А. Пальмов. «Нелинейная механика деформируемых тел. Определяющие уравнения анизотропных материалов». Учебное пособие. Изд-во Политехнического ун-та	2010

Дополнительная литература:

№	Автор, название, место издания, издательство	Год изд.
1.	Пантелеев А.В. Вариационное исчисление в примерах и задачах. Москва.	2000
2.	Розин Л.А. Вариационные постановки задач для упругих систем. Ленинград. Издательство ЛГУ	1978
3.	Лурье А.И. Теория упругости, М.: Наука	1970

6.2. Электронные и Internet-ресурсы:

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm> - Сайт «Мир Математических уравнений».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютеры, мультимедиа проектор, экран, средства дистанционного обучения.

На лекционных занятиях демонстрируются презентации с помощью мультимедийных технологий.

Учебный процесс обеспечивается наличием следующего материально-технического оборудования:

- 1). Кабинеты-аудитории, оснащенные компьютером с проектором, обычной доской, стульями, столами – для проведения лекционных и практических занятий.
- 2). Специализированная методическая и учебная литература, журналы.

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Каждый обучающийся делает доклад на заранее выбранную тему и проходит контрольные тесты, состоящие из задач, подобных примерам, разобранным на практических занятиях. Используется балльно-рейтинговая оценка работы аспиранта.

Цифровое выражение	Словесное выражение	Описание
5	Отлично	Выполнен полный объем работы, ответ студента полный и правильный. Студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
4	Хорошо	Выполнено 75% работы, ответ студента правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено
3	Удовлетворительно	Выполнено 50% работы, ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях и/или они просто отсутствуют

2	Неудовлетворительно	Выполнено менее 50% работы, в ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.
---	---------------------	--

Основные понятия дисциплины, которые должны быть отражены в докладах:

1. Функционалы Лагранжа, Кастильяно, Рейсснера, Ху-Вашицу, Ксю-Ли для упругих тел.
2. Вариация функционала.
3. Условия стационарности или минимальности.
4. Уравнения Эйлера-Лагранжа и граничные условия.
5. Вариационное уравнение механики деформируемых тел.
6. Прямые методы: метод Ритца, метод Галеркина.

Оценочные средства

Перечень примерных вопросов для подготовки к текущей аттестации:

1. Вариационный принцип в задаче теплопроводности.
2. Вариационный принцип Лагранжа.
3. Вариационный принцип Кастильяно.
4. Вариационный принцип Рейсснера.
5. Вариационный принцип Ху –Вашицу.
6. Вариационный принцип Ксю – Ли.
7. Вариационное уравнение в механике неупругих деформируемых тел.
8. Прямые методы для вариационных формулировок для упругих тел.
9. Прямые методы в механике неупругих тел.

9.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Все этапы изучения дисциплины сопровождаются контролем самостоятельной работы, групповыми и индивидуальными консультациями. Следует провести с аспирантами рассуждение о соотношении таких важных понятий, как законы природы, принципы, постулаты. Необходимо убедить аспирантов в том, что законы природы первичны и незыблемы, что в иерархии этих понятий принципы и постулаты занимают второе место. Это касается вариационных принципов и также широко распространенного принципа возможных перемещений. Следует убедить аспирантов в том, что вариационные принципы и принцип возможных перемещений и, наконец, принцип вариационного уравнения есть прямое следствие законов термодинамики, т. е. законов природы. Это обстоятельство повышает их статус до уровня законов. Это позволяет говорить о вариационных законах, а не вариационных принципах для упругих тел, о законе возможных перемещений, а не о принципе возможных перемещений. Также повышается статус вариационного уравнения. Это тоже закон, а не какой-то частный принцип.