

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Механико-математический факультет

Кафедра газовой и волновой динамики



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

/Нигматулин Р.И./

« 10 » июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Введение в сопротивление материалов

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП: В-ПД

Фундаментальная механика

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры газовой и волновой динамики
(протокол № 15, « 10 » июня 20 19 года)

Москва 2019

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки специальности «Фундаментальные математика и механика», реализуемой по схеме программы специалитета в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение ____2016, 2014, 2015_____

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: *относится к вариативной части ОПОП ВО.*
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): *отсутствуют.*
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
УК-1	Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.
УК-2	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
УК-14	Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.
ОПК-3	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
ОПК-4	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

<i>ПК-1</i>	Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации.
<i>ПК-2</i>	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики.
<i>ПК-3</i>	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
<i>ПК-4</i>	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

4. Формат обучения: стандартный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
1. Предмет изучения. Основные понятия. Основные гипотезы и принципы. Понятие о расчетной схеме. Классификация внешних сил. Внутренние напряжения в сечении образца.	3	2		2	1
2. Деформации. Обобщенный закон Гука. Классификация геометрических форм. Моменты инерции площади фигуры. Статически определимые и неопределимые задачи. Примеры решения задач.	3	2		2	1
3. Одноосное напряженное состояние (растяжение – сжатие). Работа внешних и внутренних сил при растяжении (сжатии). Потенциальная энергия при одноосном напряженном состоянии. Критерий прочности при одноосном напряженном состоянии. Примеры решения задач.	3	2		2	1

4. Точное решение задачи изгиба призмы. Гипотеза плоских сечений. Приближённые методы решения задачи изгиба. Статически определимые задачи изгиба. Эпюры момента и перерезывающей силы. Распределение нормальных напряжений.	3	2		2	1
5. Изгиб произвольной системой сил и моментов. Приближение гипотезы плоских сечений. Перерезывающая сила и изгибающий момент. Максимальные напряжения при изгибе.	4	2		2	2
6. Определение перемещений при изгибе. Расчет статически неопределимых балок. Потенциальная энергия при чистом изгибе. Рациональные формы сечений балки. Примеры решения задач.	4	2		2	2
7. Касательные напряжения при изгибе. Инженерные методы расчета касательных напряжений. Распределение касательных напряжений. Примеры решения задач.	4	2		2	2
8. Точные решения задач кручения в рамках механики сплошной среды. Функция кручения и функция напряжений в задачах кручения. Распределение напряжений по сечению.	4	2		2	2
9. Сведение задач кручения к краевым задачам ТФКП. Распределение напряжений. Концентрация напряжений при кручении.	4	2		2	2
10. Текущий контроль успеваемости. Контрольная работа	4				4

11. Инженерные методы решения задач кручения. Крутящие моменты. Задача кручения стержней произвольного сечения. Кручение тонкостенных трубчатых стержней. Потенциальная энергия при кручении. Рациональные формы сечений при кручении. Примеры решения задач.	4	2		2	2
12. Концентрация напряжений около отверстий. Концентрация напряжений около концов тонких разрезов (трещин)	4	2		2	2
13. Устойчивость равновесной формы. Устойчивость стержней при сжатии. Формула Эйлера для критической силы. Рациональные формы сечений сжатых стержней. Примеры решения задач.	4	2		2	2
14. Влияние на устойчивость способов закрепления концов стержня. Эмпирические формулы для критической силы.	4	2		2	2
15. Потеря устойчивости при продольно – поперечном изгибе.	4				4
16. Динамическая неустойчивость стержня под действием внезапно приложенной силы.	4	2		2	2
17. Нелинейные уравнения изгиба. Поведение тела после потери устойчивости.	4	2		2	2
18. Теория прочности. Основные силовые и деформационные критерии прочности. Энергетические критерии прочности. Элементы пластичности. Основные модели пластичности.	4	2		2	2
Промежуточная аттестация: экзамен (указывается форма проведения)	4				

			(количество часов, ** отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	72		

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** , отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости: контрольная работа

1. Поле перемещений линейно упругого материала задано в декартовой системе координат

$$u_x = -y\delta + x\delta \cos \alpha + z\delta$$

$$u_y = y\delta + x\delta \sin \alpha - z\delta$$

$$u_z = 0$$

где $\delta = 0,00001$, $\alpha = 30^\circ$. Найти компоненты тензора деформаций.

2. Известны модуль Юнга материала $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ (Н/м}^2\text{)}$, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$, предел прочности при растяжении (сжатии)

$\sigma_y = 5 \cdot 10^8 \text{ (Па)}$ и предел прочности при сдвиге $\tau_y = 3 \cdot 10^8 \text{ (Па)}$. Имеется ли коэффициент запаса по растяжению и сдвигу для напряжений, соответствующих полю перемещений задачи (1.). Если имеется, то какой?

3. Балка имеет заданную длину и заданный объём. Какое сечение необходимо выбрать, чтобы обеспечить максимальную изгибную жёсткость, если у нас есть следующая возможность выбора: а) сечение – квадрат; б) сечение – полукруг; в) сечение – равносторонний треугольник.

4. Сечение первого вала представляет собой эллипс с полуосями $a = 0,3$ $b = 0,5$. Сечением второго вала, изготовленного из того же материала, является круг одинаковой с эллипсом площади. Найти отношение жёсткости первого вала к жёсткости второго вала при кручении.

5. К середине стальной $E = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ (Н/м}^2\text{)}$ балки, шарнирно опёртой на упоры (Рис.1), подвешен груз массой m . Сечением балки является прямоугольник $a \times h$, где h – размер сечения в направлении оси y .

Расстояние между упорами одинаково и равно четверти длины балки ($b = L/4$).

Найти максимально возможную массу, если известны: коэффициент запаса прочности $k = 2$; предел прочности материала балки на растяжение $\sigma_y = 2 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$; предел прочности на сдвиг $\sigma_y = 3 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$; $a = 0,05 \text{ (м)}$, $h = 0,04 \text{ (м)}$, $L = 4 \text{ (м)}$.

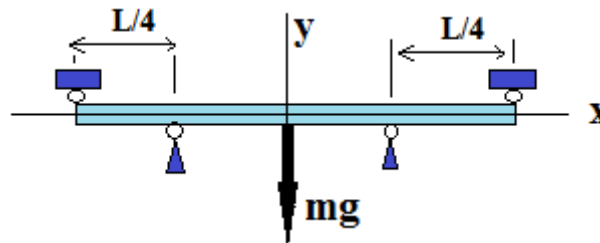


Рис.1

6. Найти максимальное значение силы, при которой прямолинейная балка (Рис.2), жёстко защемлённая на конце (В), не разрушится и не потеряет устойчивости. Материал и геометрия балки заданы параметрами: модуль Юнга $E = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ (н/м}^2\text{)}$; предел прочности материала на сжатие $\sigma_y = 2 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$; $a = 0,1 \text{ (м)}$, $b = 0,05 \text{ (м)}$, $L = 5 \text{ (м)}$.

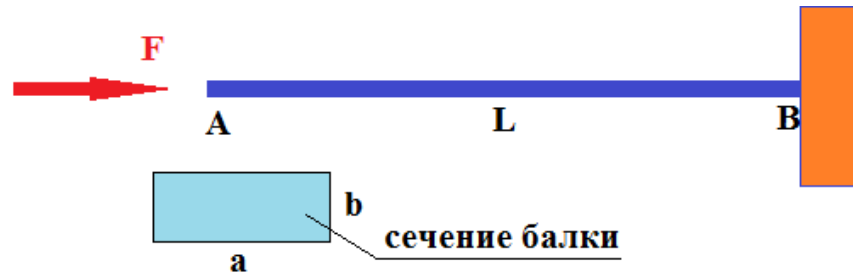


Рис.2

7. Принимая величину изгибной жёсткости балки EJ , равной единице, построить эпюры перерезывающей силы и изгибающего момента для конфигурации нагрузки балки системой сил при наличии опоры (Рис.3). Рассмотреть случаи шарнирного и жёсткого защемления торца В. Величины сил и геометрические размеры в условных единицах считать равными: размеры $a = 7$; $b = 2$; силу $F = 15$.

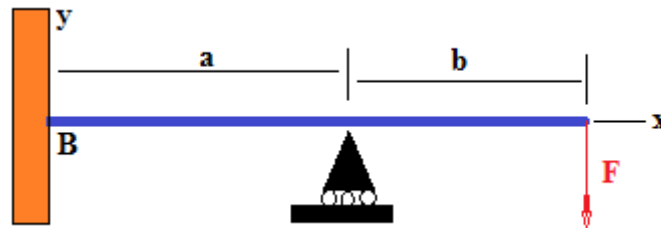


Рис.3

8. В условиях задачи (7.) найти максимальные значения модуля прогиба.

9. Найти отношение максимального касательного напряжения к среднему значению касательного напряжения при изгибе балки с сечением, представленном на Рис.4.



Рис.4

10. На трёх шарнирно закреплённых прямолинейных балках одинакового сечения S , изготовленных из одного материала с модулем E , подвешен груз весом P (Рис.5). Известна длина балки $AO = L$, углы $\angle OAC = 60^\circ$, $\angle OBA = 45^\circ$, $\angle OCA = 30^\circ$ и изгибная жёсткость балок EJ . Найти отношение продольных сил, действующих на каждую балку к весу груза.

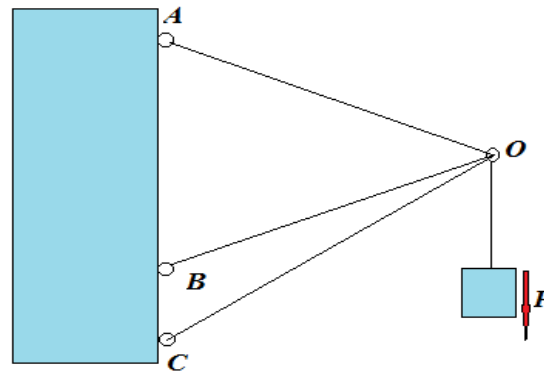


Рис.5

Текущий контроль – задача для самостоятельного решения с последующим обсуждением. Например: Требуется решить задачу об изгибе консоли.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации: собеседование со слушателями для оценки усвояемости материала и консультаций.

Вопросы к экзамену.

11. Предмет изучения. Основные понятия. Основные гипотезы и принципы. Понятие о расчетной схеме. Классификация внешних сил. Внутренние напряжения в сечении образца.

- 2.Деформации. Обобщенный закон Гука. Классификация геометрических форм.
3. Статические моменты сечения. Геометрический центр тяжести сечения. Геометрические моменты инерции сечения.
- 4.Статически определимые и неопределимые задачи. Примеры решения задач.
- 5.Одноосное напряженное состояние (растяжение – сжатие). Работа внешних и внутренних сил при растяжении (сжатии). Потенциальная энергия при одноосном напряженном состоянии. Критерий прочности при одноосном напряженном состоянии. Примеры решения задач.
- 6.Точное решение задачи изгиба призмы.
- 7.Гипотеза плоских сечений. Приближённые методы решения задачи изгиба. Статически определимые задачи изгиба. Эпюры момента и перерезывающей силы. Распределение нормальных напряжений.
- 8.Изгиб. Определение перемещений. Расчет статически неопределимых балок. Потенциальная энергия при чистом изгибе.
- 9.Рациональные формы сечений балки. Примеры решения задач.
- 10.Касательные напряжения при изгибе. Инженерные методы расчета касательных напряжений. Распределение касательных напряжений. Примеры решения задач.
- 11.Точные решения задач кручения в рамках механики сплошной среды.
- 12.Сведение задач статики теории упругости к краевым задачам ТФКП. Распределение напряжений. Концентрация напряжений при кручении.
- 13.Инженерные методы решения задач кручения. Крутящие моменты. Задача кручения стержней произвольного сечения.
14. Кручение тонкостенных трубчатых стержней. Потенциальная энергия при кручении. Рациональные формы сечений при кручении. Примеры решения задач.
- 15.Устойчивость равновесной формы. Устойчивость стержней при сжатии. Формула Эйлера для критической силы. Рациональные формы сечений сжатых стержней. Примеры решения задач.
- 16.Влияние способов закрепления концов стержня. Эмпирические формулы для критической силы. Потеря устойчивости при продольно – поперечном изгибе.
- 17.Динамическая неустойчивость стержня под действием внезапно приложенной силы. Поведение тела при потере устойчивости.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

<i>(виды оценочных средств: устные опросы)</i>				
Умения <i>(виды оценочных средств: практические контрольные задания)</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР)</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- 1.Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М: «Наука». Главная редакция физико-математической литературы. 1976
- 2.Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности. Учебник для стр. спец. вузов. – М: изд-во «Высшая школа». 2002
- 3.Сен-Венан Б. Мемуары о кручении призм. Мемуары об изгибе призм. М.: Государственное изд-во физико-математической литературы. 1961
- 4.Светлицкий В.А. Механика стержней. Ч. 1.-Ч. 2. М.: Изд-во «Высшая школа». 1987
- 5.Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Главная редакция физико-математической литературы. 1976398 с.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: профессор А.В. Звягин

11. Автор (авторы) программы: профессор А.В. Звягин