

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Горбунов Алексей Александрович
Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе
Дата подписания: 24.07.2025 14:15:39
Уникальный программный ключ:
286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

**Специалитет по специальности
20.05.01 Пожарная безопасность**

направленность (профиль) «Государственный пожарный надзор»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

- формирование у обучающихся необходимых теоретических знаний и выработка практических навыков давать обоснованную инженерную оценку конструкции механизма или сооружения с точки зрения прочности, жесткости, устойчивости и надежности.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-5	Способен разрабатывать проектную и распорядительную документацию, участвовать в разработке нормативных правовых актов в области обеспечения пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, защиты и спасения человека, защиты окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- формирование навыков по определению сил, возникающих при взаимодействии материальных тел, составляющих механическую систему;
- формирование навыков по определению характеристик движения тел и их точек в различных системах отсчета,
- формирование навыков по определению законов движения материальных тел при действии сил механизма или сооружения с точки зрения прочности, жесткости, устойчивости и надежности.

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

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-5.1. Знание основных стандартов оформления проектной, технической и распорядительной документации на различных стадиях жизненного цикла проекта	Обучающийся должен знать: -основные законы механики, общие методы анализа равновесия, движения и взаимодействия материальных тел; - физико-механические характеристики материалов, методы их определения; основные расчетные модели механики деформируемого твердого тела, области их применения. Уметь: - производить переход от реальных конструкций к расчетным схемам и математическим моделям составлять и

	решать простейшие дифференциальные уравнения движения материальной точки и твердого тела; - использовать основные законы и методы механики для решения конкретных прикладных задач. Владеть: - навыками подбора рациональных технических решений для механических систем; - навыками работы с технической и справочной документацией.
ОПК-5.2. Владеет навыками разработки нормативно-правовых актов в областях обеспечения пожарной безопасности, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, защиты и спасения человека, защиты окружающей среды, составления технической документации на различных этапах жизненного цикла проекта, с учетом требований стандартов.	Обучающийся должен знать: - инженерные методы расчета конструкций и сооружений на основе теории упругости; - аналитические и численные методы исследования механической системы. Уметь: - производить инженерные расчеты отдельных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость. - подбирать справочную литературу, стандарты. Разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию. Владеть: - навыками разработки рабочей проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» направленность (профиль) «Государственный пожарный надзор».

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			2	3
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	108	108
Контактная работа, в том числе:		92	72	20
Аудиторные занятия		90	72	18
Лекции (Л)		20	14	6
Практические занятия (ПЗ)		70	58	12
консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа (СРС)		88	36	52
в том числе:				
Экзамен		36		36

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по курсам	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	36	180
Контактная работа, в том числе:		16	2	14
Аудиторные занятия		14	2	12
Лекции (Л)		2	2	
Практические занятия (ПЗ)		12		12
консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа (СРС)		191	34	157
Экзамен		9		9

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

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8

Раздел 1 Теоретическая механика							
1	Тема №1.1 Элементы статики	24	2	14			8
2	Тема №1.2 Кинематика	20	2	12			6
3	Тема №1.3 Динамика	30	4	16			10
Раздел 2 Сопротивление материалов							
4	Тема № 2.1 Основные понятия и определения сопротивления материалов	12	2	6			4
5	Тема № 2.2 Статически определимые и неопределимые стержневые системы	6	2	2			2
6	Тема № 2.3 Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений	16	2	8			6
7	Тема № 2.4 Прямой поперечный изгиб	24	2	2			20
8	Тема № 2.5 Сложное сопротивление	24	2	6			16
9	Тема № 2.6 Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых стержней	22	2	4			16
	Консультация	2			2		
	Экзамен	36				36	
	Итого	216	20	70	2	36	88

для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8
1 курс							
Раздел 1 Теоретическая механика							
1	Тема №1.1 Элементы статики	12	2				10
2	Тема №1.2 Кинематика	10					10
3	Тема №1.3 Динамика	14					14
2 курс							
Раздел 2 Сопротивление материалов							
4	Тема № 2.1 Основные понятия и определения сопротивления материалов	24		2			30
5	Тема № 2.2 Статически определимые и неопределимые стержневые системы	11		-			17
6	Тема № 2.3 Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений	26		4			30
7	Тема № 2.4 Прямой поперечный изгиб	24		2			30
8	Тема № 2.5 Сложное сопротивление	26		4			30
9	Тема № 2.6 Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых	22		-			20

	стержней						
	Консультация	2			2		
	Экзамен	9				9	
	Итого	216	2	12	2	9	191

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся очной формы обучения

РАЗДЕЛ 1 Теоретическая механика

Тема 1.1 Элементы статики

Лекция: Предмет теоретической механики. Элементы статики. Понятие об абсолютно твердом теле. Предмет статики. Основные понятия статики. Система сходящихся сил. Связи и реакции связей.

Практические занятия. Условия равновесия твердого тела под действием систем сил. Пара сил. Моменты силы относительно точки и оси. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил. Решение задач на определение реакций связей.

Решение задач на определение реакций связей. Основные формы равновесия произвольной системы сил. Решение задач.

Центр тяжести плоской фигуры. Решение задач на определение центра тяжести плоской фигуры.

Расчетно-графическая работа «Определение центра тяжести плоской фигуры». Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Расчетно-графическая работа «Определение реакций связей механической системы». Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Расчет плоских стержневых ферм. Понятие о ферме. Аналитический расчет плоских ферм. Графический расчет плоских ферм.

Самостоятельная работа: Сложение сил. Теорема о параллельном переносе силы. Аналитический способ задания и сложения сил. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил. Решение задач на определение реакций связей. Сложение параллельных сил. Условия и уравнения равновесия параллельных сил. Теорема о моменте равнодействующей силы. Вспомогательные теоремы для определения центра тяжести (ось симметрии, плоскость симметрии, объем тела вращения, поверхность вращения). Определение усилий в стержнях фермы по способу вырезания узлов. Определение усилий в стержнях методом Риттера.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

Тема 1.2 Кинематика

Лекция: Кинематика точки и твердого тела.

Способы задания движения точки. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки при различных способах

движения точки. Понятие о простейшем движении твёрдого тела, понятие плоского движения твердого тела.

Практические занятия. Определение кинематических параметров точки.

Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Определение значений (модуля и направления) скорости точки, ускорения точки.

Простейшие движения твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела, уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение.

Плоское движение твердого тела. Плоскопараллельное движение твердого тела. Методы исследования плоского движения. Решение задач.

Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Правило Жуковского.

Определение кинематических параметров твердого тела. Решение задач на определение кинематических параметров твердого тела

Расчетно-графическая работа: «Кинематика точки». Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Скорости, ускорения и траектории точек при поступательном и вращательном движении твердого тела.

Применение теорем о сложении скоростей и о сложении ускорений при поступательном переносном движении. Применение теорем о сложении скоростей и о сложении ускорений в случае, когда переносное движение – вращение вокруг неподвижной оси.

Теорема об ускорениях точек плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения МЦУ.

Изучить: вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Скорости, ускорения и траектории точек при поступательном и вращательном движении твердого тела. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения МЦУ.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

Тема 1.3 Динамика

Лекции. Динамика механической системы.

Введение в динамику. Основное уравнение динамики. Дифференциальные и естественные уравнения движения материальной точки. Две основные задачи динамики.

Элементы аналитической механики. Обобщенные координаты. Уравнения связей. Принцип возможных перемещений. Уравнения Лагранжа II рода. Кинетический потенциал.

Практические занятия. Первая и вторая задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Методы решения основных задач динамики.

Система материальных точек. Моменты инерции твердого тела. Силы, действующие на точки механической системы. Твердое тело. Моменты инерции твердого тела. Вычисление моментов инерции однородных тел относительно осей, проходящих через центр масс.

Теоремы об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы

Импульс силы и его проекции на координатные оси. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Теорема об изменении количества движения механической системы и ее применение к сплошной среде.

Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и об изменении кинетического момента механической системы.

Моменты количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Кинетический момент механической системы относительно центра и оси.

Работа. Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа силы, приложенной к материальной точке. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы.

Принцип возможных перемещений. Связи и их уравнения. Число степеней свободы механической системы.

Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Принципы кинетостатики. Решение задач с применением принципов возможных перемещений и Даламбера.

Расчетно-графическая работа по динамике. Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, без учёта сопротивления воздуха. Движение падающего тела с учётом сопротивления воздуха.

Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки. Затухающие свободные колебания, вынужденные механические колебания.

Свойства главных и главных центральных осей инерции. Вычисление осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.

Понятие о теле переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Общее уравнение динамики в обобщённых силах. Условия равновесия консервативной системы сил. Понятие об устойчивости состояния покоя механической системы с одной степенью свободы в консервативном силовом поле.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

РАЗДЕЛ 2 Сопротивление материалов

Тема 2.1 Основные понятия и определения сопротивления материалов

Лекция: Основные понятия и определения сопротивления материалов.

Основные понятия. Метод сечений. Центральное растяжение – сжатие. Определение внутренних усилий.

Практические занятия. Виды испытаний материалов. Виды испытаний материалов: объекты испытаний; структура испытательных комплексов; испытание на растяжение-сжатие. Диаграммы испытаний. Испытание на изгиб, ударный изгиб, кручение. Испытание на длительную прочность, ползучесть, усталость.

Закон Гука при центральном растяжении (сжатии). Построение эпюр продольных сил. Абсолютная и относительная продольная деформация. Коэффициент Пуассона. Закон Гука.

Расчетно-графическая работа по теме «Центральное растяжение-сжатие». Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Решение задач на определение продольной силы при центральном растяжении (сжатии). Испытание на изгиб, ударный изгиб, кручение. Испытание на длительную прочность, ползучесть, усталость. Закон Гука для абсолютных деформаций. Закон Гука для нормальных напряжений.

Определение напряжений и деформаций при центральном растяжении-сжатии. Проверка прочности. Определение коэффициента запаса прочности. Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и деформаций. Проверка прочности при центральном растяжении-сжатии.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.2. Статически определимые и неопределимые стержневые системы

Лекция. Статически определимые и неопределимые стержневые системы. Расчет статически определимых стержневых систем. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Метод сравнения деформаций.

Практическое занятие. Решение задач на расчет статически определимых и неопределимых стержневых систем.

Условие и степень статической определимости. Решение задач на расчет статически определимых и неопределимых стержневых систем.

Самостоятельная работа. Расчет статически определимых систем по способу допускаемых нагрузок. Расчет статически неопределимых систем по способу допускаемых нагрузок.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];
дополнительная: [2,3].

Тема 2.3 Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений

Лекция: Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие о деформациях сдвига и смятия. Особенности деформаций сдвига и смятия.

Сечения и их виды. Геометрические характеристики плоских сечений.

Практические занятия. Решение задач на сдвиг и смятие. Практическое решение задач на определение напряжений при сдвиге (срезе). Практическое решение задач на определение деформаций при смятии.

Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений.

Методика выполнения расчетно-графической работы «Геометрические характеристики плоских сечений». Выполнение расчетно-графической работы «Геометрические характеристики плоских сечений» по индивидуальным заданиям.

Расчет стержней, работающих на кручение. Решение задач на расчет стержней, работающих на кручение. Правило знаков для крутящих моментов. Построение эпюр крутящих моментов.

Расчетно-графическая работа по теме «Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений». Выполнение РГР по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Расчет заклепок на срез. Расчет заклепок на смятие и листов на разрыв. Определение координат центра тяжести простого и сложного сечения. Определение моментов инерции сечения. Правило знаков для крутящих моментов. Построение эпюр крутящих моментов. Условие прочности при кручении.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];
дополнительная: [2,3].

Тема 2.4 Прямой поперечный изгиб

Лекция. Прямой поперечный изгиб. Общие понятия о деформации изгиба. Прямой поперечный изгиб. Определение внутренних усилий при изгибе. Правило знаков для поперечных сил и изгибающих моментов.

Практические занятия. Методика исследования внутренних силовых факторов в балке при прямом изгибе. Определение реакций опор. Решение задач на определение реакций опор в балке. Методика исследования внутренних силовых факторов в балке при прямом изгибе.

Расчетно-графическая работа по теме «Прямой поперечный изгиб». Методика выполнения РГР. Выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Определение поперечных сил и изгибающих моментов при различных видах внешней нагрузки при изгибе. Дифференциальные зависимости при изгибе.

Методика построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Решение задач.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.5 Сложное сопротивление

Лекция. Сложное сопротивление. Анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Расчет по теориям прочности.

Практические занятия. Решение задач на косой изгиб. Основные понятия и формулы. Решение задач на построение эпюр изгибающих моментов при косом изгибе.

Решение задач на изгиб с растяжением и изгиб с кручением. Решение задач на изгиб с растяжением (сжатием). Решение задач на расчет балок, испытывающих изгиб с кручением.

Расчетно-графическая работа по теме «Сложное сопротивление». Выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа. Определение напряжений при косом изгибе. Определение перемещений при косом изгибе.

Внецентренное сжатие или растяжение. Ядро сечения при внецентренном сжатии. Критерии предельного состояния материала при сложном напряженном состоянии.

Геометрические искажения стержневых систем, определение перемещений в системах.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.6. Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых стержней

Лекция. Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых стержней. Расчет безмоментных оболочек вращения. Устойчивость стержней. Понятие критической силы. Формула Эйлера.

Практическое занятие. Решение задач на устойчивость сжатых стержней. Формулы Эйлера и Ясинского. Решение задач на устойчивость сжатых стержней. Подбор сечения стержней из условия устойчивости.

Самостоятельная работа. Подбор сечения стержней из условия устойчивости. Устойчивость сжатого стержня с шарнирно закреплёнными краями. Устойчивость стержней с иными видами закрепления. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический инженерный метод расчёта на устойчивость Ф. Ясинского.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

заочной формы обучения

РАЗДЕЛ 1 Теоретическая механика

Лекция: Предмет теоретической механики. Элементы статики.

Понятие об абсолютно твердом теле. Предмет статики. Основные понятия статики. Система сходящихся сил. Связи и реакции связей.

Самостоятельная работа: Решение задач на определение реакций связей.

Основные формы равновесия произвольной системы сил. Условия равновесия твердого тела под действием систем сил. Сложение сил. Теорема о параллельном переносе силы. Аналитический способ задания и сложения сил

Теорема о равновесии трёх непараллельных сил. Решение задач на определение реакций связей. Центр тяжести плоской фигуры. Сложение параллельных сил. Условия и уравнения равновесия параллельных сил. Теорема о моменте равнодействующей силы. Вспомогательные теоремы для определения центра тяжести (ось симметрии, плоскость симметрии, объем тела вращения, поверхность вращения). Плоские фермы. Определение усилий в стержнях фермы по способу вырезания узлов. Определение усилий в стержнях методом. Расчет плоских стержневых ферм.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

Тема 1.2 Кинематика

Самостоятельная работа. Кинематика точки и твердого тела.

Способы задания движения точки. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки при различных способах движения точки. Понятие о простейшем движении твёрдого тела, понятие плоского движения твердого тела.

Определение скоростей и ускорений при плоскопараллельном движении (решение задач).

Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Определение значений (модуля и направления) скорости точки, ускорения точки. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела, уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Плоскопараллельное движение твердого тела. Методы исследования плоского движения. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Скорости, ускорения и траектории точек при поступательном и вращательном движении твердого тела.

Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Правило Жуковского. Применение теорем о сложении

скоростей и о сложении ускорений при поступательном переносном движении. Применение теорем о сложении скоростей и о сложении ускорений в случае, когда переносное движение – вращение вокруг неподвижной оси.

Определение кинематических параметров твердого тела. Решение задач на определение кинематических параметров твердого тела Теорема об ускорениях точек плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения МЦУ. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Скорости, ускорения и траектории точек при поступательном и вращательном движении твердого тела. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр ускорений. Различные случаи определения положения МЦУ.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

ТЕМА 1.3 Динамика

Самостоятельная работа. Динамика механической системы. Введение в динамику. Основное уравнение динамики. Дифференциальные и естественные уравнения движения материальной точки. Две основные задачи динамики.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, без учёта сопротивления воздуха. Движение падающего тела с учётом сопротивления воздуха.

Первая и вторая задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Методы решения основных задач динамики.

Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки. Затухающие свободные колебания, вынужденные механические колебания.

Система материальных точек. Моменты инерции твердого тела Силы, действующие на точки механической системы. Твердое тело. Моменты инерции твердого тела. Вычисление моментов инерции однородных тел относительно осей, проходящих через центр масс. Свойства главных и главных центральных осей инерции. Вычисление осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.

Теоремы об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы. Импульс силы и его проекции на координатные оси. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Теорема об изменении количества движения механической системы и ее применение к сплошной среде. Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и об изменении кинетического момента механической системы. Моменты количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Кинетический момент механической системы относительно центра и оси.

Понятие о теле переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Работа. Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа силы, приложенной к материальной точке. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы.

Явление удара. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся телу.

Элементы аналитической механики. Обобщенные координаты. Уравнения связей. Принцип возможных перемещений. Уравнения Лагранжа II рода. Кинетический потенциал. Принцип возможных перемещений. Связи и их уравнения. Принцип возможных перемещений. Число степеней свободы механической системы. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Принципы кинетостатики. Решение задач с применением принципов возможных перемещений и Даламбера.

Общее уравнение динамики в обобщённых силах. Условия равновесия консервативной системы сил. Понятие об устойчивости состояния покоя механической системы с одной степенью свободы в консервативном силовом поле.

Рекомендуемая литература:

основная: [1];

дополнительная: [1].

РАЗДЕЛ 2 Сопротивление материалов

Тема 2.1 Основные понятия и определения сопротивления материалов

Практическое занятие. Закон Гука при центральном растяжении (сжатии).

Построение эпюр продольных сил. Абсолютная и относительная продольная деформация. Коэффициент Пуассона. Закон Гука.

Самостоятельная работа. Основные понятия и определения сопротивления материалов. Метод сечений. Центральное растяжение – сжатие. Определение внутренних усилий.

Решение задач на определение продольной силы при центральном растяжении (сжатии).

Виды испытаний материалов Объекты испытаний. Структура испытательных комплексов. Испытание на растяжение-сжатие. Диаграммы испытаний Испытание на изгиб, ударный изгиб, кручение. Испытание на длительную прочность, ползучесть, усталость.

Закон Гука для абсолютных деформаций. Закон Гука для нормальных напряжений.

Определение напряжений и деформаций при центральном растяжении-сжатии. Проверка прочности. Определение коэффициента запаса прочности. Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и деформаций. Проверка прочности при центральном растяжении-сжатии.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.2. Статически определимые и неопределимые стержневые системы

Самостоятельная работа. Статически определимые и неопределимые стержневые системы. Расчет статически определимых стержневых систем. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Метод сравнения деформаций. Решение задач на расчет статически определимых и неопределимых стержневых систем. Условие и степень статической определимости. Решение задач на расчет статически определимых и неопределимых стержневых систем. Расчет статически определимых систем по способу допускаемых нагрузок. Расчет статически неопределимых систем по способу допускаемых нагрузок.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.3 Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений

Практическое занятие. Решение задач на сдвиг и смятие. Практическое решение задач на определение напряжений при сдвиге (срезе). Практическое решение задач на определение деформаций при смятии.

Практическое занятие. Расчет стержней, работающих на кручение.

Решение задач на расчет стержней, работающих на кручение. Правило знаков для крутящих моментов. Построение эпюр крутящих моментов.

Самостоятельная работа Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие о деформациях сдвига и смятия. Особенности деформаций сдвига и смятия. Сечения и их виды. Геометрические характеристики плоских сечений. Самостоятельное решение задач на определение напряжений при сдвиге (срезе), на определение деформаций при смятии. на определение геометрических характеристик плоских сечений.

Расчет заклепок на срез. Расчет заклепок на смятие и листов на разрыв.

Определение координат центра тяжести простого и сложного сечения. Определение моментов инерции сечения.

Правило знаков для крутящих моментов. Построение эпюр крутящих моментов. Условие прочности при кручении.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.4 Прямой поперечный изгиб

Практическое занятие. Методика исследования внутренних силовых факторов в балке при прямом изгибе.

Определение реакций опор. Решение задач на определение реакций опор в балке. Методика исследования внутренних силовых факторов в балке при прямом изгибе.

Самостоятельная работа. Общие понятия о деформации изгиба. Прямой поперечный изгиб. Определение внутренних усилий при изгибе. Правило знаков для поперечных сил и изгибающих моментов. Определение поперечных сил и изгибающих моментов при различных видах внешней нагрузки при изгибе. Дифференциальные зависимости при изгибе. Определение реакций опор. Решение задач на определение реакций опор в балке.. Методика построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Самостоятельное решение задач. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба. Примеры построения эпюр внутренних силовых факторов для консольных балок. Примеры построения эпюр внутренних силовых факторов для балок на двух опорах. Другие подходы к построению эпюр внутренних силовых факторов. Напряжение при чистом изгибе. Полная проверка прочности. Опасные сечения и опасные точки. Перемещения при изгибе балок. Общие дифференциальные соотношения при изгибе. Простейшие статически неопределимые задачи при изгибе. Метод сравнения (наложения) перемещений. Расчет на прочность простейших статически неопределимых балок методом допускаемых нагрузок. Изгиб балок переменного поперечного сечения. Балка равного сопротивления. Балка на упругом основании. Изгиб составных балок.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.5 Сложное сопротивление

Практические занятия. Решение задач на кривой изгиб. Основные понятия и формулы. Решение задач на построение эпюр изгибающих моментов при кривом изгибе.

Практическое занятие. Решение задач на изгиб с растяжением и изгиб с кручением. Решение задач на изгиб с растяжением (сжатием). Решение задач на расчет балок, испытывающих изгиб с кручением.

Самостоятельная работа. Анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела. Сложное сопротивление. Кривой изгиб. Расчет по теориям прочности. Определение напряжений при кривом изгибе. Определение перемещений при кривом изгибе. Решение задач на изгиб с растяжением и изгиб с кручением.

Внецентренное сжатие или растяжение. Ядро сечения при внецентренном сжатии. Критерии предельного состояния материала при сложном напряженном состоянии.

Гипотезы (теории) прочности. Совместное действие изгиба и кручения стержня. Расчет брусков прямоугольного сечения на изгиб с кручением. Расчет балок переменного сечения.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

Тема 2.6. Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых стержней

Самостоятельная работа. Тонкостенные сосуды и оболочки. Устойчивость сжатых стержней. Подбор сечения стержней из условия устойчивости. Устойчивость сжатого стержня с шарнирно закреплёнными краями. Устойчивость стержней с иными видами закрепления. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический инженерный метод расчёта на устойчивость Ф. Ясинского. Задача Энгессера об устойчивости сжатого стержня из нелинейно - упругого материала. Устойчивость сжатого стержня за пределом упругости. Формула Кармана. Устойчивость стержня в процессе нагружения за пределом упругости. Концепция Шенли. Устойчивость стержней как элементов конструкций. Продольно-поперечный изгиб упругого стержня. Выпучивание сжатой колонны при внецентренном сжатии. Решение задач на устойчивость сжатых стержней.

Рекомендуемая литература:

основная: [2];

дополнительная: [2,3].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются такие виды занятий: лекция и практическое занятие.

Лекция

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Практическое занятие

Практическое занятие проводится в целях: выработки практических умений и приобретения навыков, закрепления пройденного материала по соответствующий теме дисциплины. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками.

Консультация

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе и носят групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, тестирования, написания расчетно-графических работ.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1 Текущего контроля

Устный опрос проводится в начале практического занятия. Продолжительность опроса до 10 минут. При проведении опроса используются вопросы, рассмотренные на предыдущем практическом занятии (лекции), в ходе опроса определяется степень усвоения пройденного материала. Опрос проводится таким образом, чтобы охватить максимальное количество обучающихся в установленный период времени. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Тестирование проводится в письменном виде, в начале практического занятия. Продолжительность тестирования до 15 минут. При проведении опроса используются индивидуальные задания, состоящие из пяти вопросов с вариантами ответов. В задания включаются вопросы по наиболее сложным темам, а также вопросы содержащие графическую часть. В ходе тестирования определяется степень усвоения пройденного материала. Тестирование проводится со 100 % охватом обучающихся. Оценка за ответы выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Типовые (примерные) задания для тестирования:

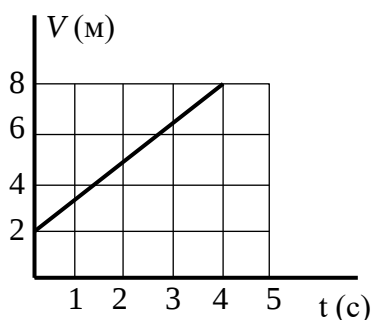
Материальная точка движется в пространстве. Тогда число степеней свободы этой точки равно...

1. 4
2. 3
3. 1
4. 2
5. 5

Что является объектом изучения в динамике?

1. точка
2. твердое тело
3. вектор
4. плоскость

Точка массой 4 кг движется по прямой так, что скорость точки изменяется согласно представленному графику $v=v(t)$. По второму закону Ньютона равнодействующая всех, действующих на точку сил равна $R=...$



1. 12

2. 6

3. 2

4. 3

Полный перечень заданий для тестирования смотрите в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

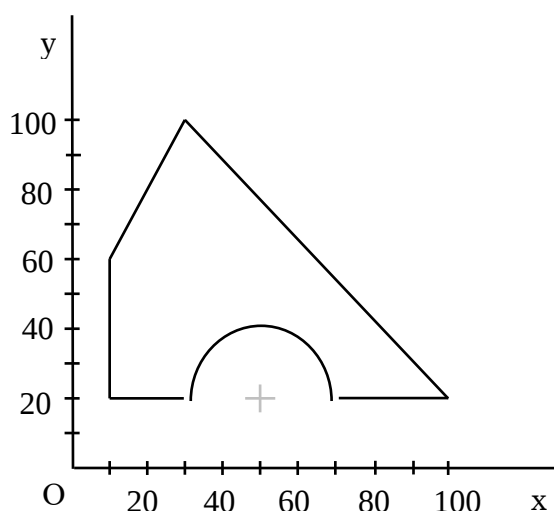
Расчетно-графические работы выполняются в аудитории под контролем преподавателя. В случае если обучающийся отсутствовал на учебном занятии во время проведения расчетно-графической работы, он обязан выполнить ее самостоятельно и отдать на проверку преподавателю кафедры до проведения зачета. Иногда расчетно-графическая работа может быть выполнена в часы самоподготовки. Для выполнения расчетно-графической работы используются индивидуальные задания, выполненные в виде карточек с графическим материалом. В индивидуальные задания включены задачи, направленные на практическое закрепление теоретического материала, полученного ранее. Расчетно-графические работы выполняются по наиболее сложным темам:

№ темы	Наименование графической работы
1.1	Определение центра тяжести плоской фигуры
	Определение реакций связей механической системы
	Расчет плоских стержневых ферм
1.2	Кинематика точки
1.3	Динамика точки
2.1	Центральное растяжение-сжатие
2.3	Геометрические характеристики плоских сечений
	Сдвиг. Кручение. Геометрические характеристики плоских сечений
2.4	Прямой поперечный изгиб
2.5	Сложное сопротивление

По результатам оценивания расчетно-графических работ определяется степень усвоения пройденного материала. Оценка за выполнение графических работ выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

Типовые (примерные) задания для расчетно-графических работ

Определить координаты центра тяжести плоской однородной фигуры (размеры в см).



Полный перечень заданий для выполнения расчетно-графических работ по темам смотри в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

6.1.2. Промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме, по заранее подготовленным билетам. В состав билета для экзамена включается два теоретических вопроса по темам дисциплины и один практический вопрос, направленный на демонстрацию практических навыков.

Оценка за ответ на экзамене выставляется в соответствии с показателями и критерии оценивания текущей и промежуточной аттестации (пункт 6.2).

6.1 Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

раздел I Теоретическая механика

1. Предмет статики. Основные понятия и определения.
2. Система сходящихся сил.
3. Пара сил. Моменты силы относительно точки и оси.
3. Связи и реакции связей.
4. Сложение сил. Теорема о параллельном переносе силы.
6. Аналитический способ задания и сложения сил.
7. Основные формы равновесия плоской системы сил.
8. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил.
9. Главный вектор и главный момент сил.
10. Уравнения равновесия системы сил, произвольно расположенных на плоскости.
11. Центр тяжести плоской фигуры.
12. Определение усилий в стержневых фермах по способу вырезания узлов.
13. Определение усилий в стержневых фермах по способу Риттера.
14. Координаты центров тяжести однородных тел.
15. Способы определения координат центров тяжести тел.

16. Сложение параллельных сил. Условия и уравнения равновесия параллельных сил.
17. Теорема о моменте равнодействующей силы.
18. Вспомогательные теоремы для определения центра тяжести (ось симметрии, плоскость симметрии, объем тела вращения, поверхность вращения).
19. Способы задания движения точки.
20. Скорость и ускорение точки.
21. Понятие о простейшем движении твёрдого тела, понятие плоского движения твердого тела.
22. Поступательное движение твердого тела.
23. Вращательное движение твердого тела, уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение.
24. Плоскопараллельное движение твердого тела.
25. Сложение поступательных движений.
26. Сложение вращательных движений.
27. Общий случай составного движения.
28. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.
29. Скорости, ускорения и траектории точек при поступательном и вращательном движении твердого тела.
30. Теорема о сложении скоростей.
31. Теорема о сложении ускорений.
32. Правило Жуковского.
33. Траектория и скорость точек плоской фигуры.
34. Теорема о проекциях скоростей.
35. Мгновенный центр скоростей.
36. Частные случаи определения МЦС.
37. Введение в динамику.
38. Основное уравнение динамики. Дифференциальные и естественные уравнения движения материальной точки.
39. Две основные задачи динамики.
40. Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки.
41. Затухающие свободные колебания, вынужденные механические колебания.
42. Явление биений. Явление резонанса.
43. Влияние сопротивления движению на вынужденные колебания.
44. Математический маятник и его малые колебания.
45. Силы, действующие на точки механической системы.
46. Твердое тело. Моменты инерции твердого тела.
47. Вычисление моментов инерции однородных тел относительно осей, проходящих через центр масс.
48. Импульс силы и его проекции на координатные оси.
49. Теорема об изменении количества движения материальной точки.
50. Теорема об изменении количества движения механической системы и

ее применение к сплошной среде.

51. Моменты количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси.

52. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки.

53. Кинетический момент механической системы относительно центра и оси.

54. Понятие о теле переменной массы.

55. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

56. Обобщенные координаты. Уравнения связей. Принцип возможных перемещений

66. Уравнения Лагранжа II рода. Кинетический потенциал.

67. Связи и их уравнения.

68. Принцип возможных перемещений.

69 Число степеней свободы механической системы.

70. Принципы кинестатики.

раздел 2 Сопротивление материалов

1. Основные понятия.

2. Метод сечений.

3. Центральное растяжение-сжатие.

4. Определение внутренних усилий.

5. Построение эпюр продольных сил.

6. Абсолютная и относительная продольная деформация. Коэффициент Пуассона.

7. Закон Гука.

8. Диаграммы растяжения (сжатия) для пластичных материалов.

9. Диаграммы растяжения (сжатия) для хрупких материалов.

10. Определение напряжений и деформаций при центральном растяжении-сжатии.

11. Проверка прочности. Определение коэффициента запаса прочности.

12. Проверка прочности при центральном растяжении-сжатии.

13. Расчет статически определимых стержневых систем

14 Расчет статически неопределимых стержневых систем.

15. Метод сил. Метод сравнения деформаций.

16. Условие и степень статической определимости. Сдвиг, срез, смятие.

14. Геометрические характеристики плоских сечений.

15. Кручение.

16. Абсолютный сдвиг, относительный сдвиг. Угол сдвига.

17. Связь деформации сдвига и смятия.

18. Особенности деформаций сдвига и смятия.

19. Определение координат центра тяжести простого и сложного сечения.

20. Определение моментов инерции сечения.

21. Понятие кручения.

22. Правило знаков для крутящих моментов. Построение эпюр крутящих моментов.

23. Условие прочности при кручении.
 24. Прямой поперечный изгиб.
 25. Определение внутренних усилий при изгибе.
 26. Правило знаков для поперечных сил и изгибающих моментов.
 27. Определение реакций опор.
 28. Методика исследования внутренних силовых факторов в балке при прямом изгибе.
 29. Определение модуля значений поперечных сил и изгибающих моментов с использованием метода сечений.
 30. Определение значений внутренних усилий при изгибе с использованием дифференциальных зависимостей.
 31. Методика построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
 32. Анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела.
 33. Сложное сопротивление.
 34. Общие понятия косого изгиба.
 35. Сложное сопротивление. Расчет по теориям прочности.
 36. Построение эпюр изгибающих моментов при деформации косого изгиба.
 37. Расчет безмоментных оболочек вращения.
 38. Устойчивость стержней.
 39. Понятие критической силы. Формула Эйлера.
 40. Формулы Эйлера и Ясинского.
- Полный перечень вопросов и задач для подготовки к зачету с оценкой смотрите в приложении к программе дисциплины (диск CD-R прилагается).

6.2 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Оценочные средства	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
опрос	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо

		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно
тестирование	процент правильных ответов	100%	отлично
		более 80%	хорошо
		более 60%	удовлетворительно
		менее 60 %	неудовлетворительно
расчетно-графическая работа	содержание и правильность выполнения	- работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме; - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах; - полученные результаты обработаны правильно, не допущено ошибок, выводы лаконичны и соответствуют проделанной работе	отлично
		- работа выполнена в соответствии с заданием в полном объеме; - решение задачи записано подробно и аккуратно, со всеми вычислениями и вспомогательными чертежами, сопровождается краткими пояснениями; - чертежи расчетных схем и эпюр выполняются крупно, строго в масштабе, с указанием всех размеров, числовых данных и осей, используемых в расчетах; - полученные результаты имеют несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации	хорошо
		- работа выполнена в соответствии с заданием не в полном объеме;	удовлетворительно

		- решение задачи сопровождается краткими пояснениями не в полном объеме; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - допускаются неточности в раскрытии части категорий, несущественные ошибки математического плана при решении задач	
		- значительные отклонения от задания; - большое количество существенных ошибок в решении задач; - решение задачи не сопровождается краткими пояснениями; - неаккуратное выполнение чертежей расчетных схем; - не выполнил работу.	неудовлетворительно
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]

МойОфис Образование [ПО-41В-124] - Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями [Свободно распространяемое. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4557]

naпoCAD Механика - Средства автоматизированного проектирования (CAD). Информационные системы для решения специфических отраслевых задач. Средства информационного моделирования зданий и сооружений, архитектурно-строительного проектирования (BIM, AEC CAD). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 366]

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

- Библиографические базы данных ИНИОН РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/>, доступ только после самостоятельной регистрации

- Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ

- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ

- Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);

- Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная:

1. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / В.И. Дронг, В.В.Дубинин, М.М. Ильин и др.; Под общ ред. К.С.Колесникова . М.; Изд-во МГТУ им Н.Э.Баумана, 2002. – 736 с.

<http://elib.igps.ru/?2&type=card&cid=ALSFR-5295dc93-2686-4e65-81a1-18fc63873892&remote=false>

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов, 11-е изд., М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 592с.

<http://elib.igps.ru/?95&type=card&cid=ALSFR-5084a8a8-47e3-49eb-899f-4a07aeb00ca3&remote=false>

Дополнительная:

1. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики в 2 томах. – СПб: Лань, 2008, с. 736.

<https://e.lanbook.com/book/29>

2. Яблонский А.А., Никифоровна В.М. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика. Учебник для техн. вузов. - М.: Лань, 2002. - 768 с.

<http://elib.igps.ru/?1&type=card&cid=ALSFR-37301ba1-0615-4fe5-92b6-7d7c75eee766&remote=false>

3. Иванов К.С. и др. Прикладная механика. Сборник задач. Часть I. Сопротивление материалов. СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2011. – 164 с.

<http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-d12dd91f-caa9-4cc0-b9bc-93901d7d5353&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение:

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная (меловая) доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Для проведения практических занятий связанных с графическими работами используется лаборатория вычислительной техники.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Авторы: кандидат технических наук, доцент Иванов К.С., кандидат технических наук Мороз Н.А.