Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Специальность
20.05.01 Пожарная безопасность
(уровень специалитета)

Екатеринбург
2022

Прикладная механика: методические рекомендации для подготовки к экзамену. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета) /сост. Т.А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 16 с.

Составитель: **Яковенко Т.А.,** доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук.

Рекомендации для подготовки к экзамену по дисциплине «Прикладная механика» разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета) и предназначены для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России.

© Т.А. Яковенко, 2022
© Уральский институт ГПС МЧС России, 2022

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Примерный тематический план

№ темы п/п	Наименование разделов и тем
	Раздел 1. Теоретическая механика
Тема 1.	Элементы статики.
Тема 2.	Условия равновесия произвольной системы сил.
Тема 3.	Центр параллельных сил и центр тяжести.
Тема 4.	Кинематика точки.
Тема 5.	Простейшие виды движения твердого тела.
Тема 6.	Плоскопараллельное движение твердого тела.
Тема 7.	Сложное движение точки.
	Раздел 2. Сопротивление материалов
Тема 8.	Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов.
Тема 9.	Геометрические характеристики плоских сечений.
Тема 10.	Деформация растяжения (сжатия).
Тема 11.	Деформация сдвига.
Тема 12.	Деформация кручения.
Тема 13.	Поперечный изгиб.
Тема 14.	Сложные виды деформации.
Тема 15.	Продольный изгиб.
	Итоговый контроль – экзамен

1.2. Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. Теоретическая механика

ТЕМА 1. Элементы статики

Основные вехи истории формирования и развития классической механики. Основные понятия статики. Аксиомы статики. Равнодействующая. Связи и реакции связей. Основные типы связей. Принцип освобождаемости от связей. Понятие момента силы относительно точки. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Пара сил и ее момент. Действия над парами сил. Равновесие пар сил.

ТЕМА 2. Условия равновесия произвольной системы сил

Главный вектор и главный момент произвольной системы сил. Приведение силы и системы сил к центру (метод Пуансо). Система сходящихся сил. Условия равновесия системы сходящихся сил. Условия равновесия произвольной плоской системы сил. Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы.

ТЕМА 3. Центр параллельных сил и центр тяжести

Сложение двух параллельных сил, направленных в одну сторону. Сложение двух не равных по модулю параллельных сил, направленных в противоположные стороны. Центр параллельных сил и его координаты. Центр тяжести твердого тела и его координаты. Центр тяжести простейших фигур. Методы определения центра тяжести (метод симметрии, метод деления на части, метод отрицательных площадей).

ТЕМА 4. Кинематика точки

Предмет и задачи кинематики. Способы задания движения точки в заданной системе отсчета. Определение скорости и ускорения точки при различных способах движения. Частные случаи движения точки.

ТЕМА 5. Простейшие виды движения твердого тела

Задачи кинематики твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение скоростей и ускорений точек вращающего тела.

ТЕМА 6. Плоскопараллельное движение твердого тела

Уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. Определение скоростей точек тела при плоском движении. Мгновенный центр скоростей (МЦС). Способы нахождения МЦС. Определение ускорений точек тела при плоском движении. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).

ТЕМА 7.Сложное движение точки

Абсолютное, относительное и переносное движения точки. Абсолютные, относительные и переносные скорости и ускорения точки. Теорема о сложении скоростей и ускорений. Ускорение Кориолиса. Понятие о сложном движении твердого тела.

РАЗДЕЛ 2. Сопротивление материалов

ТЕМА 8. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов

Основные понятия и задачи раздела сопротивления материалов (прочность, жесткость и устойчивость). Основные модели упругого тела. Основные допущения в курсе сопротивления материалов. Классификация

сил, действующих на упругие тела. Основные понятия о деформации и перемещении. Метод сечений для определения внутренних сил. Напряжения в точке.

ТЕМА 9. Геометрические характеристики плоских сечений

Статический момент. Момент инерции. Свойства моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей. Радиус инерции плоской фигуры. Моменты сопротивления. Геометрические характеристики простейших фигур.

ТЕМА 10. Деформация растяжения (сжатия)

Растяжение-сжатие прямолинейного бруса. Определение продольных сил. Определение нормальных напряжений. Определение деформации стержня и перемещений его сечений. Закон Гука при растяжении (сжатии). Деформация стержня под действием собственного веса. Определение поперечной деформации. Три задачи на прочность при растяжении (сжатии) стержней. Испытание материалов при растяжении и определение их механических характеристик.

ТЕМА 11. Деформация сдвига

Основные понятия о деформации сдвига. Определение касательных напряжений при сдвиге (срезе). Понятие о смятии. Условия прочности. Расчет на прочность при сдвиге. Расчет заклепочных, болтовых, сварных соединений.

ТЕМА 12. Деформация кручения

Кручение валов круглого сечения. Определение крутящих моментов. Определение напряжений при кручении. Условия прочности по касательным напряжениям. Деформация и перемещения при кручении валов. Условие жесткости при кручении. Подбор диаметра вала из условия прочности и жесткости одновременно.

ТЕМА 13. Поперечный изгиб

Понятие изгиба. Классификация изгиба. Плоский поперечный изгиб. Определение поперечных сил и изгибающих моментов в сечении балки. Дифференциальная зависимость между интенсивностью распределенной нагрузки, изгибающим моментом и поперечной силой. Построение эпюр для балок, загруженных стандартной нагрузкой. Нормальные напряжения при плоском изгибе. Расчет на прочность при поперечном изгибе.

ТЕМА 14. Сложные виды деформации

Косой изгиб*. Определение опасных точек в сечении при косом изгибе*. Внецентренное растяжение (сжатие) *. Уравнение нулевой линии при внецентренном растяжении*. Кручение с изгибом. Растяжение с кручением. Изгиб с растяжением. Пространственный изгиб балки.

ТЕМА 15. Продольный изгиб

Устойчивость сжатых стержней. Влияние закрепления стержня на величину критической силы. Кривая критических напряжений. Формула Эйлера. Формула Ясинского. Коэффициент понижения допускаемого напряжения. Проектный и проверочный расчеты на устойчивость. Влияние температуры нагрева на устойчивость.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Прикладная механика» направлен на формирование следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность:

1) общепрофессиональных компетенций (ОПК-3):

Способен решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности используя теорию и методы фундаментальных наук.

В результате освоения дисциплины «Прикладная механика» обучающийся должен:

знать:

- условия равновесия твердых тел и конструкций;
- способы задания движения точки, виды движения твердого тела;
- динамические характеристики материальных тел (масса, количество движения, кинетическая энергия, импульс силы, момент инерции, кинетический момент);
- основные виды деформации;
- основы механики недеформируемого твердого тела;
- основы механики деформируемого твердого тела.

уметь:

- определять реакции опор и связей, определять центр тяжести простейших тел;
- определять скорости и ускорения точек твердого тела;
- решать простейшие дифференциальные уравнения движения материальной точки и твердого тела;
- производить расчеты на прочность соединений;
- производить расчеты механических передач на прочность;
- применять основные методики расчетов на прочность и жесткость типовых элементов конструкций;

- применять современные информационные технологии при решении практических задач механики.

владеть:

- навыками работы с учебной и научной литературой;
- навыками работы с нормативными документами;
- навыками работы с компьютерными программами для решения практических задач механики.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Основная литература

1. Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник/ Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2016.— 432 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60621.html.

2. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике [Текст]: учебное пособие. 49-е изд., стер./ Под ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 448 с.: ил.

3. Степин, П.А. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3179.

4. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики [Текст]: учеб. для втузов. 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. – 416 с.: ил.

3.2. Дополнительная литература

5. Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов [Текст]: учеб пособие / Э. А. Буланов. - М. : Бином, 2012. – 215 с.

6. Кирсанов, М.Н. Решебник. Теоретическая механика [Текст]/ под ред. А. И. Кириллова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 387 с.

7. Молотников, В.Я. Техническая механика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/91295.

8. Павленко, Ю. Г. Задачи по теоретической механике [Текст]: учеб пособие для вузов / Ю. Г. Павленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2003. - 536 с.

9. Павлов, П.А. Сопротивление материалов[Текст] /П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В.А. Шерстнев. – СПб. : Издательство «Лань», 2003. – 528с.

10. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Текст]: учеб пособие / ред. А. А. Яблонский. -18-е изд.,стер. - М. : КНОРУС, 2011. – 392 с.

11. Сборник задач по сопротивлению материалов с теорией и примерами[Текст]/ под ред. А.Г.Горшкова, Д.В.Тарлаковского: учебн. пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. и допол.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2003. – 632 с.

12. Сборник курсовых заданий по теоретической механике [Текст]: учеб. пособие. - М.: Издательство Московского государственного горного Университета, 2003. – 193 с.

3.3. Методические разработки кафедры

1. Яковенко, Т. А. Прикладная механика: практикум по выполнению расчетно-графических работ/ Т. А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 83 с.

2. Прикладная механика [Текст]: сборник тестовых задач. Часть I. Теоретическая механика / авт.-сост. Т. А. Яковенко – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 164 с.

3. Прикладная механика. Часть II. Сопротивление материалов [Текст] (сборник тестовых задач)/ авт.-сост. Т. А. Яковенко, В. А. Сопига – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 180 с.

4. Прикладная механика: практикум: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность/Т.А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 47 с.

5. Механика. Испытание материалов на растяжение и определение их механических характеристик [Текст]: лабораторный практикум / сост. Т. А. Юдакова, Д. В. Калиниченко – Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. – 23 с.

6. Продольный изгиб [Текст]: методические указания по выполнению лабораторной работы. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза/ сост. Т.А. Яковенко, В.А. Сопига. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 11 с.

7. Информационно – справочный материал по дисциплине «Сопротивление материалов» / сост. Т.А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010. – 31 с.

8. Прикладная механика [Текст]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность / сост. Т.А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 55 с.

9. Прикладная механика [Текст]: методические рекомендации для подготовки к экзамену. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета) / сост. Т.А. Яковенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 16с.

4. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: http://eLibrary.ru.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва. 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: http://znanium.com.
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: http://www.rbc.ru.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Раздел 1. Теоретическая механика

1. Сила, система сил, эквивалентные системы сил, равнодействующая сила. Силы внешние и внутренние.
2. Аксиомы статики.
3. Свободные и несвободные тела. Связи и реакции связей. Определение реакций связей.
4. Момент силы относительно точки.
5. Главный вектор и главный момент системы сил.
6. Теорема о параллельном переносе силы. Основная теорема статики о приведении системы сил к центру.
7. Аналитические условия равновесия произвольной системы сил.
8. Сложение двух параллельных сил, направленных в одну сторону.
9. Сложение двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны.
10. Плоские фермы. Способы нахождения усилий в стержнях фермы.
11. Центр параллельных сил и его координаты.
12. Центр тяжести твердого тела и его координаты.

13. Центры тяжести простейших фигур.

14. Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Понятия скорости и ускорения точки.

15. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на оси декартовых координат. Определение траектории точки.

16. Естественный способ задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на оси естественного трехгранника. Касательное и нормальное ускорение точки.

17. Понятие об абсолютно твердом теле. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела при поступательном движении.

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

19. Определение скорости и ускорения точек тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

20. Уравнение движения плоской фигуры в своей плоскости. Теорема о скоростях точек плоской фигуры.

21. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей.

22. Определение ускорений точек плоской фигуры.

23. Абсолютное и относительное движения точки. Абсолютные, относительные и переносные скорости и ускорения точки.

24. Теорема о сложении (параллелограмме) скоростей материальной точки.

25. Теорема о сложении ускорений материальной точки.

26. Способы вычисления ускорения Кориолиса.

Раздел 2. Сопротивление материалов

27. Реальные объекты и расчетные схемы; основные принципы и гипотезы.

28. Механические напряжения (нормальные, касательные и полные). Деформации упругие и пластические

29. Внутренние силовые факторы; метод сечений. Классификация видов деформации стержня.

30. Деформация растяжения. Продольная сила. Нормальные напряжения при растяжении (сжатии).

31. Абсолютная и относительная деформация стержня. Коэффициент Пуассона.

32. Закон Гука. Модуль упругости при растяжении.

33. Экспериментальное изучение свойств материалов при растяжении (сжатии). Диаграмма растяжения пластичных и хрупких материалов. Основные механические характеристики и их изменение при пожаре.

34. Методы расчета конструкций на прочность и жесткость. Допускаемые напряжения. Условие прочности. Три типа задач при расчете на прочность.
35. Условия возникновения сдвига; поперечная сила; касательные напряжения при сдвиге; чистый сдвиг.
36. Угловые деформации (абсолютный и относительный сдвиг).
37. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости при сдвиге.
38. Условие прочности при сдвиге. Расчет на прочность заклепочных соединений.
39. Статический момент. Момент инерции. Свойства моментов инерции.
40. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей. Радиус инерции.
41. Моменты сопротивления.
42. Геометрические характеристики простейших фигур.
43. Крутящие моменты и их эпюры. Касательные напряжения при кручении стержня кругового поперечного сечения (вала).
44. Деформации при кручении, абсолютный и относительный углы закручивания вала. Полярный момент сопротивления поперечного сечения вала.
45. Условия прочности и жесткости при кручении. Расчет валов кругового и кольцевого поперечных сечений на прочность и жесткость.
46. Классификация видов изгиба балки. Чистый изгиб, гипотезы. Статически определимые консольные, однопролетные и многопролетные балки.
47. Внутренние силы при изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
48. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условие прочности по нормальным напряжениям. Осевые моменты сопротивления поперечного сечения балок.
49. Кручение с изгибом.
50. Пространственный изгиб балки.
51. Понятие об устойчивости равновесия сжатого стержня. Критическая сила. Формула Эйлера.
52. Влияние способов крепления концов стержня на величину критической силы.
53. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.
54.

Тематика практических заданий и задач для проведения итогового контроля знаний

1. Решение задач по разделу «Статика».
2. Решение задач по разделу «Кинематика».
3. Решение задач по разделу «Динамика».
4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.

5. Практические расчеты на срез и смятие.
6. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
7. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
8. Расчеты на устойчивость.
9. Расчеты на прочность при переменных напряжениях.

6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Курс «Прикладная механика» является базовым техническим предметом для инженерных специальностей, включающим взаимосвязанные сквозные информационно-технологические модули, для изучения и понимания которых необходимо овладеть определенной совокупностью фундаментальной, профессионально-направленной и информационной подготовок.

В ходе освоения дисциплины обучаемые должны не только усвоить теоретический материал, но и уметь применять его при решении практических задач. В качестве формы итогового контроля по результатам освоения дисциплины «Прикладная механика» предусмотрен экзамен.

Экзамен являются формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, практических и лабораторных занятиях, в процессе самостоятельной работы.

В период подготовки к экзамену обучающиеся должны вновь обратиться к пройденному учебному материалу. Подготовка включает в себя самостоятельную работу в течение семестра и подготовку к ответу на вопросы билетов, в дни, предшествующие экзамену. Литература, рекомендуемая для подготовки к экзамену, приведена в учебно-методическом комплексе.

Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные источники. Также следует использовать результаты выполнения расчетно-графических и лабораторных работ.

При подготовке к вопросам, выносимым на экзамен, для обеспечения полноты ответа на вопрос и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на конкретный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед экзаменом за счет обращения не к литературе, а к своим записям. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все вопросы и дать определение по изучаемой теме.

При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, для того чтобы обсудить их с преподавателем на консультации.

В ходе подготовки к экзамену обучающимся необходимо обратить внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем, умения использовать теоретический материал при решении практических задач.

При подготовке к экзамену в качестве ориентира обучаемый может использовать перечень контрольных вопросов для самопроверки, приведенный в рекомендуемой литературе.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. Билет включает тестовое задание по разным темам курса и практическое задание в виде двух типовых задач.

На подготовку к ответу по вопросам билета обучающему дается 40 минут на тестовое задание и 40 минут на решение типовых задач с момента получения билета. В качестве вспомогательных материалов при подготовке ответа на экзамене допускается использование информационно-справочного материала. Результаты объявляются обучающемуся в день сдачи.

Предлагается использование на экзамене 100 балльной системы, из которых 40 баллов начисляется обучаемому за комплексное тестирование по дисциплине, которое нацелено на выявление знания основных, базовых понятий учебной дисциплины и их использования для практических целей. Тест содержит 20 вопросов, каждый из которых оценивается в 2 балла. Обучаемые, успешно сдавшие контрольные точки в течение семестра, могут освобождаться преподавателем от написания комплексного теста с автоматическим начислением 40 баллов. Так как дисциплина «Прикладная механика» состоит из двух основных разделов «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов», далее обучаемому предлагается для решения 2 задачи, каждая из которых оценивается в 30 баллов.

Набрав определенное количество баллов за экзамен, обучаемый получает оценку по 4х балльной шкале: менее 55 баллов оценка неудовлетворительно, 55 – 74 балла– оценка удовлетворительно, 75 – 89 баллов – оценка хорошо, более 90 баллов – оценка отлично. Обращаем внимание, что даже если обучаемый написал комплексный тест на максимальное количество баллов, но не решил предложенные задачи, то за экзамен по дисциплине он получает оценку неудовлетворительно.