

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«Южно-Уральский государственный колледж»

РАССМОТРЕНО:

Председатель ПЦК

\_\_\_\_\_ Безганс Е.В.

подпись председателя ПЦК

«08» июня 2023 г.

**Комплект**

**контрольно-оценочных средств**

**по учебной дисциплине ОП.03 Техническая механика**

Программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)

**27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг**

**(по отраслям)**

г. Челябинск, 2023

Разработчики:

ГБПОУ «ЮУГК»  
(место работы)

Преподаватель  
(занимаемая должность)

Артамонов А.В.  
(инициалы, фамилия)

Эксперты:

Филиал ОАО МРСК Урала «Челябэнерго»  
  
\_\_\_\_\_  
(место работы)

Начальник службы  
Технологического  
присоединения  
(занимаемая должность)

А.Е. Домашнев  
  
\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  
(место работы)

\_\_\_\_\_  
(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

## Содержание

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств.....	4
1.1. Область применения .....	4
1.2. Система контроля и оценки освоения программы УД .....	6
1.2.1. Организация текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения учебной дисциплины .....	6
1.2.2. Организация итогового контроля освоения учебной дисциплины .....	6
2. Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы .....	7
3. Задания для оценки освоения умений и усвоения знаний.....	8

## 1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

### 1.1. Область применения комплекта контрольно-оценочных средств

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины ОП.03 «Техническая механика» (далее УД) программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности СПО 27.02.07 **Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)**.

**Комплект контрольно-оценочных средств позволяет оценивать:**

1. Формирование элементов профессиональных компетенций (ПК) и элементов общих компетенций (ОК):

Таблица 1.

<b>Профессиональные и общие компетенции</b>	<b>Показатели оценки результата</b>	<b>Средства проверки (№№ заданий)</b>
1	2	3
<b>ПК 1.1.</b> Оценивать качество сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий	Правильность оценки качества сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий	Практические работы №9-12
<b>ПК 1.2.</b> Определять техническое состояние оборудования, оснастки, инструмента, средств измерений и сроки проведения их поверки на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий	Демонстрация умения - определять критерии и показатели и технического состояния в зависимости от вида оборудования, оснастки, инструмента, средств измерения; - пользоваться единой системой конструкторской документации (далее - ЕСКД), ГОСТами, технической документацией и справочной литературой	Практические работы №9-18
<b>ПК 1.4.</b> Оценивать соответствие готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки требованиям нормативных документов и технических условий	Демонстрация умения определять критерии и показатели соответствия готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки на основании нормативной и технологической документации	Практические работы №9-12
<b>ОК 01</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к	– правильность выбора способов (технологии) решения задачи в соответствии с заданными условиями и имеющимися ресурсами;	Практические работы

различным контекстам	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обоснованность применения типовых и нестандартных методов и способов решения профессиональных задач;</li> <li>– эффективность и качественная оценка решения профессиональных задач.</li> </ul>	
----------------------	---	--

## 2. Освоение умений и усвоение знаний

Таблица 2.

Освоенные умения, усвоенные знания	Показатели оценки результата	№№ заданий для проверки
1	2	3
<b>У1</b> Производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц	Демонстрация умения производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц	Практические работы №13-18
<b>У2</b> Читать кинематические схемы	Демонстрация умения читать и разрабатывать кинематические схемы	Практические работы №13-18
<b>У3</b> Определять напряжения в конструкционных элементах	Демонстрация умения определять напряжения в конструкционных элементах	Практические работы №9-12
<b>З1</b> Основы технической механики	Формулирование основных понятий, законов, аксиом, закономерностей, теорем технической механики и умение применять их	Практические работы №1-8
<b>З2</b> Виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики	Демонстрация знания видов механизмов, их кинематических и динамических характеристик	Практические работы №12-14
<b>З3</b> Методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;	Изложение методики расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации и умение грамотно применять их	Практические работы №9-12
<b>З4</b> Основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения	Демонстрация знания основ расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения и умение грамотно применять их	Практические работы №13-18

## **1.2 Система контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины**

### **1.2.1. Организация текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения учебной дисциплины**

Текущий контроль проводится в форме устного опроса, защиты лабораторных и практических работ, выполнения тестовых заданий и самостоятельных работ по темам и разделам дисциплины.

Промежуточный контроль освоения учебной дисциплины осуществляется при проведении экзамена. Условием допуска к промежуточной аттестации является положительная текущая аттестация по дисциплине.

### **1.2.2. Организация итогового контроля освоения учебной дисциплины**

Итоговый контроль освоения учебной дисциплины осуществляется на экзамене. Условием допуска к экзамену являются положительные оценки за лабораторные и практические работы, а также положительные оценки за выполненные тестовые задания и самостоятельные работы по темам дисциплины.

Предметом оценки освоения дисциплины являются умения и знания. Теоретическая часть предполагает устный ответ студентов на вопросы индивидуального задания. Вопросы проверяют теоретическую подготовку обучающихся, задания для оценки освоения умений представлены в виде практических заданий. В экзаменационном билете присутствуют два вопроса для проверки знаний и одно практическое задание для проверки умений.

*Критерии оценки:* ответ студента оценивается по пятибальной шкале.

Общая экзаменационная оценка студента складывается из его знаний и умений выходить на различный уровень воспроизведения материала.

Оценка «отлично» ставится, если студент полно, логично, осознанно излагает материал, имеет системные полные знания и умения по составленному вопросу. Содержание вопроса студент излагает связно, в краткой форме, демонстрируя прочность и прикладную направленность полученных знаний и умений, не допускает терминологических ошибок и фактических неточностей.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся знает материал, строит ответ четко, логично, но допускает незначительные неточности в изложении материала и при демонстрации умений. В ответе допущены некоторые ошибки, иногда нарушалась последовательность изложения.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся ориентируется в основных понятиях, но при этом допускает неточности и ошибки в изложении материала, допускает ошибки методического и практического характера.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не ориентируется в основных понятиях, демонстрирует поверхностные знания, допускает грубые ошибки при выполнении заданий.

## 2. Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

- 1 Максимов, А. Б. Механика. Решение задач статики и кинематики : учебное пособие для спо / А. Б. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-6767-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152478> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2 Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительные источники

1. ГОСТ ЭКСПЕРТ – единая база ГОСТов РФ – URL: <https://gostexpert.ru/>
2. РОССТАНДАРТ - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/>
3. Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2016.- 352 с.
4. Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин: учебное пособие для СПО.- 4-е изд., перераб.- М. Машиностроение, 2006.- 286 с.
5. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий: учебное пособие для СПО.- М.: Академия, 2014.- 349 с.
6. Олофинская В.П. Детали машин. Краткий курс, практические занятия и тестовые задания: Учебное пособие.-3-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013.- 240 с.- (СПО).
7. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике: учебное пособие для СПО.- М.: Академия, 2014.- 224 с.
8. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для СПО, М.: Академия, 2014. –528 с.
9. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Детали машин: учебник для СПО.- 5-е изд., стереотипное.- М.: Академия, 2012.- 285 с.
5. Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. Курсовое проектирование деталей машин. Учебное пособие.-3-е изд.-М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013.- 414с. (СПО).

### 3.1. Задания для оценки умений и усвоения знаний

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижения обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

#### Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

**Текущий контроль** студентов заключается в выполнении **контрольных работ и тестовых заданий** по пройденному материалу (в течение 10 мин в начале практических занятий)

**Тестовые задания** предусматривают закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по дисциплине. Их назначение состоит в том, чтобы углубить знания студентов по отдельным вопросам, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами.

Перед выполнением тестовых заданий необходимо ознакомиться с сущностью вопросов текущего раздела, модуля, темы в современной учебной и научной литературе, в том числе в периодических изданиях и нормативно-правовой документации.

Выполнение тестовых заданий подразумевает и решение задач в целях закрепления теоретических навыков.

Тест может быть представлен различными типами заданий: закрытые тесты, в которых нужно выбрать один верный вариант ответа из представленных, выбрать несколько

вариантов, задания на сопоставление; а также открытые тесты, где предстоит рассчитать результат самостоятельно, либо заполнить пропуск. В закрытых вопросах в формулировке задания может быть указано о необходимости выбора нескольких вариантов ответа, в противном случае в задании один верный вариант ответа.

#### 3.1.1 Задания для текущего контроля

##### **Контрольная работа №1 по теме: Теоретическая механика.**

Цель: проверка знаний и практических умений обучающихся.

Инструкция к выполнению контрольной работы

Основные требования к выполнению заданий контрольной работы:

- ход решения грамотный и понятный;
- представленный ответ верный;



- метод и форма описания решения задачи могут быть произвольными;
- выполнение каждого из заданий оценивается в баллах.

Для каждой контрольной работы разработана шкала перевода баллов в отметки, где указано, сколько баллов достаточно набрать, чтобы получить ту или иную положительную оценку.

При выполнении любого задания используются следующие критерии оценки заданий:

#### Критерий оценивания

Количество ошибок за выполненное задание		ОЦЕНКА
Задание №1 (1б)	Задание №2 (1б)	
1-2		5 (отлично)
3-4		4 (хорошо)
5-6		3 (удовлетворительно)
более 7		2 (неудовлетворительно)

#### Задание.

Знать способы сложения двух сил и разложение силы на составляющие, геометрический и аналитический способы определения равнодействующей силы, условия равновесия плоской сходящейся системы сил.

Уметь определять равнодействующую системы сил, решать задачи на равновесие геометрическим и аналитическим способом, рационально выбирая координатные оси.

#### Расчетные формулы

Равнодействующая системы сил где  $R_{\Sigma x}$ ,  $R_{\Sigma y}$  - проекции равнодействующей на оси координат;  $R_{kx}$ ,  $R_{ky}$  - проекции векторов-сил системы на оси координат.

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}; \quad F_{\Sigma x} = \sum_0^n F_{kx}; \quad F_{\Sigma y} = \sum_0^n F_{ky},$$

$$\cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}}, \quad \text{Где } \alpha_{\Sigma x} - \text{угол}$$

равнодействующей с осью  $Ox$ .

#### Условие равновесия

$$\begin{cases} \sum_0^n F_{kx} = 0; \\ \sum_0^n F_{ky} = 0. \end{cases}$$

Если плоская система сходящихся сил находится в равновесии, многоугольник сил должен быть замкнут.

#### Пример 1 Определение равнодействующей системы сил

Определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим и геометрическим способами (рис. П 1.1).

Дано:  $F_1 = 10 \text{ кН}$ ;  $F_2 = 15 \text{ кН}$ ;  $F_3 = 12 \text{ кН}$ ;  $F_4 = 8 \text{ кН}$ ;  $F_5 = 8 \text{ кН}$ ;

$\alpha_1 = 30^\circ$ ;  $\alpha_2 = 60^\circ$ ;  $\alpha_3 = 120^\circ$ ;  $\alpha_4 = 180^\circ$ ;  $\alpha_5 = 300^\circ$ .

Решение

1. Определить равнодействующую аналитическим способом (рис. П 1.1а).

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{1x} = 10 \cdot \cos 30^\circ = 8,66 \text{ кН}; \\ F_{2x} = 15 \cdot \cos 60^\circ = 7,5 \text{ кН}; \\ F_{3x} = -12 \cdot \cos 60^\circ = -6 \text{ кН}; \\ F_{4x} = -8 \text{ кН}; \\ F_{5x} = 8 \cdot \cos 60^\circ = 4 \text{ кН}; \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{\Sigma x} = \sum F_{kx}; \\ F_{\Sigma x} = 6,16 \text{ кН}. \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{1y} = 10 \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ кН}; \\ F_{2y} = 15 \cdot \sin 60^\circ = 12,99 \text{ кН}; \\ F_{3y} = 12 \cdot \sin 60^\circ = 10,4 \text{ кН}; \\ F_{4y} = 0; \\ F_{5y} = -8 \cdot \sin 30^\circ = -4 \text{ кН}; \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{\Sigma y} = \sum F_{ky}; \\ F_{\Sigma y} = 21,49 \text{ кН}. \end{array}$$

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}; \quad F_{\Sigma} = \sqrt{6,16^2 + 21,49^2} = 22,36 \text{ кН}; \quad F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2};$$

$$\cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}}; \quad \cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{6,16}{22,36} = 0,2755; \quad \alpha_{\Sigma x} = 74^\circ.$$

2. Определить равнодействующую графическим способом.

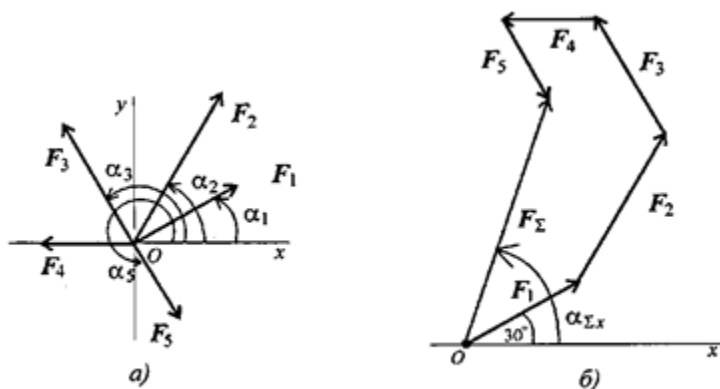


Рис. П1.1

С помощью транспортира в масштабе  $2 \text{ мм} = 1 \text{ кН}$  строим многоугольник сил (рис. П 1.1 б). Измерением определяем модуль равнодействующей силы и угол наклона ее к оси Ох.

$$F_{\Sigma \text{гр}} \cong 22 \text{ кН}; \quad \alpha_{\Sigma x} = 73^\circ.$$

Результаты расчетов не должны отличаться более чем на 5 %:

$$\frac{F_{\Sigma \text{ан}} - F_{\Sigma \text{гр}}}{F_{\Sigma \text{ан}}} \cdot 100 \% \leq 5 \%.$$

### Задание № 1

Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитическим и геометрическим способами.

Задание. Используя схему рис. П. 1.1а, определить равнодействующую системы сил.

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F1, кН	12	8	20	3	6	8	20	12	8	3
F2, кН	8	12	5	6	12	12	5	8	12	6
F3, кН	6	2	10	12	15	2	10	6	2	12
F4, кН	4	10	15	15	3	10	15	4	10	15
F5, кН	10	6	10	9	18	6	10	10	6	9
1,град	30	0	0	15	0	30	30	30	0	0
2,град	45	45	60	45	15	45	45	45	60	60
3,град	0	75	75	60	45	0	0	0	75	75
4,град	60	30	150	120	150	60	60	60	50	15
5,град	300	270	210	270	300	300	300	300	10	20

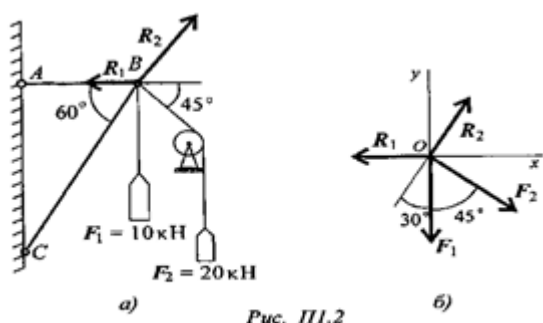
Параметр	Вариант
----------	---------

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
F1, кН	20	12	3	20	8	10	8	2	3	16
F2, кН	5	8	6	5	12	9	10	15	16	2
F3, кН	10	6	12	10	2	6	2	11	10	12
F4, кН	15	4	15	15	10	4	12	15	5	6
F5, кН	10	10	9	10	6	12	7	10	7	8
1,град	15	30	0	0	30	30	0	0	15	0
2,град	45	45	15	15	45	45	45	60	45	15
3,град	60	0	45	45	0	0	75	75	60	45
4,град	120	60	150	150	60	60	30	150	0	90
5,град	270	300	300	300	300	300	270	210	270	30

Параметр	Вариант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
F1, кН	8	2	13	9	3	4	6	2	20	8
F2, кН	15	15	7	14	16	15	18	6	5	12
F3, кН	13	14	15	16	17	20	1	2	3	2
F4, кН	7	8	9	10	1	2	3	4	5	10
F5, кН	9	10	11	20	19	18	15	12	13	6
1,град	30	30	30	0	0	15	30	0	0	90

2,град	45	45	45	60	60	0	45	15	15	45
3,град	0	0	0	75	75	60	0	45	45	30
4,град	60	60	60	150	150	120	60	150	150	85
5,град	300	300	300	210	210	270	300	300	300	60

Пример 2. Решение задачи на равновесие аналитическим способом



Грузы подвешены на стержнях и канатах и находятся в равновесии. Определить реакции стержней АВ и СВ (рис. П1.2).

Решение.

1. Определяем вероятные направления реакций (рис. П1.2а).

Мысленно убираем стержень АВ, при этом стержень СВ опускается, следовательно, точка В отодвигается от стены: назначение стержня АВ - тянуть точку В к стене.

Если убрать стержень СВ, точка В опустится, следовательно, стержень СВ поддерживает точку В снизу - реакция направлена вверх.

2. Освобождаем точку В от связи (рис. П1.2б).

3. Выберем направление осей координат, ось Ох совпадает с реакцией R1.

4. Запишем уравнения равновесия точки В:

$$\sum_0^n F_{kx} = -R_1 + R_2 \cos 60^\circ + F_2 \cos 45^\circ = 0;$$

$$\sum_0^n F_{ky} = R_2 \cos 30^\circ - F_1 - F_2 \cos 45^\circ = 0.$$

5. Из второго уравнения получаем:

$$R_2 = \frac{F_1 + F_2 \cos 45^\circ}{\cos 30^\circ}; \quad R_2 = \frac{10 + 20 \cdot 0,7}{0,866} = 27,87 \text{ кН.}$$

Из первого уравнения получаем:

$$R_1 = R_2 \cos 60^\circ + F_2 \cos 45^\circ; \quad R_1 = 28,07 \text{ кН.}$$

Вывод: стержень АВ растянут силой 28,07 кН, стержень СВ сжат силой 27,87 кН.

Примечание. Если при решении реакция связи окажется отрицательной, значит, вектор силы направлен в противоположную сторону.

В данном случае реакции направлены, верно.

## Задание № 2

Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в аналитической форме.

Задание.

Определить реакции стержней AC и AD (рис. П 1.3).

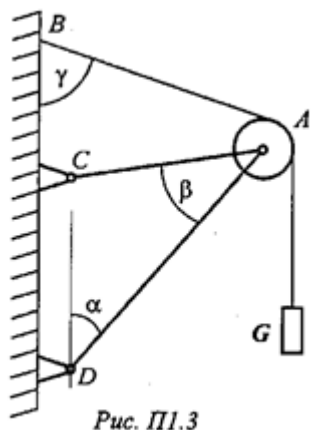


Рис. П1.3

Параметры	Варианты.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
G, кН.	40	45	48	50	56	58	61	63	67	72	75	78	80	86	82
, град.	60	45	75	60	45	30	35	40	55	60	65	70	75	75	80
, град.	15	30	30	15	45	10	20	15	30	35	45	35	20	25	30
, град.	60	45	60	75	75	50	55	65	60	70	75	80	85	30	35

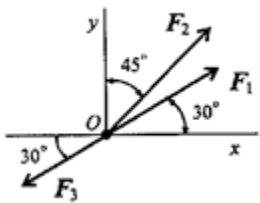
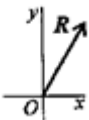
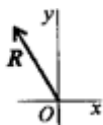
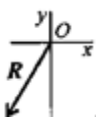
Параметры	Варианты.														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
G, кН.	45	48	50	56	58	61	63	67	72	75	78	86	45	30	35
, град.	60	45	30	75	45	40	55	60	35	30	50	60	65	45	20

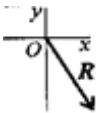
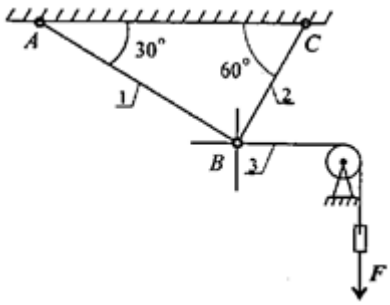
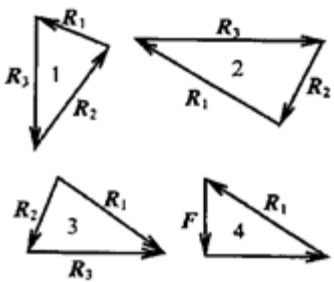
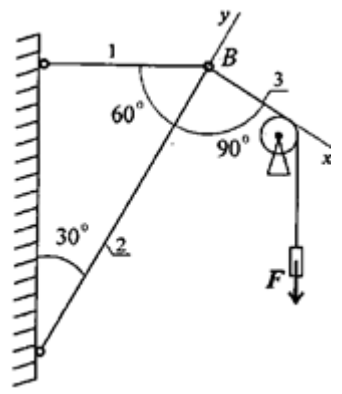
, град.	15	45	10	30	35	45	20	25	30	20	15	35	20	10	40
, град.	70	75	80	55	55	65	40	45	60	80	90	35	85	30	35

### Тест для самоконтроля:

Статика.

Плоская сходящаяся система сил.

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Определить проекции равнодействующей на ось <math>Ox</math> при <math>F_1 = 10\text{кН}</math>; <math>F_2 = 20\text{кН}</math>; <math>F_3 = 30\text{кН}</math>.</p> 	$R_x = 4,99\text{кН}$	1
	$R_x = 7,89\text{кН}$	2
	$R_x = -3,18\text{кН}$	3
	$R_x = 6,55\text{кН}$	4
<p>2. Определить величину равнодействующей силы по ее известным проекциям: <math>R_x = 15\text{ кН}</math>; <math>R_y = 8,66\text{ кН}</math>.</p>	23,66кН	1
	17,32кН	2
	9,50кН	3
	8,50кН	4
<p>3. Как направлен вектор равнодействующей системы сил, если известно, что <math>R_x = -4\text{кН}</math>; <math>R_y = 12\text{кН}</math>?</p>		1
		2
		3

		4
Вопросы	Ответы	Код
<p>4. Груз находится в равновесии. Указать, какой из треугольников для шарнира В построен верно.</p> 		1
		2
		3
		4
<p>5. Груз F находится в равновесии. Указать, какая система уравнений равновесия для точки В верна.</p> 	$\sum_0^n F_{kx} = R_3 - R_1 \cos 30^\circ = 0$ $\sum_0^n F_{ky} = R_2 - R_1 \cos 60^\circ = 0$	1
		2
		3
		4

## Контрольная работа №2 по теме: Сопротивление материалов.

Цель: проверка знаний и практических умений обучающихся.

Инструкция к выполнению контрольной работы

Основные требования к выполнению заданий контрольной работы:



- ход решения грамотный и понятный;
- представленный ответ верный;
- метод и форма описания решения задачи могут быть произвольными;
- выполнение каждого из заданий оценивается в баллах.

Для каждой контрольной работы разработана шкала перевода баллов в отметки, где указано, сколько баллов достаточно набрать, чтобы получить ту или иную положительную оценку.

При выполнении любого задания используются следующие критерии оценки заданий:

Количество ошибок за выполненное задание (1б)	ОЦЕНКА	Критерий оценивания
Задание №1		
1	5 (отлично)	
2	4 (хорошо)	
3	3 (удовлетворительно)	
более 4	2 (неудовлетворительно)	Задание.  Знать порядок

расчетов на прочность и жесткость, и расчетные формулы.

Уметь проводить проектировочные и проверочные расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.

### Необходимые формулы

Нормальное напряжение:

$$\sigma = \frac{N}{A},$$

Где N- продольная сила; A - площадь поперечного сечения.

Удлинение (укорочение) бруса:

$$\Delta l = \frac{Nl}{AE} \quad \text{или} \quad \Delta l = \frac{\sigma l}{E},$$

E-модуль упругости; l - начальная длина стержня.

Допускаемое напряжение:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{[s]},$$

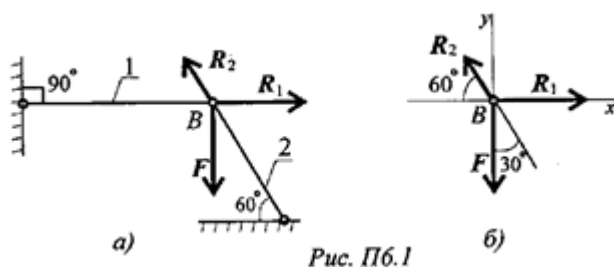
$[\sigma]$  - допускаемый запас Прочность

Условие прочности при растяжении и сжатии:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma].$$

Примеры расчетов на прочность и жесткость

Пример 1 Груз закреплен на стержнях и находится в равновесии (рис. П6.1). Материал стержней - сталь, допускаемое напряжение 160 МПа. Вес груза 100 кН. Длина стержней: первого - 2 м, второго - 1 м. Определить размеры поперечного сечения и удлинение стержней. Форма поперечного сечения - круг.



Решение

1. Определить нагрузку на стержни. Рассмотрим равновесие точки В, определим реакции стержней. По пятой аксиоме статистики (закону действия и противодействия) реакция стержня численно равна нагрузке на стержень.

Наносим реакции связей, действующих в точке В. Освобождаем точку В от связей (рис. П6.1).

Выбираем систему координат так, чтобы одна из осей координат совпала с неизвестной силой (рис. П6.1б).

Составим систему уравнений равновесия для точки В:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= -R_2 \cos 60^\circ + R_1 = 0; \\ \sum F_y &= R_2 \cos 30^\circ - F = 0.\end{aligned}$$

Решаем систему уравнений и определяем реакции стержней.

$$R_2 = \frac{F}{\cos 30^\circ}; \quad R_2 = \frac{100}{0,866} = 115,5 \text{ кН.}$$

$$R_1 = R_2 \cos 60^\circ; \quad R_1 = 115,5 \cdot 0,5 = 57,4 \text{ кН.}$$

Направление реакций выбрано, верно. Оба стержня сжаты. Нагрузки на стержни:  $F_1 = 57,4$  кН;  $P_2 = 115,5$  кН.

2. Определяем требуемую площадь поперечного сечения стержней из условий прочности.

Условие прочности на сжатие:  $\sigma = N/A \leq [\sigma]$

$$\text{откуда } A \geq \frac{N}{[\sigma]}.$$

Стержень 1 ( $N_1 = P_1$ ):

$$A_1 \geq \frac{57,4 \cdot 10^3}{160} = 358,75 \text{ мм}^2.$$

Для круга

$$A = \pi R^2; \quad R = \sqrt{\frac{A}{\pi}}; \quad R_1 \geq \sqrt{\frac{358,75}{3,14}} = 10,68 \text{ мм}; \quad d_1 = 21,3 \text{ мм}.$$

Стержень 2 ( $N_2 = F_2$ ):

$$A_2 \geq \frac{115,5 \cdot 10^3}{160} = 722 \text{ мм}^2; \quad R_2 \geq \sqrt{\frac{722}{3,14}} = 15,2 \text{ мм};$$

$$d_2 = 30,4 \text{ мм}.$$

Полученные диаметры округляем.

3. Определяем удлинение стержней

Укорочение стержня 1:

$$\Delta l = \frac{Nl}{AE}.$$

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad A_2 = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490 \text{ мм}^2;$$

$$\Delta l_1 = \frac{57,4 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 490} = 1,17 \text{ мм}.$$

Укорочение стержня 2:

$$A_2 = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} = 804 \text{ мм}^2; \quad \Delta l_2 = \frac{115,5 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 804} = 0,72 \text{ мм}.$$

Пример 2. Однородная жесткая плита с силой тяжести 10 кН, нагруженная силой  $F = 4,5 \text{ кН}$  и моментом  $m = 3 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , опирается в точке А и подвешена на стержне ВВ (рис. П6.2). Подобрать сечение стержня в виде швеллера и определить его удлинение, если длина стержня 1 м, материал - сталь, предел текучести 570 МПа, запас прочности для материала 1,5.

Решение:

1. Определить усилие в стержне под действием внешних сил. Система находится в равновесии, можно использовать уравнение равновесия для плиты:

$$\sum m_A = 0.$$

ВВ - реакция стержня реакции шарнира А не рассматриваем,

$$\sum m_A = m + G \cdot 5 - R_B \cdot 7 + F \cdot 10 = 0.$$

$$R_B \cdot 7 = m + G \cdot 5 + F \cdot 10.$$

Откуда

$$R_B = \frac{3 + 10 \cdot 5 + 4,5 \cdot 10}{7} = 14 \text{ кН.}$$

По третьему закону динамики реакция в стержне равна силе, действующей от стержня на плиту. Усилие в стержне равно 14 кН.

2. По условию прочности определяем требуемую величину площади поперечного сечения:  $\sigma = N/A \leq [\sigma]$

откуда  $A \geq N/[\sigma]$

Допускаемое напряжение для материала стержня

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[s]} = \frac{570}{1,5} = 380 \text{ МПа.}$$

Следовательно,

$$A \geq \frac{14 \cdot 10^3}{380} = 36,8 \text{ мм}^2 = 0,368 \text{ см}^2.$$

3. Подбираем сечение стержня по ГОСТ (Приложение 1). Минимальная площадь швеллера 6,16 см<sup>2</sup> (№ 5; ГОСТ 8240-89). Целесообразнее использовать равнополочный уголок № 2 (d = 3 мм), площадь поперечного сечения, которого 1,13 см<sup>2</sup> (ГОСТ 8509-86)

4. Определить удлинение стержня:

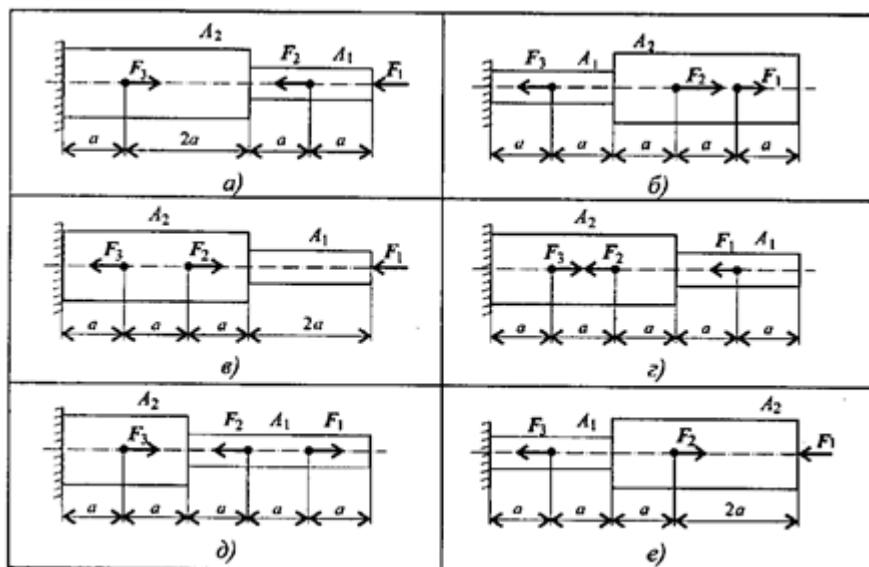
$$\Delta l = \frac{Nl}{AE}, \quad E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа;}$$

$$\Delta l = \frac{14 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 113} = 0,62 \text{ мм.}$$

### Задание 1.

Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение свободного конца бруса. Двухступенчатый стальной брус нагружен силами P1, P2; P3. Площади поперечных сечений A1 и A2.

Принять  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$ .



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F1, кН	20	26	20	17	16	10	26	40	14	28
F2, кН	10	20	8	13	25	12	9	55	16	14
F3, кН	5	10	4	8	28	13	3	24	10	5
A1, см <sup>2</sup>	1,8	1,6	1	2	1,2	0,9	1,9	2,8	2,1	1,9
A2, см <sup>2</sup>	3,2	2,4	1,5	2,5	2,8	1,7	2,6	3,4	2,9	2,4
a, м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6
Рис.	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г

Параметр	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
F1, кН	15	12	14	10	13	15	17	16	13	15
F2, кН	6	8	10	15	10	10	12	11	13	15
F3, кН	5	3	4	6	8	4	5	6	7	8

$A_1, \text{см}^2$	1	2	2	2	1	1,9	1,5	1,7	0,9	0,7
$A_2, \text{см}^2$	3	2	2	3	3	3	3,1	3,2	3,3	2,9
$a, \text{м}$	0,4	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5
Рис.	д	е	д	е	г	а	б	в	г	д
Параметр	Вариант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
F1, кН	12	10	5	10	12	16	20	25	23	24
F2, кН	14	16	18	19	20	21	22	20	24	16
F3, кН	9	10	10	9	8	6	2	5	7	8
$A_1, \text{см}^2$	0,5	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2	1,8	1,9	1,4
$A_2, \text{см}^2$	2,8	2,7	2,6	2,7	2,8	2,9	1,1	1,2	1,3	1,5
$a, \text{м}$	0,6	0,3	0,4	0,2	0,1	0,6	0,4	0,5	0,7	0,3
Рис.	е	а	б	в	г	д	е	д	е	г

### Контрольная работа по теме: «Детали машин».

Цель: проверка знаний и практических умений обучающихся.

#### Инструкция к выполнению контрольной работы

Основные требования к выполнению заданий контрольной работы:

- ход решения грамотный и понятный;
- представленный ответ верный;
- метод и форма описания решения задачи могут быть произвольными;
- выполнение каждого из заданий оценивается в баллах.

Для каждой контрольной работы разработана шкала перевода баллов в отметки, где указано, сколько баллов достаточно набрать, чтобы получить ту или иную положительную оценку.

При выполнении любого задания используются следующие критерии оценки заданий:

Количество ошибок за выполненное задание		ОЦЕНКА
Вариант №1	Вариант №2 (5б)	
1-2		5 (отлично)
3-4		4 (хорошо)
5-6		3 (удовлетворительно)
более 7		2 (неудовлетворительно)

Критерий оценивания

Вариант 1

Задача №1

Для изображенной передачи определить момент на ведущем валу, если  $P_2 = 8,5 \text{ кВт}$ ;  $\omega_2 = 12 \text{ рад/с}$ ;  $u = 2$ ;  $\eta = 0,96$ .

Дано:

$P_2 = 8,5 \text{ кВт}$ ;

$\omega_2 = 12 \text{ рад/с}$ ;

$u = 2$ ;

$\eta = 0,96$

$T_1 - ?$

Решение:

1. Для определения  $T_1$  необходимо определить  $\omega_1$ ;  $P_1$ .

$T_1 = \text{т.к. } u = 12 \cdot 2 = 24 \text{ рад/с}$

Если КПД  $\eta = 8,333 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

Тогда  $T_1 = 347 \text{ Н*м}$

Ответ:  $T_1 = 347 \text{ Н*м}$

## Вариант 1

### Задача №2

Определить осевую силу в зацеплении косозубой цилиндрической передачи, если торцовый модуль  $m_t = 5,11$  мм; число зубьев шестерни 21; угол наклона зуба  $12^\circ$ ; вращающий момент на валу шестерни  $34,5 \text{ Н*м}$

Дано:

$$m_t = 5,11 \text{ мм}$$

$$z_1 = 21$$

$$\beta = 12^\circ$$

$$T_1 = 34,5 \text{ Н*м}$$

$$F_a - ?$$

Решение:

1. Для определения осевой силы в зацеплении  $F_a$  необходимо

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta \text{ определить окружную силу } F_t \text{ и } d_1/$$

$$F_t = 643 \text{ Н};$$

Тогда Н

$$\text{Ответ: } 136,7 \text{ Н}$$

## Вариант 1

### Задача №3

Определить величину радиального усилия на червяке, если мощность на ведущем валу передачи 6 кВт; КПД передачи 0,75; угловая скорость колеса 2 рад/с; диаметр делительной окружности колеса 420 мм; угол зацепления  $20^\circ$

Дано:

$$P_1 = 6 \text{ кВт}$$

$$\eta = 0,75$$

$$\omega_2 = 2 \text{ рад/с}$$

$$d_2 = 420 \text{ мм}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$F_{r1} - ?$$



Решение:

1. Для определения радиальной силы  $F_{r1}$  необходимо определить осевую силу

$$F_{a1} = F_{t2} \text{ окружной силы}$$

$$F_{r1} = F_{r2} = F_{a1} \operatorname{tg} 2$$

$$F_{a1} = F_{t2} =$$

Для определения  $T_2 =$

$$\text{Определяем } P_2; \text{ из } \eta = 6 * 0,75 = 4,5 \text{ кВт,}$$

$$\text{Тогда } T_2 = 4,5 * 10^3 / 2 = 2250 \text{ Н*м}$$

$$F_{a1} = 10714,3 \text{ Н}$$

$$F_{r1} = 10714,3 * \operatorname{tg} 20^\circ = 10714,3 * 0,36397 = 3899,7 \text{ Н} \approx 3,9 \text{ кН}$$

Ответ: 3,9 кН

Вариант 1

Задача №4

Определить угловую скорость ведомого шкива ременной передачи, если диаметры шкивов  $d_1 = 80\text{мм}$  и  $d_2 = 250\text{мм}$ ; линейная скорость ремня 6 м/с; коэффициент скольжения в передаче 0,03

Дано:

$$d_1 = 80\text{мм}$$

$$d_2 = 250\text{мм}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,03$$

$$\omega_2 - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} \text{Для определения } \omega_2 \text{ определим } 3,22; 150 \text{ рад/с} \\ = 1503,22 = 46,56 \text{ рад/с} \end{aligned}$$

Ответ: 46,56 рад/с

Вариант 1

Задача №5

Решение:

Дано:

$$Q = 32 \text{ кН}$$

$$[\sigma_p] = 100 \text{ МПа}$$

$d_p$  - ?

Из условия прочности нарезанной части стержня на растяжение где – расчетная площадь сечения;  
следует  $d_p = 20,1 \text{ мм}$

принимаем по стандарту М-20

Ответ:  $d_p \approx 20 \text{ мм}$

Путем расчета стержня болта на растяжение определить внутренний диаметр резьбы незатянутого (затянутого) болтового соединения, если осевая сила  $Q = 32 \text{ кН}$  и допускаемое напряжение  $[\sigma_p] = 100 \text{ МПа}$

Вариант №2

Задача №1

Для изображенной передачи определить момент на ведомом валу, если  $P_1 = 8 \text{ кВт}$ ;  $\omega_1 = 40 \text{ рад/с}$ ;  $\eta = 0,97$ ;  $u = 4$

Дано:

$$P_1 = 8 \text{ кВт}$$

$$\omega_1 = 40 \text{ рад/с}$$

$$\eta = 0,97$$

$$u = 4$$

$T_2$  - ?

Решение:

Для определения  $T_2$  определяем  $P_2$ ,  $\omega_2$

$$T_2; 10 \text{ рад/с}$$

$$8 * 0,97 = 7,76 \text{ кВт}$$

$$776 \text{ Н*м}$$

Ответ:  $= 776 \text{ Н*м}$

Вариант №2

## Задача №2

Решение:

Для определения диаметра вершин зубьев колеса  $d_{a2}$  определяем диаметр делительный  $d_2$

$$d_{a2} = d_2 + 2 m_n$$

$$d_2 = 97,79 \text{ мм};$$

$$2,53 * 19 = 48 \text{ мм};$$

$$d_{a2} = 97,8 + 2 * 2 = 101,8 \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } d_{a2} = 101,8 \text{ мм}$$

Определить диаметр окружности выступов цилиндрического косозубого колеса, если число зубьев шестерни 19; передаточное отношение передачи 2,53; модуль зубьев  $m_n = 2 \text{ мм}$ ; угол зуба  $11^\circ$

Дано:

$$z_1 = 19$$

$$u = 2,53$$

$$m_n = 2 \text{ мм}$$

$$\beta = 11^\circ$$

$$d_{a2} - ?$$

## Вариант №2

### Задача №3

Определить величину радиального усилия на колесе червячной передачи, если момент на ведущем валу передачи  $62,5 \text{ Н*м}$ ; передаточное отношение передачи 31; КПД передачи 0,8; модуль зуба колеса 4мм; число зубьев 62; угол зацепления  $20^\circ$

Дано:

$$T_1 = 62,5 \text{ Н*м}$$

$$u = 31$$

$$\eta = 0,8$$

$$m = 4 \text{ мм}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$z_2 = 62$$

$$F_{r2} - ?$$

Решение:

Определяем радиальное усилие в колесе

$$F_{r2} = F_{r1} = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha$$

$$62,5 * 31 * 0,8 = 1550 \text{ Н*м}$$

$$4 * 62 = 248 \text{ мм}$$

$$0,3639 = 4549,6 \text{ Н}$$

Ответ: = 4,55 кН

Вариант №2

Задача №4

Определить окружное усилие на ведомом шкиве ременной передачи, если мощность на ведомом валу 2,8кВт; угловая скорость ведомого шкива 70 рад/с; КПД передачи 0,95; диаметр ведомого шкива 200мм

Дано:

$$P_1 = 2,8 \text{ кВт}$$

$$\omega_2 = 70 \text{ рад/с}$$

$$\eta = 0,95$$

$$\underline{d_2 = 200 \text{ мм}}$$

$$F_{t2} - ?$$

Решение:

$$2,8 * 0,95 = 2,947 \text{ кВт}$$

$$42,1 \text{ Н*м}$$

$$421 \text{ Н}$$

Ответ: 421 Н

Вариант №2

Задача №5

Из расчета заклепок на срез определить диаметр  $d_0$  поставленной заклепки, если нагрузка  $F = 88 \text{ кН}$ ; число заклепок  $z = 2$  ( $z = 4$ ); и допускаемое напряжение  $[\sigma_{ср}] = 140 \text{ Мпа}$

Дано:

$$F = 88 \text{ кН}$$

$$z = 2$$

$$[\sigma_{\text{ср}}] = 140 \text{ МПа}$$

$d_0$  - ?

Решение:

20мм

Ответ: 20мм

### 3.2 Вопросы для проведения промежуточной аттестации.

1. Сила. Система сил, аксиомы статики.
2. Виды связей и их реакции.
3. Принцип освобождения тел от связей.
4. Геометрический и аналитический способы определения равнодействующей силы.
5. Условие равновесия системы сил.
6. Момент пары сил, модуль пары, размерность и знак момента сил.
7. Условие равновесия системы пар сил.
8. Приведение произвольной плоской системы сил к точке. Теорема Пуансо.
9. Момент равнодействующей силы относительно заданной точки. Теорема Вариньона.
10. Уравнения равновесия и их применение к определению реакции в опорах.
11. Момент силы относительно оси.
12. Центр тяжести. Формулы для определения центра тяжести плоской фигуры.
13. Единицы измерения и взаимосвязь кинематических параметров движения
14. Параметры движения точки (перемещение, скорость, ускорение) и их связь.
15. Формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений точки.
16. Аксиомы, прямая и обратная задача динамики.
17. Формулы для расчета сил инерции при поступательном и вращательном движении
18. Принцип Даламбера
19. Формулы для определения сил трения.
20. Формулы для расчета работы, мощности и КПД.
21. Импульс силы, количество движения и кинетическая энергия тела.
22. Основные понятия, гипотезы и допущения сопротивления материалов.
23. Метод сечений. Внутренние силовые факторы.
24. Понятие «напряжение», размерность и виды напряжений.
25. Правила построения эпюр нормальных сил и нормальных напряжений.
26. Продольные и поперечные деформации при растяжении-сжатии их связь.
27. Предельные и допустимые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
28. Закон распределения нормальных напряжений в поперечном сечении бруса.
29. Закон Гука.
30. Формулы для расчета напряжений и перемещений при растяжении.

31. Порядок расчета на растяжение сжатие.
32. Условие прочности при растяжении сжатии.
33. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении сжатии.
34. Построение эпюр нормальных и нормальных напряжений.
35. Напряжения при срезе и смятии.
36. Расчеты на прочность при срезе и смятии.
37. Осевые моменты инерции прямоугольника и круга.
38. Осевые моменты инерции при параллельном переносе осей.
39. Определение напряжений в круглом брусе при кручении.
40. Полярный момент инерции круглого сечения.
41. Закон Гука при сдвиге.
42. Условие прочности и жесткости при сдвиге.
43. Построение эпюр поперечных сил при изгибе бруса.
44. Распределение нормальных напряжений по сечению при чистом изгибе.
45. Условия прочности и жесткости
46. Сложное напряженное состояние. Эквивалентное напряжение. Условие прочности при сложном напряженном состоянии
47. Усталостные напряжения. Факторы влияющие на сопротивление усталости.
48. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера для определения критической силы.
49. Классификация машин по назначению. Составляющие машин.
50. Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах. КПД.
51. Устройство фрикционных передач. Основные причины отказов.
52. Устройство, классификация, основные характеристики зубчатых зацеплений.
53. Винтовые передачи. Конструкция, достоинства и недостатки.
54. Червячная передача. Классификация. Недостатки. КПД червячной передачи.
55. Редукторы. Классификация, основные параметры, достоинства и недостатки.
56. Ременные передачи. Классификация, достоинства и недостатки
57. Цепные передачи. Виды передач. Основные причины отказов.
58. Валы и оси, их назначение и классификация, Элементы конструкций.
59. Назначение, конструкции, смазывание и КПД подшипников скольжения.
60. Классификации, конструкции, назначение и основные типы муфт.
61. Неразъемные соединения. Классификация. Соединения с натягом.
62. Виды резьбовых соединений и стандартных крепежных изделий.

Практические задания для оценки освоения умений и усвоения знаний находятся в составе фонда оценочных средств УМК преподавателя.