

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шахалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.11.2023 14:50:44  
Уникальный идентификатор:  
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f06a4704cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М. Д. Миллионщикова**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Техническая механика»**

Направление подготовки

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Профиль подготовки

**Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов**

**Квалификация**

бакалавр

Грозный – 2023

## 1. Цели и задачи дисциплины

Техническая механика (ТМ) – научная дисциплина (или раздел науки), которая изучает строение (структуру), кинематику и динамику механизмов в связи с их анализом и синтезом.

Цель ТМ – анализ и синтез типовых механизмов и их систем.

Задачи ТМ: разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к обязательной части Блока 1.

Для изучения курса требуется знание: математики и физики изучаемых в рамках общего и высшего профессионального образования, теоретической механики, инженерной графики и вычислительной техники.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: детали машин и основы конструирования; нефтегазопромысловое оборудование; проектирование машин и механизмов.

## 3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-9 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения.	ОПК. 9.1. знать: механические, технологические, эксплуатационные, экономические параметры проектов изделий; ОПК. 9.2. уметь: использовать параметры проектов изделий при их проектировании; ОПК. 9.3. иметь навыки: разработки проектов изделий.	<b>Знать:</b> – технологию экспериментальной деятельности; – стандартное оборудование для проведения экспериментальных исследований в зависимости от выбранной сферы профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> – сопоставлять технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; – обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы. <b>Владеть:</b>

		– техникой экспериментирования с использованием пакетов программ.
--	--	---

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.		Семестры	
	ОФО	ЗФО	4	4
			ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>
В том числе:				
Лекции	16	8	16	8
Практические занятия	16	8	16	8
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>112</b>	<b>128</b>	<b>112</b>	<b>128</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Подготовка к практической работе	80	90	80	90
Подготовка к экзамену	32	38	32	38
<b>Вид отчетности</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы	Практ. зан. часы	Всего часов
4 семестр				
1	Введение. Избыточные связи в механизмах	3	3	6
2	Рычажные механизмы	3	3	6
3	Силовой расчет механизмов	3	3	6
4	Динамика машин	3	3	6
5	Кулачковые механизмы	2	2	4
6	Зубчатые механизмы	2	2	4

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Избыточные связи в механизмах	Основные понятия ТМ. Некоторые обозначения. Связи кинематических пар. Связи пар, избыточные в механизме. Структурная формула механизмов. Устранение избыточных связей.
2	Рычажные механизмы	Графические методы кинематического анализа и синтеза. Аналитические методы кинематического анализа и синтеза.
3	Силовой расчет механизмов	Постановка задачи. Силы инерции. Методы силового расчета. Погрупповой силовой расчет.
4	Динамика машин	Приведение сил и масс. Определение скорости звена приведения. Подбор маховика. Уравновешивание вращающихся звеньев. Уравновешивание механизмов.
5	Кулачковые механизмы	Анализ механизма со стержневым толкателем. Синтез механизма со стержневым толкателем.
6	Зубчатые механизмы	Цилиндрические прямозубые зацепления. Эвольвентное зацепление. Профилирование зубьев. Планетарные механизмы. Зубчатые передачи.

## 5.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

## 5.4. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Избыточные связи в механизмах	Решение задач на темы: Структура механизмов. Проектирование кинематических схем плоских рычажных механизмов.
2	Рычажные механизмы	Решение задач на тему: Кинематика плоских рычажных механизмов.

3	Силовой расчет механизмов	Решение задач на темы: Динамика плоских рычажных механизмов.
4	Динамика машин	Решение задач на темы: Уравновешивание механизмов
5	Кулачковые механизмы	Решение задач на тему: Проектирование кулачковых механизмов
6	Зубчатые механизмы	Решение задач на темы: Механизмы с высшими кинематическими парами

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### 6.1. Курсовая работа (проект)

#### СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

##### Расчётная часть проекта:

1. Построить 12 планов положений механизма (при общем изображении стойки) согласно равностоящим нумерованным положениям входного звена 2, показанным на схеме механизма.
2. Определение скоростей точек (кинематических пар) и звеньев 12-ти в положениях механизма методом построения планов скоростей.
3. Определить ускорения точек (кинематических пар) и звеньев для заданного положения  $\varphi, [град]$  механизма методом построения плана ускорения.
4. Определить, используя план ускорений, инерционные нагрузки механизма в заданном положении  $\varphi, [град]$  и нанести их на звенья. А так же силы тяжести этих звеньев. Считать, силу производственного сопротивления  $\vec{F}_C$  действующий на звено ползун и момент пары сил

сопротивления  $M_C$  действующий на звено коромысло направленными против движения этих звеньев.

Массу  $m$  звеньев-стержней находят по их полной длине  $l$  и массе  $q$ , приходящейся на  $1$  м длины звена:  $m=ql$ , приняв  $q=10$  кг/м. Массу звеньев-ползунов определять по найденной массе  $m_2$  ведущего звена 2: масса ползуна 4 в кривошипно-ползунном механизме  $m_4=4m_1$ .

Моменты инерции звеньев-стержней относительно оси, проходящей через центр масс  $S$  перпендикулярно плоскости движения, определять приближенно по формуле  $I_s=0,1ml^2$ .

5. Определить реакции в кинематических парах структурной группы (звеньев 3 и 4) от действия инерционных нагрузок и сил веса, не учитывая трения. Следует вычертить группу звеньев 3 и 4 и нанести на звенья действующие нагрузки. Рядом поместить план сил группы. Если какая-либо сила относительно мала и при достаточно больших векторах других сил должна изображаться вектором меньше миллиметра, то его на плане сил можно не показывать, однако в общих буквенных выражениях и при подстановках в них значений приводить все силы и их плечи.
6. Определить уравновешивающий момент на кривошипе 2 и уравновешивающую силу, считая ее приложенной в точке А перпендикулярно кривошипу ОА, Найти реакцию в опоре О, учитывая действие уравновешивающей силы. Следует изобразить отдельно ведущее звено со стойкой и показать действующие нагрузки. Рядом поместить план сил ведущего звена. Числовые значения реакций во всех четырех кинематических парах занести таблицу №2.
7. Определить уравновешивающую силу с помощью рычага Жуковского и сравнить её по величине и направлению с уравновешивающей силой, найденной в пункте 7. Расхождения указать в процентах и не должны превышать 5%.

8. Графическая часть проекта:

Графическая часть проекта объемом 2 (два) листа формата А1(24)(594×841) мм включает в себя:

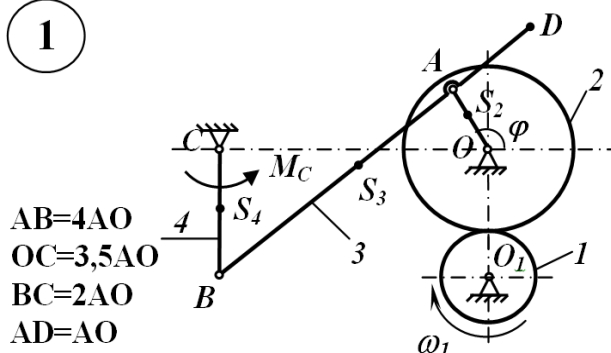
**первый лист** – построение выбранных в масштабах 12-ти положений заданного механизма, плана скоростей 12-ти положениях, плана ускорений при заданном  $\varphi, [град]$ , структурной группы (звеньев 3 и 4), плана сил (от сил

действующих на эту группу, включая сил реакций), ведущего звена (стойки и 2), плана сил действующих на ведущее звено и рычага Жуковского.

**второй лист** – построение выбранном масштабе картины эвольвентного зацепления зубчатой передачи.

**Вариант задания курсового проекта**

1



**6.2. Темы по самостоятельной работе**

1. Кулачковый механизм с коромысловым толкателем.
2. Кулачковый механизм с тарельчатым толкателем.
3. Цилиндрическое косозубое зубчатое зацепление.
4. Конические зацепления.
5. Многоконтурные механизмы.

### **6.3. Перечень учебно-методического обеспечения для СРС**

1. Ермак. В.Н. Теория механизмов и машин. Учебное пособие, Кемерово 2011-161 с.
2. Кузенков В.В., Леонов И.В., Панюхин В.В. Теория механизмов и машин. Сборник задач: учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 63 с.

### **7. Оценочные средства**

Образец тестового задания для текущего контроля

1. Механизм, все подвижные точки которого описывают неплоские траектории или траектории, лежащие в пересекающихся плоскостях, называют ...
  - 1) пространственным.
  - 2) плоским.
  - 3) линейным.
  - 4) симметричным.
2. Для приведения в действие механизма движение сообщается ... звену.
  - 1) неподвижному
  - 2) начальному
  - 3) подвижному
  - 4) входному
3. Звено механизма, совершающее полный оборот вращательного движения, называется ...
  - 1) ползуном.
  - 2) кривошипом.
  - 3) коромыслом.
  - 4) шатуном.
4. Звено механизма, совершающее поступательное движение, называют ...
  - 1) коромыслом.
  - 2) кривошипом.
  - 3) ползуном.
  - 4) шатуном.
5. Механизм, все подвижные точки которого описывают траектории, лежащие в одной плоскости, называется ...
  - 1) плоским.
  - 2) пространственным.

- 3) линейным.
- 4) симметричным.
6. Звенья высшей кинематической пары соприкасаются ...
- 1) по линии и в точке.
  - 2) по поверхности.
  - 3) только в точке.
  - 4) только по линии.
7. Звенья низшей кинематической пары соприкасаются ...
- 1) в точке.
  - 2) по поверхности.
  - 3) по линии.
  - 4) по касательной.
8. Звено механизма, совершающее колебательное называется ...
- 1) ползуном.
  - 2) кривошипом.
  - 3) коромыслом.
  - 4) шатуном.
9. Количество степеней свободы плоского механизма определяют по формуле ...
- 1) Мерцалова.
  - 2) Сомова - Малышева.
  - 3) Эйлера.
  - 4) Чебышева.
10. Плоский рычажный механизм, структурная формула которого имеет вид I II III, относится к ... классу.
- 1) четвёртому
  - 2) второму
  - 3) первому
  - 4) третьему
11. Кинематическая пара пространственного механизма, создающая одну связь – ...
- 1) одноподвижная.
  - 2) пятиподвижная.
  - 3) двухподвижная.
  - 4) трёхподвижная.
12. Формула Сомова - Малышева для определения количества степеней свободы пространственного механизма имеет вид: ...
- 1)  $W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$  .
  - 2)  $W = 3n - 2P_5 - P_4$  .
  - 3)  $W = 5n - 4P_5 - 3P_4 - 2P_3 - P_2$  .
  - 4)  $W = 2n - P_5$  .
13. Количество степеней свободы пространственного механизма определяется по формуле ...
- 1) Озола.



- 2) Чебышева.
- 3) Сомова - Мальшева.
- 4) Жуковского.
- 14. Кинематическая пара механизма, создающая пять связей, ...
  - 1) двухподвижная.
  - 2) одноподвижная.
  - 3) пятиподвижная.
  - 4) четырёхподвижная.
- 15. Кинематическая пара механизма, создающая четыре связи, ...
  - 1) четырёхподвижная.
  - 2) одноподвижная.
  - 3) двухподвижная.
  - 4) трёхподвижная.
- 16. Кинематическая пара пространственного механизма, создающая две связи, ...
  - 1) трёхподвижная.
  - 2) двухподвижная.
  - 3) одноподвижная.
  - 4) четырёхподвижная.
- 17. Кинематическая пара пространственного механизма, создающая три связи, ...
  - 1) двухподвижная.
  - 2) трёхподвижная.
  - 3) одноподвижная.
  - 4) четырёхподвижная.

## Вопросы к 1 рубежной аттестации

1. Что такое машина? 2. Классификация машин. Примеры различных видов машин. 3. Что такое механизм? 4. В чем состоит отличие машины от механизма? 5. Классификация механизмов. Примеры различных видов механизмов. 6. Что такое звено? 7. Что такое кривошип, коромысло, кулиса, ползун, шатун? 8. Что такое стойка? Сколько стоек может быть в механизме? 9. Что такое кинематическая пара? 10. В чем состоит отличие высших и низших кинематических пар? 11. Примеры высших и низших кинематических пар. 12. Классификация кинематических пар по числу степеней подвижности. 13. Примеры одно-, двух-, трех-, четырех- и пятиподвижных кинематических пар. 14. Что такое кинематические цепи? 15. Классификация кинематических цепей. 16. Что такое машинный агрегат? 17. Что такое структурная схема? 18. Что такое кинематическая схема? 19. Как определяется степень подвижности для плоского механизма? 20. Как определяется степень подвижности для пространственного механизма? 21. Какую степень подвижности имеет ферма? 22. Что такое начальный механизм? 23. Из каких звеньев состоит начальный механизм? 24. Что такое группа Ассура? 25. Чему равна степень подвижности группы Ассура? 26. Виды групп Ассура. 27. Какое количество звеньев может входить в группу Ассура II класса? 28. Как определяется порядок группы Ассура? 29. Как определяется класс механизма? 30. Как записывается структурная формула группы Ассура? 31. Как записывается индекс кинематической пары?

Образец билета(теста) к 1 рубежной аттестации

Механизм, все подвижные точки которого описывают неплоские траектории или траектории, лежащие в пересекающихся плоскостях, называют ...

- А. пространственным
- В. плоским
- С. линейным
- Д. симметричным

Для приведения в действие механизма движение сообщается ... звену.

- А. неподвижному
- В. начальному
- С. подвижному
- Д. входному

Звено механизма, совершающее полный оборот вращательного движения, называется ...

- А. ползуном
- В. кривошипом
- С. коромыслом
- Д. шатуном

Звено механизма, совершающее поступательное движение, называют ...

- А. коромыслом
- В. кривошипом
- С. ползуном
- Д. шатуном

Механизм, все подвижные точки которого описывают траектории, лежащие в одной плоскости, называется ...

- А. плоским
- В. пространственным
- С. линейным
- Д. симметричным

Звенья высшей кинематической пары соприкасаются ...

- А. по линии и в точке
- В. по поверхности
- С. только в точке
- Д. только по линии

Звенья низшей кинематической пары соприкасаются ...

- А. в точке
- В. по поверхности
- С. по линии
- Д. по касательной

Звено механизма, совершающее колебательное движение, называется ...

- А. ползуном
- В. кривошипом
- С. коромыслом
- Д. шатуном

Количество степеней свободы плоского механизма определяют по формуле ...

- А. Мерцалова
- В. Сомова - Малышева

С. Эйлера

Д. Чебышева

Плоский рычажный механизм, структурная формула которого имеет вид I II III, относится к ... классу.

А. четвёртому

В. второму

С. первому

Д. третьему

Кинематическая пара пространственного механизма, создающая одну связь – ...

А. одноподвижная

В. пятиподвижная

С. двухподвижная

Д. трёхподвижная

Количество степеней свободы пространственного механизма определяется по формуле ...

А. Озола

В. Чебышева

С. Сомова - Малышева

Д. Жуковского

Кинематическая пара механизма, создающая пять связей, ...

А. двухподвижная

В. одноподвижная

С. пятиподвижная

Д. четырёхподвижная

Кинематическая пара механизма, создающая четыре связи, ...

А. четырёхподвижная

В. одноподвижная

С. двухподвижная

Д. трёхподвижная

Кинематическая пара пространственного механизма, создающая две связи, ...

А. трёхподвижная

В. двухподвижная

С. одноподвижная

Д. четырёхподвижная

Кинематическая пара пространственного механизма, создающая три связи, ...

А. двухподвижная

В. трёхподвижная

С. одноподвижная

Д. четырёхподвижная

Формулой строения вида I IV III II обладает механизм ... класса.

А. третьего

В. второго

С. первого

Д. четвёртого

Кинематическая пара – это подвижное соединение ... звеньев.

А. четырёх

В. трёх

С. двух

D. пяти

Кинематическая цепь со степенью подвижности

$$W = 0$$

называется ...

A. группой начальных звеньев

B. группой выходных звеньев

C. структурной группой Ассура

D. группой входных звеньев

В состав механизма может входить ...

A. не менее одного и не более двух неподвижных звеньев

B. любое число неподвижных звеньев

C. два или более неподвижных звеньев

D. только одно неподвижное звено

Дополнительные условия синтеза обычно выражаются в виде ...

A. функция положения

B. неравенств, устанавливающих допустимые области существования параметров синтеза

C. первой передаточной функции

D. целевой функции

Звено, для которого элементарная работа внешних сил, приложенных к нему положительна, называется ...

A. начальным звеном

B. ведомым звеном

C. входным звеном

D. выходным звеном

E. ведущим звеном

Звено механизма, которому задается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения двух звеньев, называется ...

A. входным звеном

B. стойкой

C. ведущим звеном

D. выходным звеном

E. промежуточным звеном

Кривошипно-коромысловый механизм является ...

A. кулачковым механизмом

B. зубчатым механизмом

C. рычажным механизмом

D. винтовым механизмом

E. фрикционным механизмом

Кинематическая пара, элементами которой являются линии, называется ...

A. высшей

B. незамкнутой

C. низшей

D. замкнутой

Кориолисово ускорение возникает при кинематическом анализе ...

A. кривошипно-ползунного механизма

B. зубчатого механизма

C. шарнирного четырехзвенника

D. кулисного механизма

Параметр, являющийся кинематической характеристикой

механизма: ...

- A. класс механизма
- B. сила инерции
- C. траектория точки

D. количество степеней свободы механизма

Неверно, что кинематическими характеристиками механизма являются ...

- A. траектории точек
- B. скорости точек
- C. ускорения точек
- D. силы трения

Аналогом ускорения точки называется ...

- A. вторая производная дуговой координаты точки по обобщенной координате механизма
- B. вторая производная радиус-вектора точки по обобщенной координате механизма
- C. вторая производная радиус-вектора точки по времени
- D. вторая производная дуговой координаты точки по времени

Кинематическим анализом механизма называется ...

- A. определение движения звеньев механизма по заданному движению начальных звеньев
- B. определение уравнивающей силы на входном звене механизма
- C. определение реакций действующих в кинематических парах механизма
- D. определение движения звеньев механизма по приложенным к ним силам или определение сил по заданному движению звеньев
- E. определение количества кинематических пар, из которых составлен механизм

«Активные» силы – это силы ...

- A. движущие
- B. полезного сопротивления
- C. сопротивление среды
- D. тяжести
- E. взаимодействия звеньев
- G. трения

«Пассивные» силы – это силы ...

- A. движущие
- B. полезного сопротивления
- C. сопротивление среды
- D. взаимодействия звеньев
- E. тяжести
- G. трения

«Внутренние» силы – это силы ...

- A. движущие
- B. полезного сопротивления
- C. сопротивление среды
- D. тяжести
- E. взаимодействия звеньев
- G. трения

Силовой расчет плоского механизма следует начинать с ...

- A. определение порядка присоединения структурных групп

(структурного агрегатирования)

В. разбивка кинематической цепи механизма на структурные группы Ассура

С. силовой расчет структурных групп

Д. силовой расчет начального звена

Вектор силы трения направляется противоположно вектору ...

А. скорости

В. относительной скорости

С. ускорения

Д. угловой скорости

Е. силы тяжести

Направление вектора силы трения ... направлению вектора относительной скорости.

А. перпендикулярно

В. совпадает по

С. противоположно

Д. образует угол

Силовой расчет с учетом сил инерции звеньев называют ...

А. уравнивающим

В. динамическим

С. инерциальным

Д. кинетостатическим

Уравнивающая сила приложенная к ... звену механизма.

А. промежуточному

В. начальному

С. входному

Д. выходному

Кинетостатический расчет механизма основан на учете сил и моментов сил ... звеньев.

А. трения

В. инерции

С. полезного сопротивления

Д. тяжести

Учет сил трения приводит к отклонению сил взаимодействия звеньев от их общей нормали на угол, равный углу ...

А.  $45^\circ$

В. давления

С. трения

Д.  $90^\circ - \arctg f$

Величина неизвестной силы при силовом анализе определяется методом рычага ...

А. Жуковского

В. Журавского

С. Озола

Д. Виттэнбауера

При силовом анализе механизма по методу Жуковского используется в качестве рычага план ...

А. сил

В. ускорений

С. скоростей

Сила взаимодействия двух звеньев при отсутствии трения направлена ...

- A. противоположно вектору ускорения
- B. по касательной к их поверхности
- C. по направлению вектора ускорения
- D. по нормали к их поверхности

Главный вектор сил инерции в равновесии звеньев отражает действие ...

- A. активных сил
- B. ускоренного движения звеньев
- C. пассивных сил
- D. внутренних сил взаимодействия звеньев

Силовой расчет механизма начинается с ...

- A. произвольно выбранного звена
- B. начального звена
- C. выходного звена
- D. групп Ассура последнего структурного слоя

Сила, действующая на начальное звено и обеспечивающая закон его движения, называется ...

- A. полезного сопротивления
- B. движущей
- C. уравновешивающей
- D. трения

Параметры, определяемые при силовом расчете механизма, – это ...

- A. уравновешивающая сила и уравновешивающий момент
- B. движущая сила и моменты
- C. силы полезного сопротивления

Параметры, определяемые при силовом расчете механизма, – это ...

- A. силы движущие
- B. реакции в кинематических парах
- C. силы производственного сопротивления

Параметры, определяемые при силовом расчете, механизма – это ...

- A. силы трения
- B. силы движущие
- C. силы производственного сопротивления

Уравнения, устанавливающие зависимость между кинематическими характеристиками движения звеньев механизма, приложенными к ним силами, размерами, массами и моментами инерции звеньев называются ...

- A. уравнениями Лагранжа
- B. уравнениями преобразования координат
- C. уравнениями замкнутого векторного контура
- D. уравнениями движения механизма
- E. уравнениями Даламбера

Трением качения называется ...

- A. внешнее трение при относительном качении соприкасающихся тел
- B. внешнее трение при относительном покое соприкасающихся тел
- C. внешнее трение при относительном скольжении соприкасающихся тел

D. внешнее трение при относительном вращении одного тела относительно другого вокруг общей нормали к поверхностям их соприкосновения

Коэффициент трения качения ...

A. измеряется в единицах момента

B. измеряется в единицах силы

C. является безразмерным

D. измеряется в единицах длины

Граничным трением называется ...

A. внешнее трение, при котором между трущимися поверхностями соприкасающихся тел есть тонкий (порядка 0,1 мкм и менее) слой смазки, обладающий свойствами, отличными от её обычных объемных свойств

B. внешнее трение, при котором трущиеся поверхности соприкасающихся тел покрыты пленками окислов и адсорбированными молекулами газов или жидкостей, а смазка отсутствует

C. внешнее трение, при котором между трущимися поверхностями соприкасающихся тел есть слой смазки с обычными объемными свойствами

D. трение, при котором поверхности трущихся твердых тел полностью отделены друг от друга слоем жидкости

Трением покоя называется ...

A. внутреннее трение в стойке механизма

B. внутреннее трение при малых деформациях твердого тела

C. внешнее трение при относительном движении соприкасающихся тел

D. внешнее трение при относительном покое соприкасающихся тел

Силой трения скольжения называется ...

A. полная реакция, возникающая между трущимися телами при их относительном покое

B. полная реакция, возникающая между трущимися телами при их относительном движении

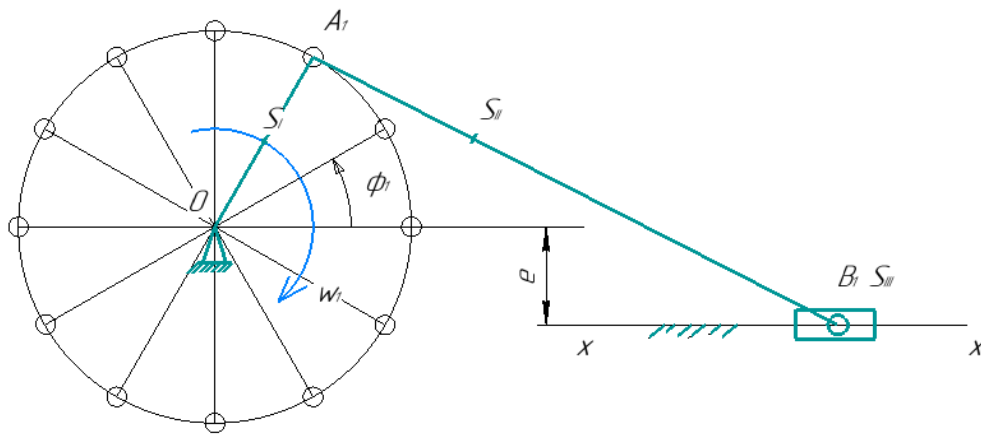
C. составляющая полной реакции для трущихся тел, лежащая в общей касательной плоскости к поверхностям контакта и направленная в сторону, противоположную их относительному смещению

D. составляющая полной реакции для трущихся тел, направленная по общей нормали к поверхностям контакта

Построить планы механизма, скоростей и ускорений для заданного механизма при  $\phi_1 =$

Дано:  $L_{OA} = 0,2$  м,  $L_{AB} = 0,6$  м,  $L_{AS2} = 1/3 AB$   $e = 0,1$  м,  $\omega_1 = 10$  рад/с





## Вопросы ко 2 рубежной аттестации

1. Формулы для определения скоростей точек звеньев и угловых скоростей звеньев.
2. Направления векторов скоростей точек звеньев и угловых скоростей звеньев.
3. Формулы для определения ускорений точек звеньев и угловых ускорений звеньев.
4. Направления векторов ускорений точек звеньев и угловых ускорений звеньев.
5. Построить план скоростей для кривошипно-ползунного механизма.
6. Что такое движущие силы?
7. Примеры движущих сил.
8. Что такое силы полезных сопротивлений?
9. Примеры сил полезных сопротивлений.
10. Что такое силы вредных сопротивлений?
11. Примеры сил вредных сопротивлений.
12. Как направлены движущие силы, силы полезных сопротивлений, силы вредных сопротивлений?
13. Как найти силы инерции и их направление?
14. Как найти момент инерции и его направление?
15. Как направлена реакция во вращательной кинематической паре?
16. Как направлены касательная и нормальная составляющие реакции вращательной кинематической пары?
17. Как направлена реакция в поступательной кинематической паре?
18. Как направлена реакция в высшей кинематической паре?
19. Принцип Даламбера.
20. В чем заключается принцип освобожденности от связей?
21. Почему группа Ассур является статически определимой конструкцией?
22. В какой последовательности проводится силовой расчет рычажных механизмов?
23. Как определить касательную и нормальную составляющие реакции вращательной кинематической пары?
24. Как определить реакцию поступательной кинематической пары?
25. Как определить реакцию во внутренней вращательной кинематической паре?
26. Как строится рычаг Жуковского?
27. Что можно определить с помощью рычага Жуковского?
28. Как записывается условие статического уравнивания?
29. Как записывается условие динамического уравнивания?
30. Как записывается условие полного уравнивания?
31. Что такое статический и динамический дисбалансы?
32. Способы уравнивания машин на фундаменте.
33. Сколько грузов необходимо для полного уравнивания?
34. Что такое ротор?
35. Как проводится статическая и динамическая балансировка роторов?

## Образец билета(теста) ко 2-й рубежной аттестации

Передаточное отношение многоступенчатой передачи равно ...  
 передаточных отношений отдельных ступеней одноступенчатых передач,  
 образующих её.

- A. сумме
- B. отношению
- C. разности

D. производству

Зубчатые колёса со смещением применяются для ...

A. избежания подрезания в ножке зубьев колёс с малым числом зубьев

B. уменьшения коэффициента торцевого перекрытия

C. увеличения коэффициента торцевого перекрытия

D. изменения шага по делительной окружности

Зубчатые колёса со смещением применяются для ...

A. избежания заострения в головке зубьев колёс с большим числом зубьев

B. уменьшения коэффициента торцевого перекрытия

C. увеличение коэффициента торцевого перекрытия

D. изменение шага по делительной окружности

Неверно, что при проектировании планетарных зубчатых передач используются условия ...

A. сборки

B. отсутствия заклинивания колёс передач

C. равенства количества сателлитов и солнечных шестерен

D. соосности

E. соседства

Зубчатые колёса со смещением применяются при необходимости ...

A. вписывания в заданное межосевое расстояние

B. уменьшения коэффициента торцевого перекрытия

C. увеличения коэффициента торцевого перекрытия

D. изменения шага по делительной окружности

Формула Герца при проверочном расчёте зубчатых колёс применяется для определения ... напряжений.

A. главных

B. контактных

C. касательных

D. допустимых

Для расчёта контактных напряжений при проверочном расчёте зубчатых колёс применяется формула ...

A. Виллиса

B. Эйлера

C. Герца

D. Жуковского

Кинематической характеристикой зубчатой передачи являются ...

A. межосевое расстояние

B. числа зубьев колёс

C. модуль передачи

D. угловые скорости

Передаточное отношение многоступенчатой зубчатой передачи равно ... передаточных отношений отдельных одноступенчатых передач, образующих её.

A. произведению

B. отношению

C. сумме

D. разности

Многосвязные зубчатые механизмы с подвижными осями колёс и с количеством степеней подвижности  $W=1$  называются ...

A. ступенчатыми

- В. дифференциальными
- С. планетарными
- Д. рядовыми

Многозвенные зубчатые механизмы с подвижными осями колёс, называются ...

- А. рядовыми
- В. ступенчатыми
- С. эпициклическими
- Д. коническими

Многозвенные зубчатые механизмы с подвижными осями колёс и с количеством степеней подвижности  $W > 1$ , называются ...

- А. дифференциальными
- В. планетарными
- С. ступенчатыми
- Д. рядовыми

Зубчатые механизмы, понижающие угловую скорость вращения выходного вала по сравнению с входным, называются ...

- А. дифференциальными
- В. мультипликаторами
- С. редукторами
- Д. ступенчатыми

Зубчатые механизмы, повышающие угловую скорость вращения выходного вала по сравнению с входным, называются ...

- А. редукторами
- В. мультипликаторами
- С. рядовыми
- Д. планетарными

Сателлиты, водило, солнечная шестерня коронная шестерня - это звенья ... зубчатого механизма.

- А. цилиндрического
- В. ступенчатого
- С. рядового
- Д. планетарного

Эвольвентное зацепление допускает изменение межосевого расстояния с ... передаточного отношения.

- А. уменьшением
- В. увеличением
- С. соблюдением
- Д. отклонением

Параметр зубчатого колеса, не зависящий от смещения режущего инструмента при нарезке – это ...

- А. диаметр делительной окружности
- В. толщина зуба по делительной окружности
- С. межосевое расстояние
- Д. коэффициент торцевого перекрытия

Признаки, определяющие внутреннее зацепление, заключаются в том, что...

- А. угловые скорости вращения звеньев имеют одинаковые знаки
- В. угловые скорости вращения звеньев имеют разные знаки
- С. линия зацепления проходит через оси колёс

Одинаковыми должны быть такие параметры зубчатых колёс, находящихся в зацеплении, как ...

- А. коэффициенты смещения
  - В. модули зацепления
  - С. диаметры делительных окружностей
  - Д. толщины зубьев по делительным окружностям
  - Е. углы профиля
- Признак, определяющий внешнее зацепления, заключается в том, что ...

- А. угловые скорости вращения имеют одинаковые знаки
  - В. линия зацепления проходит через оси колес
  - С. угловые скорости вращения имеют разные знаки
- Основная теорема плоского зацепления (теорема Виллиса) определяет ...

- А. передаточное отношение
- В. положение полюса зацепления
- С. межосевое расстояние
- Д. коэффициент смещения

Зубчатые колеса, у которых толщина зуба по делительной окружности равна ширине впадины – это колеса с ... шагом.

- А. равноделенным
- В. симметричным
- С. делительным
- Д. несимметричным

Прямозубые зубчатые цилиндрические передачи относятся к передачам с ... расположением осей.

- А. перекрещивающимся
- В. параллельным
- С. пересекающимся
- Д. перпендикулярным

Коэффициент торцевого перекрытия  $\epsilon$  для нормальной работы зубчатой передачи должен быть ...

- А. больше 1
- В. равен 1
- С. меньше 1
- Д. равен 0

Окружность зубчатого колеса, по которой шаг, модуль и угол профиля равны шагу, модулю и углу профиля исходного производящего контура, называют ...

- А. основной окружностью
- В. делительной окружностью
- С. окружностью впадин зубьев
- Д. окружностью вершин зубьев

Увеличение коэффициента смещения при нарезке зубчатого колеса до некоторого  $x_{\max}$  может привести к ... головки зуба.

- А. поломке
- В. увеличению
- С. заострению
- Д. заклиниванию

Уменьшение коэффициента смещения при нарезке зубчатого колеса до некоторого  $x_{\min}$  может привести к ... ножки зуба.

- А. утолщению
- В. подрезанию
- С. поломке

D. заклиниванию

Зубчатое зацепление, при котором угловые скорости вращения колес  $\omega_1$  и  $\omega_2$  имеют разные знаки – это ... зацепление.

A. внутреннее

B. внешнее

C. планетарное

D. дифференциальное

Коническую зубчатую передачу, в которой угол между осями равен  $90^\circ$ , называют...

A. ортогональной

B. косозубой

C. прямозубой

D. круглозубой

Делительная прямая режущего инструмента и делительная окружности нарезаемого колеса при положительном смещении режущего инструмента ...

A. взаимно перпендикулярны

B. пересекается в двух точках

C. касается в одной точке

D. не имеет общих точек

Делительная прямая режущего инструмента и делительная окружности нарезаемого колеса при отрицательном смещении режущего инструмента ...

A. пересекается в двух точках

B. не имеет общих точек

C. касается в одной точке

D. взаимно перпендикулярны

Делительная прямая режущего инструмента и делительная окружности нарезаемого колеса при нулевом смещении режущего инструмента ...

A. касается в одной точке

B. пересекается в двух точках

C. не имеет общих точек

D. взаимно перпендикулярны

Центроидами двух зубчатых колес называют ...

A. основные окружности

B. начальные окружности

C. делительные окружности

D. окружности впадин зубьев

E. окружности выступов зубьев

Окружность, по которой катится без скольжения прямая, точки которой описывают эвольвенту, в теории зубчатого зацепления называется...

A. окружностью впадин зубьев

B. делительной окружностью

C. окружностью выступов зубьев

D. основной окружностью

Модуль зубчатого зацепления выбирается по ...

A. делительной окружности

B. основной окружности

C. окружности впадин зубьев

D. окружности выступов зубьев

Окружность, являющаяся базой для определения размеров зубьев цилиндрического зубчатого колеса, называется ...

- A. основной
- B. длительной
- C. окружностью вершин зубьев
- D. окружностью впадин зубьев
- E. начальной

Коэффициент удельного давления в зубчатой передаче характеризует ...

- A. изменение межосевого расстояния зубчатой передачи при нарезании входящих в неё зубчатых колес со смещением
- B. изменение передаточного отношения зубчатой передачи вследствие неточности изготовления зубчатых колес
- C. непрерывность и плавность зацепления в передаче
- D. величину контактных напряжений, возникающих в местах соприкосновения зубьев
- E. величину проскальзывания сопряженных профилей зубчатых колес в процессе зацепления

Коэффициент перекрытия в зубчатой передаче характеризует ...

- A. изменение передаточного отношения зубчатой передачи вследствие неточности изготовления зубчатых колес
- B. величину контактных напряжений, возникающих в местах соприкосновения зубьев
- C. величину проскальзывания сопряженных профилей зубчатых колес в процессе зацепления
- D. изменение межосевого расстояния зубчатой передачи при нарезании входящих в неё зубчатых колес со смещением
- E. непрерывность и плавность зацепления в передаче

Условие соседства в планетарной зубчатой передаче является ...

- A. дополнительным условием синтеза, определяющим возможность сборки передачи при использовании нескольких сателлитов.
- B. основным условием синтеза, определяющим точность воспроизведения заданного передаточного отношения
- C. дополнительным условием синтеза, выражающим необходимость расположения геометрических осей центральных зубчатых колес на одной прямой
- D. дополнительным условием синтеза, определяющим возможность установки нескольких сателлитов в водиле без соприкосновения вершин зубьев соседних сателлитов

Условие сборки в планетарной зубчатой передаче является...

- A. дополнительным условием синтеза, определяющим возможность сборки передачи при использовании нескольких сателлитов
- B. основным условием синтеза, определяющим точность воспроизведения заданного передаточного отношения
- C. дополнительным условием синтеза, определяющим возможность установки нескольких сателлитов в водиле без соприкосновения вершин зубьев соседних сателлитов
- D. дополнительным условием синтеза, выражающим необходимость расположения геометрических осей центральных зубчатых колес на одной прямой

Центр масс системы подвижных звеньев при статической

уравновешенности механизмов должен быть ...

- A. уравновешен
- B. неподвижен
- C. находиться на начальном звене
- D. находиться на выходном звене

Любое вращающиеся звено можно уравновесить с помощью ...  
противовесов.

- A. пяти
- B. трёх
- C. двух
- D. четырёх

Жёсткий ротор может быть неуравновешен статически,  
динамически и...

- A. инерциально
- B. моментно
- C. частично
- D. вибрационно

Жёсткий ротор может быть неуравновешен динамически,  
моментно и...

- A. вибрационно
- B. инерциально
- C. частично
- D. статически

Жесткий ротор может быть неуравновешен статически, моментно  
и ...

- A. инерциально
- B. динамически
- C. частично
- D. вибрационно

Неуравновешенность ротора вызывает...

- A. повышение динамических нагрузок на опоры
- B. неравномерность вращения
- C. уменьшение угловой скорости вращения
- D. увеличение угловой скорости вращения

Неуравновешенность ротора вызывает... динамических нагрузок  
на опоры.

- A. сохранение
- B. уменьшение
- C. увеличение
- D. затухание

При совпадении частоты вынужденных колебаний с частотой  
свободных колебаний возникает ...

- A. дисбаланс
- B. вибрация
- C. резонанс

Метод ... используют для статического уравновешивания  
механизма.

- A. приведения сил
- B. приведения масс
- C. заменяющих механизмов

Сбалансированный механизм ... при изменении угловой  
скорости начального звена.

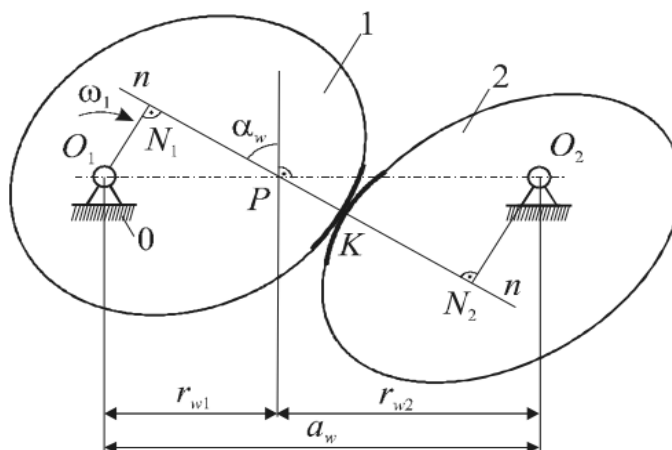
- А. меняет положение центра масс
- В. перестаёт быть уравновешенным
- С. остаётся уравновешенным

Метод заменяющих масс используют для ... уравнивания механизмов.

- А. инерциального
- В. динамического
- С. моментного
- Д. статического

### Задача

Дана высшая кинематическая пара, образованная звеньями 1 и 2, вращающимися вокруг осей, проходящих через точки  $O_1$  и  $O_2$ ,  $(n - n)$  – общая нормаль к контактирующим профилям, проведенная через точку контакта  $K$ . Угол зацепления  $\alpha_w = \pi/3$ , расстояние  $O_1N_1 = 100$  мм. Угловая скорость первого звена  $\omega_1 = 15$  рад/с, передаточное отношение постоянно и равно  $|i_{12}| = 1,5$ . Определить радиус начальной окружности и угловую скорость звена 2.



### Вопросы к экзамену

1. Виды зубчатых передач. 2. Теорема о проекциях линейных скоростей точки касания в высших кинематических парах на общую нормаль. 3. Основная теорема зацепления. 4. Что такое эвольвента? 5. Свойства эвольвенты. 6. Геометрические характеристики эвольвентного зубчатого колеса. 7. Как определить диаметр окружности вершин? 8. Как определить диаметр окружности впадин? 9. Как определить диаметр основной окружности? 10. Как определить диаметр начальной окружности? 11. Как определить шаг по делительной окружности? 12. Как определить высоту зуба? 13. Как определить высоту головки зуба? 14. Как определить высоту ножки зуба? 15. Что такое линия зацепления? 16. Как определить рабочую часть линии зацепления? 17. Что такое дуга зацепления? 18. Физический смысл коэффициента перекрытия. 19. Как найти коэффициент удельного давления? 20. Как найти коэффициент относительного скольжения? 21. Способы изготовления зубчатых колес. 22. Физический смысл исходного контура. 23. Положительные, отрицательные и нулевые зубчатые колеса. 24. Что такое коэффициент смещения? 25. Геометрические размеры эвольвентного зубчатого колеса, изготовленного со смещением исходного контура. 26. Определение передаточного отношения для многоступенчатых зубчатых механизмов. 27. Дифференциальные зубчатые механизмы. 28. Планетарные зубчатые механизмы. 29. Принцип обращенного движения. 30. Определение передаточного отношения для дифференциальных и планетарных зубчатых механизмов. 31. Классификация кулачковых механизмов. 32. Законы движения ведомых звеньев. 33. Кинематическое условие. 34. Динамическое условие. 35. Понятие о

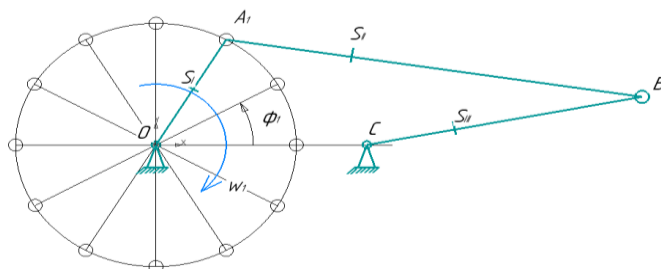


динамической модели механизма. 36. Параметры динамической модели: приведённая сила  $F_{пр}$ ; приведённый момент силы  $M_{пр}$ ; приведённая масса  $m_{пр}$ ; приведённый момент инерции  $I$ . 37. Основные уравнения движения. 38. Как найти работу приведенных движущих сил на заданном перемещении? 39. Как найти работу приведенных сил сопротивления на том же перемещении? 40. Как определить величину угловой скорости  $\omega$  в разные промежутки времени? 41. Режимы движения механизма. 42. Неравномерное движение механизма. 43. Установившийся режим движения механизма. 44. Коэффициент неравномерности движения. 45. Способы регулирования неравномерности движения. 46. Маховик и его роль в регулировании неравномерности движения. 47. Определение момента инерции и размеров маховика. 48. Диаграмма энергомасс. 49. Определение момента инерции по диаграмме энергомасс. 50. Определение по диаграмме энергомасс максимальной и минимальной угловой скорости. 51. Определение коэффициента полезного действия (к.п.д). 52. Цикловой к.п.д. механизма. 53. Коэффициент потерь. 54. Мгновенный к.п.д. механизма. 55. К.п.д. при последовательном и параллельном соединении механизмов. 56. Явление самоторможения. 57. Силы трения в механизмах. 58. Законы трения. 59. Трение в поступательной кинематической паре. 60. Трение во вращательной кинематической паре. 61. Трение в высшей кинематической паре.

### Образец билета к экзамену

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им.акад. М.Д. Миллионщикова  
Институт нефти и газа  
Кафедра «Прикладная механика и инженерная графика»  
Группа "... " Семестр "весенний"  
Дисциплина "Теория механизмов и машин"  
Билет № 1

1. Виды зубчатых передач
2. Эвольвента зацепления
3. Определить уравнивающую силу одним из методов: рычаг Жуковского или выполнив силовой анализ рычажного механизма. Дано:  $OA=0.1$  м,  $OS_1=0.5$  м,  $AB=0.25$  м,  $AS_2=0.083$  м,  $BC=0.2$  м,  $\phi=30^\circ$ ,  $\omega_1=10$  рад/с,  $m_1=1$  кг,  $m_2=3$  кг,  $m_3=2$  кг.



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Кокорева О.Г. Теория механизмов и машин : методические рекомендации по выполнению курсового проекта / Кокорева О.Г.. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 52 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46852.html>
2. Кокорева О.Г. Теория механизмов и машин : курс лекций / Кокорева О.Г.. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 83 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/46856.html>
3. Кузнецов Н.К. Теория механизмов и машин : учебное пособие / Кузнецов Н.К.. — Иркутск : Иркутский государственный технический университет, 2014. — 104 с. — ISBN 978-5-8038-0935-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23076.html>
4. Прикладная механика. Теория механизмов и машин : учебное пособие / А.Д. Бардовский [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 96 с. — ISBN 978-5-87623-889-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/64193.html>
5. Интернет-ресурсы:

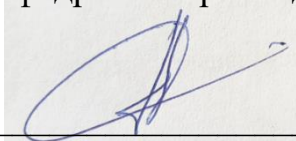
<http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория>: Теория механизмов и машин – основные понятия и определения

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Интернет-библиотека
2. Наборы диапозитивов (фолий) для лекционных занятий.
3. Набор плакатов.
4. Электронный конспект лекций
5. Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Класс с видеопроектором. Компьютерный класс. Специализированная лаборатория.

**Составитель:**

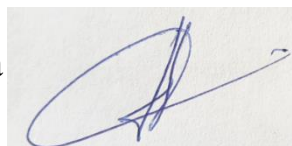
Доцент кафедры «Прикладная механика и инженерная графика»



\_\_\_\_\_/ М.А. Саидов

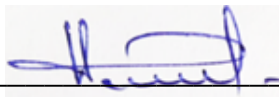
**СОГЛАСОВАНО:**

Зав., кафедрой «Прикладная механика  
и инженерная графика»



\_\_\_\_\_/ М.А. Саидов/

Зав. выпускающей каф.  
«Технологические машины  
и оборудование»



\_\_\_\_\_/Эльмурзаев А.А./

Директор ДУМР  
Магомаева



\_\_\_\_\_/М.А.