

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.11.2023 23:15:47

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

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

**имени академика М. Д. Миллионщикова**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Первый проректор**

**И.Г. Гайрабеков**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Теория механизмов и машин»**

**Направление подготовки**

**21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии**

**Профиль**

**«Разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений»**

**Квалификация**

**Специалист**

**Грозный – 2020**

## **1. Цели и задачи дисциплины**

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

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

Задачи ТММ: 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**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

- способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий (ОПК-5).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- технологию экспериментальной деятельности;
- стандартное оборудование для проведения экспериментальных исследований в зависимости от выбранной сферы профессиональной деятельности.

**Уметь:**

- сопоставлять технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве;
- обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы.

**Владеть:**

- техникой экспериментирования с использованием пакетов программ.

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины

Таблица 1

| Вид учебной работы                           | Всего часов/зач.ед.     |                | Семестры       |                |            |
|--|-------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|
|  | ОФО                     | ЗФО            | 4              | 3              |            |
|  |                         |                | ОФО            | ЗФО            |            |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>            | 48/1,33                 | 12/0,33        | 48/1,33        | 12/0,33        |            |
| В том числе:                                 |                         |                |                |                |            |
| Лекции                                       | 16/0,44                 | 4/0,11         | 16/0,44        | 4/0,11         |            |
| Практические занятия                         | 32/1                    | 8/0,22         | 32/1           | 8/0,22         |            |
| Семинары                                     |                         |                |                |                |            |
| Лабораторные работы                          |                         |                |                |                |            |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>        | <b>60/1,66</b>          | <b>96/2,66</b> | <b>60/1,66</b> | <b>96/2,66</b> |            |
| В том числе:                                 |                         |                |                |                |            |
| Контрольная работа                           |                         | 36/1           |                | 36/1           |            |
| Расчетно-графические работы                  | 36/1                    |                | 36/1           |                |            |
| ИТР  |                         |                |                |                |            |
| Рефераты                                     |                         |                |                |                |            |
| Доклады                                      |                         |                |                |                |            |
| Презентации                                  |                         |                |                |                |            |
| <i>И другие виды самостоятельной работы:</i> | 24/0,66                 | 60/1,66        | 24/0,66        | 60/1,66        |            |
| Подготовка к практическим занятиям           | 12/0,33                 | 48/1,33        | 12/0,33        | 48/1,33        |            |
| Подготовка к зачету                          | 12/0,33                 | 12/0,33        | 12/0,33        | 12/0,33        |            |
| <b>Вид отчетности</b>                        |                         |                | <b>зачет</b>   | <b>зачет</b>   |            |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>         | <b>ВСЕГО в часах</b>    | <b>108</b>     | <b>108</b>     | <b>108</b>     | <b>108</b> |
|  | <b>ВСЕГО в зач. ед.</b> | <b>3</b>       | <b>3</b>       | <b>3</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 |     |
|-------|--|-----------------|-----|------------------|-----|-------------|-----|
|       |  | ОФО             | ЗФО | ОФО              | ЗФО | ОФО         | ЗФО |
| 1     | Введение. Избыточные связи в механизмах      | 2               | 1   | 4                | 1   | 6           | 2   |
| 2     | Рычажные механизмы                           | 4               | 1   | 8                | 2   | 12          | 3   |
| 3     | Силовой расчет механизмов                    | 2               | 1   | 4                | 2   | 6           | 3   |
| 4     | Динамика машин                               | 2               | -   | 4                | 1   | 6           | 1   |
| 5     | Кулачковые механизмы                         | 2               | -   | 4                | 1   | 6           | 1   |
| 6     | Зубчатые механизмы                           | 4               | 1   | 8                | 1   | 12          | 2   |

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины            | Содержание раздела  |
|-------|--|---|
| 1     | Введение.<br>Избыточные связи в механизмах | Основные понятия ТММ. 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 4

| № п/п | Наименование раздела дисциплины            | Содержание раздела   |
|-------|--|--|
| 1     | Введение.<br>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.   |

|          |                      |   |
|----------|----------------------|---|
| <b>4</b> | Динамика машин       | Решение задач на темы: Уравновешивание механизмов                 |
| <b>5</b> | Кулачковые механизмы | Решение задач на тему: Проектирование кулачковых механизмов       |
| <b>6</b> | Зубчатые механизмы   | Решение задач на темы: Механизмы с высшими кинематическими парами |

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

### **6.1. 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.

### **6.2. 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.

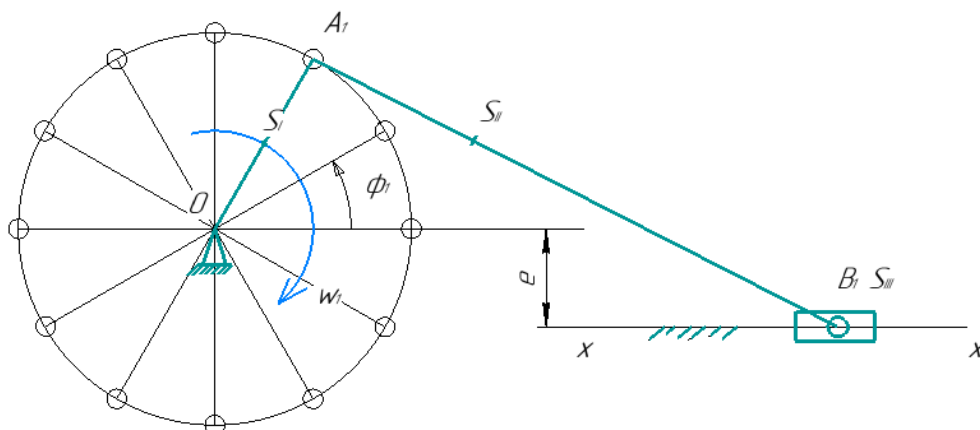
## **7. Оценочные средства**

### **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 к 1 рубежной аттестации  
 Построить планы механизма, скоростей и ускорений для заданного  
 механизма при  $\phi_1 =$   
 Дано:  $L_{OA} = 0,2$  м,  $L_{AB} = 0,6$  м,  $L_{AS_2} = 1/3 AB$   $e = 0,1$  м,  $\omega_1 = 10$  рад/с



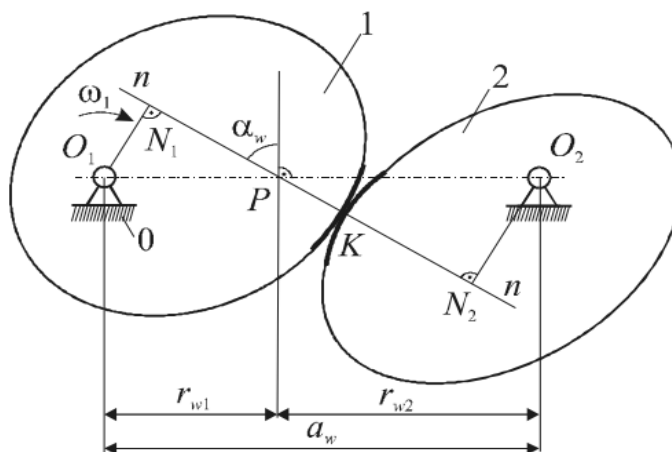
### Вопросы к 2 рубежной аттестации

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 Ассура 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 уравновешивания?
29. Как записывается условие динамического уравновешивания?
30. Как записывается условие полного уравновешивания?
31. Что такое статический и динамический дисбалансы?
32. Способы уравновешивания машин на фундаменте.
33. Сколько грузов необходимо для полного уравновешивания?
34. Что такое ротор?
35. Как проводится статическая и динамическая балансировка роторов?

### Образец билета к рубежной аттестации

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  $|u_{12}| = 1,5$ . Определить радиус начальной окружности и угловую скорость звена 2.



### Вопросы к зачету

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? (ОПК-5)
8. Как определить диаметр окружности впадин? (ОПК-5)
9. Как определить диаметр основной окружности? (ОПК-5)
10. Как определить диаметр начальной окружности? (ОПК-5)
11. Как определить шаг по делительной окружности? (ОПК-5)
12. Как определить высоту зуба? (ОПК-5)
13. Как определить высоту головки зуба? (ОПК-5)
14. Как определить высоту ножки зуба? (ОПК-5)
15. Что такое линия зацепления?
16. Как определить рабочую часть линии зацепления? (ОПК-5)
17. Что такое дуга зацепления?
18. Физический смысл коэффициента перекрытия.
19. Как найти коэффициент удельного давления? (ОПК-5)
20. Как найти коэффициент относительного скольжения? (ОПК-5)
21. Способы изготовления зубчатых колес. (ОПК-5)
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. (ОПК-5)
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. (ОПК-5)
48. Диаграмма энергомасс. (ОПК-5)
49. Определение момента инерции по диаграмме энергомасс. (ОПК-5)
50. Определение по диаграмме энергомасс максимальной и минимальной угловой скорости. (ОПК-5)
51. Определение коэффициента полезного действия (к.п.д).

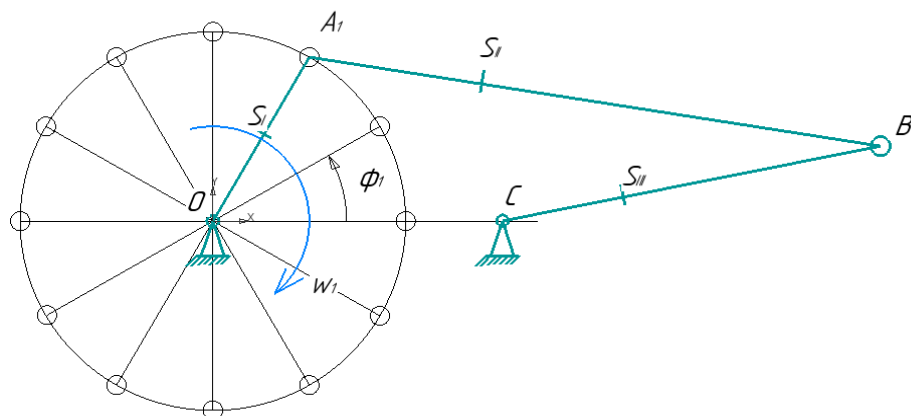


52. Цикловой к.п.д. механизма.
53. Коэффициент потерь.
54. Мгновенный к.п.д. механизма.
55. К.п.д. при последовательном и параллельном соединении механизмов.
56. Явление самоторможения.
57. Силы трения в механизмах.
58. Законы трения.
59. Трение в поступательной кинематической паре.
60. Трение во вращательной кинематической паре.
61. Трение в высшей кинематической паре.

### Образец билета к зачету

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

Определить уравновешивающую 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.



### Текущий контроль

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 движение 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 - Малышева.
- 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.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Волокитин Г.Г. Теория механизмов и механика машин. Учеб. пособие для студентов мех. специальностей строит. вузов / Г. Г. Волокитин, В. Ф. Филиппов, Н. И. Кузьменко; Под общ. ред. В. Ф. Филиппова; М-во образования Рос. Федерации. Том. гос. архитектур.-строит. ун-т. Томск, 2003.
2. Руппель А.И. Теория механизмов и машин. Учебное пособие для студентов немашиностроительных специальностей вузов / Министерство образования Российской Федерации, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Омск, 2003.
3. Ермак. В.Н. Теория механизмов и машин. Учебное пособие, Кемерово 2011-161 с.
4. 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.

Интернет-ресурсы:

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

[http://meh.samgtu.ru/sites/meh.samgtu.ru/files/shast\\_1.pdf](http://meh.samgtu.ru/sites/meh.samgtu.ru/files/shast_1.pdf). Теория механизмов: учеб.

<http://www.lib.madi.ru/fel/fel1/fel15E246.pdf>. Теория механизмов и машин: учеб.

<http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2012/Nedovodeev1.pdf>. Курс лекций по теории механизмов и машин

## **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:**

Ст. преподаватель кафедры

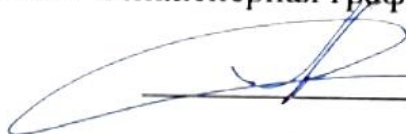
«Прикладная механика и инженерная графика»



/А.А. Шуаипов

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой «Прикладная механика и инженерная графика»



/М.А. Саидов

Зав. выпускающей каф. «БРНГМ»



/А.Ш. Халадов

Директор ДУМР ГГНТУ



/М.А. Магомаева