

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
Кафедра «Механика и анализ конструкций и процессов»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

*Макурин* 20 18 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**унифицированной дисциплины**  
**«Теоретическая механика»**  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки бакалавров  
по направлениям подготовки

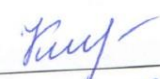
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника  
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

777, 777

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| Форма обучения      | очная        |
| Технология обучения | традиционная |

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы  
Старший преподаватель кафедры  
«Механика и анализ конструкций и  
процессов»

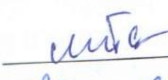
 Ю.Б.Колошенко  
«20» сентября 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская  
«20» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой  
«Механика и анализ конструкций и  
процессов»

 А.А.Буренин  
«20» сентября 2017 г.

Декан ФЭТМТ

 А.В.Космынин  
«20» сентября 2017 г.

Начальник УМУ

 Е.Е.Поздеева  
«20» сентября 2017 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, утверждённых приказами Министерства образования и науки Российской Федерации по направлениям подготовки:

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника (ТЭ), приказ Минобрнауки России № 1081 от 01 октября 2015 г.;

23.03.03, Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (ЭТ), приказ Минобрнауки России №1470 от 14 декабря 2015 г..

## 1 Аннотация дисциплины

|                                                 |                                                                                                  |                         |             |         |                              |                      |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|---------|------------------------------|----------------------|
| Наименование дисциплины                         | Теоретическая механика                                                                           |                         |             |         |                              |                      |
| Цель дисциплины                                 | Изучение основных понятий, законов и задач механики для использования их в изучаемых дисциплинах |                         |             |         |                              |                      |
| Задачи дисциплины                               | Понимать условия задач механики и правила их решения                                             |                         |             |         |                              |                      |
| Основные разделы дисциплины                     | Статика;<br>Кинематика;<br>Динамика                                                              |                         |             |         |                              |                      |
| Общая трудоёмкость дисциплины (по направлениям) | 2 семестр - 3 з. е./108 академических часа;<br>3 семестр - 3 з. е./108 академических часа;       |                         |             |         |                              |                      |
|                                                 | Семестр                                                                                          | Аудиторная нагрузка, ч. |             | СРС, ч. | Промежуточная аттестация, ч. | Всего за семестр, ч. |
|                                                 |                                                                                                  | Лекции                  | Пр. занятия |         |                              |                      |
| 13.03.01 (ТЭ)                                   | 2 семестр                                                                                        | 34ч.                    | 34 ч.       | 40 ч.   |                              | 108 ч.               |
|                                                 | 3 семестр                                                                                        | 17ч                     | 17ч         | 38 ч.   | 36 ч.                        | 108 ч.               |
| ИТОГО:                                          |                                                                                                  | 51ч.                    | 51ч.        | 78ч.    | 36 ч.                        | 216ч.                |
| 23.03.03 (ЭТ)                                   | 2 семестр                                                                                        | 34ч.                    | 34 ч.       | 40 ч.   |                              | 108 ч.               |
|                                                 | 3 семестр                                                                                        | 17ч                     | 17ч         | 74 ч.   |                              | 108 ч.               |
| ИТОГО:                                          |                                                                                                  | 51 ч.                   | 51ч.        | 114ч.   |                              | 216ч.                |

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1–Общепрофессиональные и специальные общепрофессиональные компетенции, заданные ФГОС ВО по направлениям подготовки/специальностям

| № п/п | Код направления | Наименование направления                                         | Компетенции, формируемые на основании учебных планов |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|-----------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                 |                                                                  | Код компетенции                                      | Формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1     | 13.03.01        | Теплоэнергетика и теплотехника (ТЭ)                              | ОПК-2                                                | Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. |
| 2     | 23.03.03        | Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (ЭТ) | ОПК-3                                                | Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.                                                                                          |

В целях унификации на основании компетенций выпускника, определенных ФГОС ВО по направлениям подготовки, разработана унифицированная дисциплинарная компетенция (**УДК<sub>тм</sub>**) по дисциплине «**Теоретическая механика**»:

**УДК<sub>тм</sub>** - Способность понимать сущность и интерпретировать механические явления на базовом уровне при помощи соответствующего теоретического аппарата, объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем механики и их следствий, использовать ме-

тоды математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения прикладных задач.

Дисциплина «Теоретическая механика» нацелена на формирование знаний, умений и навыков формирования компетенции *УДКтм* в процессе освоения образовательных программ, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Компетенции, знания, умения, навыки

| Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Перечень знаний (с указанием шифра)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Перечень умений (с указанием шифра)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Перечень навыков (с указанием шифра)                                                                                                                                                                                         |
| <b>УДКтм</b> - Способность понимать сущность и интерпретировать механические явления на базовом уровне при помощи соответствующего теоретического аппарата, объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем механики и их следствий, использовать методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения прикладных задач. | <b>2 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>З1 (УДКтм-2)</b> - основные понятия и аксиомы механики, случаи приведения действующей на тело системы сил к простейшему виду, условия уравновешенности произвольной системы сил, методы нахождения реакций связей в покоящейся системе твердых тел, способы нахождения их центров тяжести; законы трения скольжения и качения;<br><b>З2 (УДКтм-2)</b> – кинематические характеристики движения точки при различных способах задания движения; характеристики движения тела и его отдельных точек при различных способах задания движения; скорость и ускорение точки при сложном движении; | <b>У1 (УДКтм-2)</b> - приводить системе действующих сил к более простому эквивалентному виду, составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел;<br><br><b>У2 (УДКтм-2)</b> - вычислять скорости и ускорения точек тел и самих тел, совершающих поступательное, вращательное и плоское движения; | <b>Н1 (УДКтм-2)</b> - навыками исследования равновесия твердого тела (системы тел) под действием плоской и пространственной систем сил;<br><b>Н2 (УДКтм-2)</b> – навыками решения задач по кинематике точки и твердого тела; |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                     |
|  | <b>3 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                     |
|  | <b>З1 (УДКтм-3)</b> - дифференциальные уравнения движения точки относительно инерциальной и неинерциальной системы координат; общие теоремы динамики, основные понятия и принципы аналитической механики (принцип Даламбера, принцип возможных перемещений) | <b>У1 (УДКтм-3)</b> - решать прямую и обратную задачи динамики точки; вычислять кинетическую энергию много массовой системы, работу сил, приложенных к твердому телу при указанных движениях. | <b>Н1 (УДКтм-3)</b> - навыками составления и решения дифференциальных уравнений движения точки и системы, основами методов механики |

### **3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина(модуль) «Теоретическая механика» изучается на 1 и 2 курсах, во 2 и в 3 семестрах.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к *базовой* части.

Формирование компетенции *УДКтм* основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин математика, физика.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

| Объем дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                        | Всего академических часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                         | Очная форма обучения      |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                                                                                                                                                                                                           | 144                       |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>                                                                                                                                                                      | 216                       |
| В том числе:                                                                                                                                                                                                                                                            | 102                       |
| <b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)                                                                                                             | 51                        |
| <b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)                                                                                                                              | 51                        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза | 78 (13.03.01)             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                         | 114 (23.03.03)            |
| Промежуточная аттестация обучающихся                                                                                                                                                                                                                                    | 36 (13.03.01)             |

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

Таблица 4 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

| Наименование разделов, тем и содержание материала | Компонент учебного плана | Трудоёмкость (в часах) | Форма проведения            | Планируемые (контролируемые) результаты освоения |                        |
|---------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|
|                                                   |                          |                        |                             | Компетенции                                      | Знания, умения, навыки |
| 2 семестр                                         |                          |                        |                             |                                                  |                        |
| Раздел 1 Статика                                  |                          |                        |                             |                                                  |                        |
| Аксиомы и реакции связей.                         | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |
| Действия над векторами                            | Практическое занятие     | 2                      | Традиционная                | УДКтм                                            | У1(УДКтм-2)            |
| Система сходящихся сил                            | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |
| Плоская система сходящихся сил                    | Практическое занятие     | 2                      | Традиционная                | УДКтм                                            | У1(УДКтм-2)            |
| Фермы. Определение усилий в стержнях фермы        | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |
| Теория пар                                        | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |
| Пространственная система сходящихся сил           | Практическое занятие     | 2                      | Традиционная                | УДКтм                                            | У1(УДКтм-2)            |
| Произвольная плоская система сил                  | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |
| Плоская система сил                               | Практическое занятие     | 2                      | Традиционная                | УДКтм                                            | У1(УДКтм-2)            |
| Пространственная система сил                      | Лекция                   | 2                      | Интерактивная (презентация) | УДКтм                                            | 31(УДКтм-2)            |

|                                                                                 |                                    |    |                                             |       |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----|---------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|
|                                                                                 |                                    |    | ция)                                        |       |                                              |
| Плоская система сил (система сил)                                               | Практическое занятие               | 2  | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм-2)                                  |
| Произвольная пространственная система сил                                       | Практическое                       | 2  | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм-2)                                  |
| Трение скольжения и трение качения                                              | Лекция                             | 2  | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 31(УДКтм-2)                                  |
| Равновесие при наличии сил трения                                               | Практическое                       | 2  | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм-2)                                  |
| Центр тяжести. Методы нахождения центра тяжести                                 | Лекция                             | 2  | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 31(УДКтм-2)                                  |
| Нахождение центра тяжести                                                       | Практическое занятие               | 2  | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм-2)                                  |
| Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)         |                                    | 5  | Выполнение заданий                          | УДКтм | Н1(УДКтм-2);                                 |
| Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины) |                                    | 5  | Чтение основной и дополнительной литературы | УДКтм |                                              |
| Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР (задача 1))                  |                                    | 6  | Выполнение заданий                          | УДКтм |                                              |
| <b>Текущий контроль по разделу 1</b>                                            |                                    |    | РГР (задача 1)                              | УДКтм | 31(УДКтм-2);<br>У1(УДКтм-2);<br>Н1(УДКтм-2); |
| <b>ИТОГО по разделу 1</b>                                                       | Лекции                             | 16 | -                                           |       |                                              |
|                                                                                 | Практические занятия               | 16 | -                                           |       |                                              |
|                                                                                 | Самостоятельная работа обучающихся | 16 | -                                           |       |                                              |
| <b>Раздел 2 Кинематика</b>                                                      |                                    |    |                                             |       |                                              |
| Кинематика точки                                                                | Лекция                             | 2  | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 32(УДКтм-2)                                  |

|                                                                                 |                      |   |                                             |       |             |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---------------------------------------------|-------|-------------|
| Задание движения, скорость и ускорение точки                                    | Практическое занятие | 4 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Простейшие движения тела                                                        | Лекция               | 4 | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 32(УДКтм-2) |
| Вращательное движение тела                                                      | Практическое занятие | 4 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Плоское движение тела                                                           | Лекция               | 4 | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 32(УДКтм-2) |
| Скорости точки при плоском движении                                             | Практическое занятие | 2 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Ускорение точки при плоском движении                                            | Практическое занятие | 2 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Сферическое и свободное движение тела                                           | Лекция               | 4 | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 32(УДКтм-2) |
| Скорости и ускорения точки при сферическом движении                             | Практическое занятие | 2 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Сложное движение точки                                                          | Лекция               | 4 | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 32(УДКтм-2) |
| Скорости и ускорения точки при сложном движении                                 | Практическое занятие | 4 | Традиционная                                | УДКтм | У2(УДКтм-2) |
| Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)         |                      | 6 | Выполнение заданий                          | УДКтм | Н2(УДКтм-2) |
| Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины) |                      | 6 | Чтение основной и дополнительной литературы | УДКтм |             |
| Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР (задача 2,3))                |                      | 6 | Выполнение заданий                          | УДКтм |             |

|                                                                      |                                    |    |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----|------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к контрольной работе) |                                    | 6  | Выполнение заданий                       | УДК <sub>тм</sub> |                                                                                                                                                                      |
| <b>Текущий контроль по разделу 2</b>                                 |                                    |    | РГР (задача 2, 3);<br>Контрольная работа | УДК <sub>тм</sub> | 32(УДК <sub>тм</sub> -2);<br>У2(УДК <sub>тм</sub> -2);<br>Н2(УДК <sub>тм</sub> -2);                                                                                  |
| <b>ИТОГО по разделу 2</b>                                            | Лекции                             | 18 |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
|                                                                      | Практические занятия               | 18 |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
|                                                                      | Самостоятельная работа обучающихся | 24 |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
| <b>Промежуточный контроль</b>                                        | <b>зачет</b>                       |    |                                          | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -2)<br>32(УДК <sub>тм</sub> -2)<br>У1(УДК <sub>тм</sub> -2)<br>У2(УДК <sub>тм</sub> -2)<br>Н1(УДК <sub>тм</sub> -2)<br>Н2(УДК <sub>тм</sub> -2) |
| <b>ИТОГО по 2 семестру</b>                                           | Лекции                             | 34 | -                                        | -                 | -                                                                                                                                                                    |
|                                                                      | Практические занятия               | 34 | -                                        | -                 | -                                                                                                                                                                    |
|                                                                      | Самостоятельная работа обучающихся | 40 | -                                        | -                 | -                                                                                                                                                                    |
| <b>3 семестр</b>                                                     |                                    |    |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
| <b>Раздел 3 Динамика</b>                                             |                                    |    |                                          |                   |                                                                                                                                                                      |
| Динамика точки                                                       | Лекция                             | 1  | Интерактивная (презентация)              | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Первая задача динамики                                               | Практическое занятие               | 1  | Традиционная                             | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Вторая задача динамики                                               | Практическое занятие               | 1  | Традиционная                             | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Колебательное движение материальной точки                            | Лекция                             | 2  | Интерактивная (презентация)              | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Свободные колебания материальной точки                               | Практическое занятие               | 1  | Традиционная                             | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Вынужденные колебания материальной точки                             | Практическое занятие               | 1  | Традиционная                             | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |
| Динамика отнoсительного                                              | Лекция                             | 2  | Интерактивная                            | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3)                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                               |                      |   |                             |                   |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|-----------------------------|-------------------|--------------------------|
| движения материальной точки                                                                                                                                                                                   |                      |   | (презентация)               |                   |                          |
| Относительное движение точки                                                                                                                                                                                  | Практическое занятие | 1 | Традиционная                | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Механическая система. Центр масс. Внешние и внутренние силы. Дифференциальные уравнения движения системы точек. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения механической системы | Лекция               | 2 | Интерактивная (презентация) | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Теорема о движении центра масс                                                                                                                                                                                | Практическое занятие | 1 | Традиционная                | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Теорема об изменении количества движения механической системы                                                                                                                                                 | Практическое занятие | 2 | Традиционная                | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Момент количества движения механической системы. Момент инерции. Теорема об изменении момента количества движения механической системы.                                                                       | Лекция               | 2 | Интерактивная (презентация) | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Теорема об изменении момента количества движения механической системы.                                                                                                                                        | Практическое занятие | 2 | Традиционная                | УДК <sub>тм</sub> | У1(УДК <sub>тм</sub> -3) |
| Работа и мощность. Кинетическая энергия. Теорема об из-                                                                                                                                                       | Лекция               | 2 | Интерактивная (презентация) | УДК <sub>тм</sub> | 31(УДК <sub>тм</sub> -3) |

|                                                                                               |                                    |               |                                             |       |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|
| менении кинетической энергии.                                                                 |                                    |               |                                             |       |                                                 |
| Теорема об изменении кинетической энергии                                                     | Практическое занятие               | 2             | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм -3)                                    |
| Основные понятия и принципы аналитической механики                                            | Лекция                             | 6             | Интерактивная (презентация)                 | УДКтм | 31(УДКтм -3)                                    |
| Принцип возможных перемещений                                                                 | Практическое занятие               | 2             | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм -3)                                    |
| Общее уравнение динамики                                                                      | Практическое занятие               | 2             | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм -3)                                    |
| Уравнения Лагранжа второго рода                                                               | Практическое занятие               | 1             | Традиционная                                | УДКтм | У1(УДКтм-3)                                     |
| Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям) (13.03.01/23.03.03)   |                                    | 10/30         | Выполнение заданий                          | УДКтм | Н1(УДКтм-3)                                     |
| Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)               |                                    | 10/30         | Чтение основной и дополнительной литературы | УДКтм |                                                 |
| Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)                                           |                                    | 9/14          | Выполнение заданий                          | УДКтм |                                                 |
| Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к контрольной работе) для направления 13.03.01 |                                    | 9             |                                             |       |                                                 |
| Текущий контроль по разделу 3                                                                 |                                    |               | РГР; контрольная работа (13.03.01)          | УДКтм | 31(УДКтм -3);<br>У1(УДКтм -3);<br>Н1(УДКтм -3); |
| ИТОГО по разделу 3                                                                            | Лекции                             | 17            | -                                           | -     | -                                               |
|                                                                                               | Практические занятия               | 17            | -                                           | -     | -                                               |
|                                                                                               | Самостоятельная работа обучающихся | 38 (13.03.01) |                                             | -     | -                                               |
|                                                                                               |                                    | 74 (23.03.03) |                                             | -     | -                                               |
| Промежуточная аттестация по дисциплине                                                        |                                    | 36 (13.03.01) | экзамен                                     | УДКтм | 31(УДКтм -3)<br>У1(УДКтм -3)<br>Н1(УДКтм -3)    |
| ИТОГО по                                                                                      | Лекции                             | 68            | -                                           | -     | -                                               |

|                                                                                                                       |                                                        |       |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|---|---|---|
| <b>дисциплине</b>                                                                                                     | Практические занятия                                   | 34    | - | - | - |
|                                                                                                                       | Самостоятельная работа обучающихся (13.03.01/23.03.03) | 38/74 | - | - | - |
| <b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 216 часа, в том числе с использованием активных методов обучения 68 часа. |                                                        |       |   |   |   |

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Теоретическая механика», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка и оформление расчётно-графической работы, подготовка и выполнение контрольной работы.

Отчёт по расчётно-графической работе выполняется в виде пояснительной записки подготовленной на компьютере. Пояснительная записка должна содержать подробную постановку задач, расчётную и графическую часть с необходимыми комментариями по ходу решения задач. Титульный лист к пояснительной записке делается один на все три задачи. Образец титульного листа приведён в РД ФГБОУ ВО «КНАГУ» 013-2016.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 2005.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. А.А. Яблонский, С.С. Норейко и др. Санкт-Петербург: Лань, 2006.
3. Кирсанов М.Н. Теоретическая механика. Решебник под ред. А.И. Кириллова. М.: Физматлит, 2008.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 5.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1 - 3 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблицах 5.1, 5.2, 5.3

Таблица 5.1- Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы во 2 семестре

| Вид самостоятельной работы                 | Часов в неделю |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Итого по видам работ |
|--------------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
|                                            | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |                      |
| Изучение теоретических разделов дисциплины |                | 1 |   | 1 |   | 1 |   | 1 |   | 1  | 1  | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1  |    | 11                   |
| Подготовка к практическим занятиям         |                | 1 |   | 1 |   | 1 |   | 1 |   | 1  | 1  | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1  |    | 11                   |
| Подготовка к контрольной работы            |                |   |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    | 6                    |
| выполнение РГР                             |                |   | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |   | 1 | 2  | 1  | 2  |    |    |    |    |    |    | 12                   |
| Итого во 2 семестре                        |                | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 5  | 4  | 5  | 1  | 3  | 3  | 2  | 2  |    | 40                   |

Таблица 5.2- Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы в 3 семестре (направление 23.03.03)

| Вид самостоятельной работы                 | Часов в неделю |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Итого по видам работ |
|--------------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
|                                            | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |                      |
| Изучение теоретических разделов дисциплины | 1              | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  |    | 30                   |
| Подготовка к практическим занятиям         | 1              | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  |    | 30                   |
| Выполнение РГР                             |                |   |   | 2 | 2 | 2 |   |   | 2 | 2  | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    | 14                   |
| Итого в 3 семестре                         | 2              | 2 | 4 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6  | 6  | 6  | 4  | 4  | 4  | 2  | 2  |    | 74                   |

Таблица 5.3- Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы в 3 семестре (направление 13.03.01)

| Вид самостоятельной работы                 | Часов в неделю |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Итого по видам работ |
|--------------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
|                                            | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |                      |
| Изучение теоретических разделов дисциплины |                | 1 |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   | 1  | 1  | 1  |    | 1  |    | 1  |    |    | 10                   |
| Подготовка к практическим занятиям         |                | 1 |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   | 1  | 1  | 1  |    | 1  |    | 1  |    |    | 10                   |
| Подготовка к контрольной работе            |                |   |   |   |   |   |   | 1 | 2 | 2  | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    | 9                    |
| Выполнение РГР                             |                | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 9                    |
| Итого в 3 семестре                         |                | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4  | 4  | 4  |    | 2  |    | 2  |    |    | 38                   |

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 6 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства            | Показатели оценки                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Статика                                  | 31 (УДК <sub>тм</sub> )                       | РГР (задача 1),                             | Определяет реакции опор и внутренние усилия в элементах конструкции. Владеет навыками составления уравнений статики                                                            |
|                                          | У1 (УДК <sub>тм</sub> );                      |                                             |                                                                                                                                                                                |
|                                          | Н1 (УДК <sub>тм</sub> )                       |                                             |                                                                                                                                                                                |
| Кинематика                               | 32 (УДК <sub>тм</sub> );                      | РГР (задача 2,3), контрольная работа        | Определяет кинематические характеристики движения твердого тела и системы твердых тел.                                                                                         |
|                                          | У2 (УДК <sub>тм</sub> );                      |                                             |                                                                                                                                                                                |
|                                          | Н2 (УДК <sub>тм</sub> )                       |                                             |                                                                                                                                                                                |
| Динамика                                 | 33 (УДК <sub>тм</sub> );                      | РГР; контрольная работа (13.03.01); экзамен | Определяет динамические и кинематические характеристики движения системы тел. Определяет работу и кинетическую энергию поступательного, вращательного и плоского движения тела |
|                                          | У3 (УДК <sub>тм</sub> );                      |                                             |                                                                                                                                                                                |
|                                          | Н3 (УДК <sub>тм</sub> )                       |                                             |                                                                                                                                                                                |

Промежуточная аттестация проводится в форме:

13.03.01 – 2 семестр – зачет;

3 семестр – **экзамен**;

23.03.03 – 2 семестр – зачет;

3 семестр – **зачет с оценкой**;

**Экзамен** проводится в устной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса и две задачи. Экзаменационная оценка выставляется с учетом результатов текущего контроля и промежуточного контроля, выполнение заданий всех практических занятий, контрольной работы и расчетно-графической работы (РГР).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 7).

| Наименование<br>оценочного<br>средства                     | Сроки<br>оценива-<br>ния | Шкала<br>оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Промежуточная аттестация в форме зачета (2 семестр)</b> |                          |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| РГР (задача 1)                                             | 6 неделя                 | 10 баллов           | <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p> |
| РГР (задача 2)                                             | 10 неделя                | 10 баллов           | <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p> |
| РГР (задача 3)                                             | 12 неделя                | 10 баллов           | <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p>                                                                                                                                                                     |

| Наименование<br>оценочного<br>средства                                                                                                                                                        | Сроки<br>оценива-<br>ния | Шкала<br>оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                               |                          |                     | сти и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.<br>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Контрольная ра-<br>бота                                                                                                                                                                       | 15 неделя                | 10 баллов           | 10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.<br>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.<br>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.<br>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат. |
| Итого                                                                                                                                                                                         |                          | <b>40 баллов</b>    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b><br>0 - 74 % от максимально возможной суммы баллов – «не зачтено»;<br>75 - 100 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено». |                          |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Наименование<br>оценочного<br>средства                                            | Срок<br>оценива-<br>ния | Шкала оце-<br>нивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Промежуточная аттестация в форме экзамена или зачета с оценкой (3 семестр)</b> |                         |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Контрольная<br>работа<br>(13.03.01)                                               | 12 неделя               | 10 баллов             | <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, <i>допущены одна или две неточности</i>, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p> |
| РГР                                                                               | В течение семестра      | 10 баллов             | <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, <i>допущены одна или две неточности</i>, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p> |

|                  |  |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Текущий контроль |  | 20 баллов                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Экзамен          |  | 30 баллов                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                  |  | Теоретический вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний (в билете 2 вопроса по 10 баллов)         | <p><i>Один вопрос:</i></p> <p><b>10 баллов</b> - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p><b>7 баллов</b> - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p><b>4 балла</b> - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p><b>0 баллов</b> - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> |
|                  |  | Практическая задача – оценивание уровня усвоенных умений и навыков (в билете 1 задачи по 10 баллов) | <p><b>10 баллов</b> - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p><b>8 баллов</b> - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p><b>5 баллов</b> - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p><b>0 баллов</b> - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>    |
| ИТОГО            |  | 50 баллов                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 - 64 % от максимально возможной суммы баллов - "неудовлетворительно" (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);

65 - 74 % от максимально возможной суммы баллов - "удовлетворительно" (пороговый (минимальный) уровень);

75 - 84 % от максимально возможной суммы баллов - "хорошо" (средний уровень);

85 - 100 % от максимально возможной суммы баллов - "отлично" (высокий (максимальный) уровень)

## **Задания для текущего контроля**

В течение 2-го студенты должны выполнить одну расчетно-графическую работу, состоящую из 3-х задач и одну контрольную работу. В 3-ем семестре студенты, направления подготовки 13.03.01, должны выполнить одну контрольную работу и одну расчетно-графическую работу, а студенты – 23.03.03, только РГР.

Задачи выдаются из учебного пособия: Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие под ред. А.А. Яблонского. СПб.: Лань, 2006. Каждое задание содержит 30 вариантов. Номер варианта выдаётся преподавателем, ведущим практические занятия, например, по списку в журнале учебной группы или шифру. Примеры выполнения заданий содержатся в учебном пособии.

### **2 семестр**

#### **Расчетно-графическая работа**

##### **Задача № 1**

Тема задачи: «Определение реакций опор твердого тела».

Срок выполнения - 6 неделя.

##### **Задача №2**

Тема задачи: «Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения»

Срок выполнения – 10 неделя

##### **Задача № 3**

Тема задачи: «Кинематический анализ плоского механизма».

Срок выполнения - 12 неделя.

#### **Контрольная работа**

Тема: «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки».

Срок выполнения – 15 неделя

### **3 семестр**

#### **Направление 13.03.01**

#### **Расчетно-графическая работа**

Тема задачи: «Динамика точки»

Срок выполнения - 10 неделя.

## Контрольная работа

Тема работы: «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы».

Срок выполнения - 15 неделя.

### Направление 23.03.03

#### Расчетно-графическая работа

##### Задача № 1

Тема задачи: «Динамика точки»

Срок выполнения - 10 неделя.

##### Задача № 2

Тема работы: «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы».

Срок выполнения - 15 неделя.

**Примечание:** На усмотрение ведущего преподавателя допускается выдавать задания аналогичные по тематике и трудоёмкости, из других учебно-методических пособий.

#### Вопросы для защиты РГР

1. Сформулируйте тему и задачи данной расчётно-графической работы.
2. Какие допущения приняты при решении поставленных в РГЗ задач?
3. В какой последовательности решаются задачи статики на равновесие?
4. Объясните, как направлялись реакции связей на расчётных схемах?
5. Запишите известные вам формы необходимых и достаточных уравнений равновесия для произвольной плоской системы сил.
6. Какие механические системы являются статически неопределимыми?
7. Сформулируйте теорему Вариньона о моменте равнодействующей для случая произвольной плоской системы сил.
8. В каком случае оправданно применение теоремы Вариньона о моменте равнодействующей?
9. Найдите момент силы, указанной преподавателем на расчётной схеме относительно заданной им же точки.
10. Как изменится состояние твёрдого тела, если пару сил перенести в плоскости пары в пределах данного тела?
11. Сравните моменты пары сил относительно двух точек, указанных преподавателем на расчетной схеме.
12. Сделайте проверку правильности решения, составив и решив одно, наиболее эффективное на Ваш взгляд, проверочное уравнение.
13. Какое движение совершает звено указанное преподавателем на кинематической схеме механизма? Дайте определение этого движения.
14. Что называется мгновенным центром скоростей?
15. Как определить положение мгновенного центра скоростей?

16. Какое движение совершает звено, если его мгновенный центр скоростей находится в бесконечности?
17. Как найти величину и направление угловой скорости звена указанного преподавателем на кинематической схеме механизма?
18. Изобразите вектор скорости точки, указанной преподавателем на кинематической схеме механизма.
19. Сравните по величине скорости двух точек, указанных преподавателем на кинематической схеме механизма.
20. Сформулируйте теорему о проекциях скоростей двух точек твёрдого тела на ось проходящую через эти точки.
21. Объясните направление каждого из векторов ускорений, изображённых на кинематической схеме механизма.
22. По каким формулам вычислялись величины ускорений, векторы которых показаны на кинематической схеме механизма?
23. В чём заключается аналитический способ определения ускорения точки звена, совершающего плоское движение?
24. В чём заключается графический способ определения ускорения точки звена, совершающего плоское движение?
25. Сравните по величине ускорения двух точек, указанных преподавателем на кинематической схеме механизма.
26. Как найти величину и направление углового ускорения звена?
27. Как вращается звено, указанное преподавателем на кинематической схеме механизма (ускоренно, замедленно или равномерно)?
28. Какие допущения приняты при решении задач, поставленных в РГР?
- 29 Аксиомы динамики.
- 30 Инерциальные системы отсчёта.
- 31 Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
- 32 Две задачи динамики материальной точки. Постановка и решение.

### **Задания для промежуточной аттестации**

#### **Контрольные вопросы к экзамену**

##### **Раздел «Динамика»**

1. Аксиомы динамики. Инерциальные системы отсчёта. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
2. Две задачи динамики материальной точки. Постановка и решение.
3. Неинерциальные системы отсчёта. Уравнение относительного движения материальной точки. Переносная и кориолисова силы инерции. Принцип относительности Галилея.
4. Теорема о движении центра масс механической системы и следствия из теоремы.
5. Теорема об изменении количества движения материальной точки;
6. Теорема об изменении количества движения механической системы;

7. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки;
8. Теорема об изменении кинетического момента механической системы;
9. Работа сил, приложенных к твердому телу;
10. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки;
11. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы;
12. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе;
13. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе;
14. Принцип возможных перемещений;
15. Общее уравнение динамики;
16. Уравнения Лагранжа второго рода.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

- 1 Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики: Т1,2 – М.: Наука, 1985.
2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1990.
3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 1986.
4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. А.А. Яблонский, С.С. Норейко и др. - М: Интеграл, 1998.
5. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах: Т1,2 – М: Наука, 1991.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Тарг, С.М.Кратский курс теоретической механики : учебник для тех. вузов / С.М.Тарг. Высшая школа, 1998 – 416с.
2. Кирсанов, М. Н. Теоретическая механика. Сборник задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Н. Кирсанов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 430с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. Загл. С экрана.
- 3.Кирсанов, М.Н. Решебник. Теоретическая механика [Электронный ресурс] / М.Н. Кирсанов; под ред. А. И. Кирилова. – 2-е изд., исправ. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 384с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная

система. – Режим доступа: <http://www.znaniyum.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронная библиотека [www.znaniyum.com](http://www.znaniyum.com).
2. Электронный портал научной литературы [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению расчетно-графических работ, выполнению домашних заданий по практическим занятиям.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Для успешного освоения программы дисциплины "Теоретическая механика" обучающимся рекомендуется придерживаться следующих методических указаний (таблица 7).

Таблица 7 - Методические указания к освоению дисциплины

| <b>Компонент учебного плана</b> | <b>Организация деятельности обучающихся</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины, формулы. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендованной литературе. Если ответ не найден, то на консультации обра- |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | таться к преподавателю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Практические занятия                                       | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, конспектирование основных мыслей и выводов, решение задач по алгоритму                                                                                                                                                                   |
| Самостоятельное изучение теоретических разделов дисциплины | В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед обучающимся ставится задача усвоения теории дисциплины, запоминания основных и ключевых понятий изучаемого предмета. Обучающийся составляет краткие конспекты изученного материала. В ходе работы студент учится выделять главное, самостоятельно делать обобщающие выводы                            |
| Самостоятельная работа                                     | Для более углубленного изучения темы задания самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. Информация о самостоятельной работе представлена в разделе 6 "Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине"                                                                                                 |
| Экзамен                                                    | При подготовке к экзамену по теоретической части необходимо выделить в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения. При подготовке к экзамену по практической части необходимо пробное выполнение заданий по предложенному алгоритму, подготовка ответов на контрольные вопросы |

**Пример выполнения работ**  
**2 семестр**  
**Расчетно-графическая работа**

**Задача № 1**

Тема задачи: «Определение реакций опор твердого тела».

Дано:  $P=20$  кН;  $M=4$  кНм;  $q=3$  кН/м.

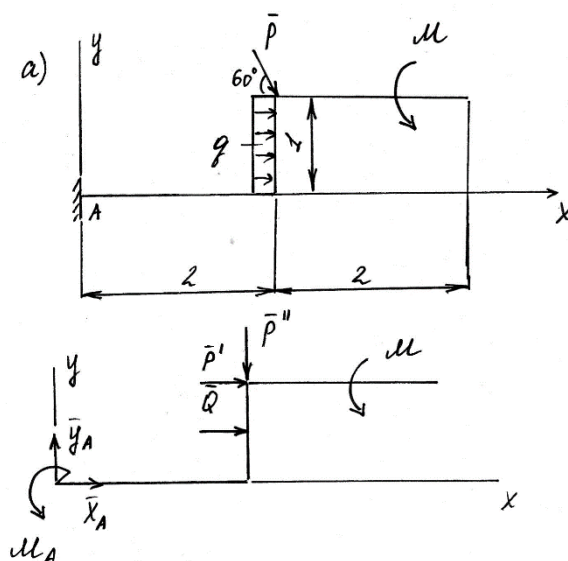
Определить: реакцию  $Y_A$ .

Решение:

Разложим силу  $\bar{P}$  на составляющие:  $P' = P \cos 60 = 10(\text{кН})$ ;  
 $P'' = P \sin 60 = 17,32(\text{кН})$ .

Распределенную нагрузку заменим равнодействующей  $Q = q \cdot 1 = 3(\text{кН})$ .

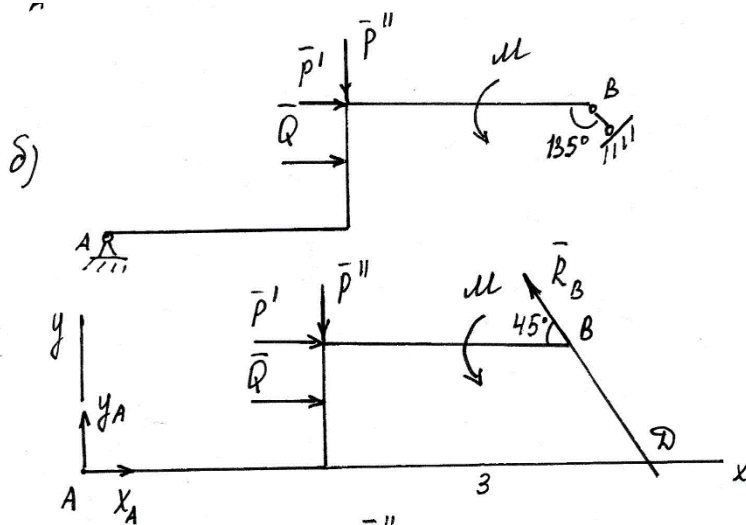
Схема (а)



$$\sum Y = 0;$$

$$Y_A - P'' = 0; Y_A = P'' = 17,32(\text{кН}).$$

Схема (б)

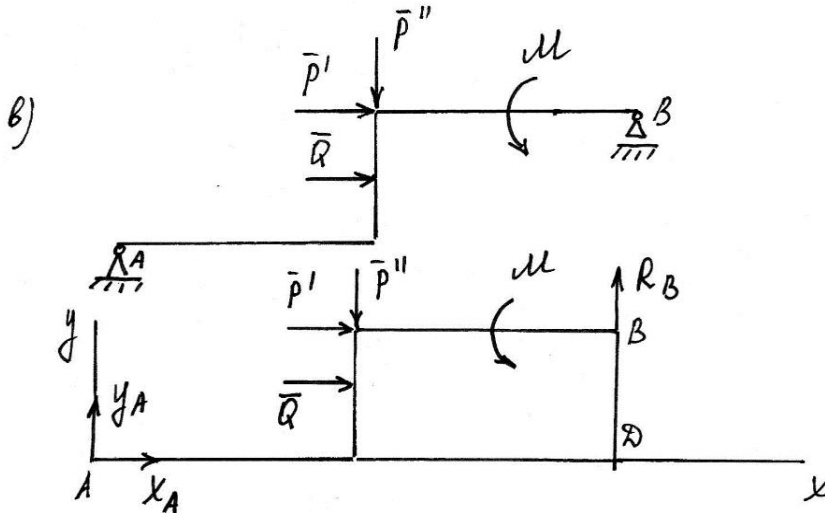


$$\sum M_D(F_i) = 0;$$

$$-Y_A \cdot 5 - Q \cdot 0,5 - P' \cdot 1 + P'' \cdot 3 + M = 0;$$

$$Y_A = \frac{-Q \cdot 0,5 - P' \cdot 1 + P'' \cdot 3 + M}{5} = \frac{-1,5 - 10 + 17,32 \cdot 3 + 4}{5} = 8,89(\text{кН})$$

Схема (в)



$$\sum M_D(F_i) = 0;$$

$$-Y_A \cdot 4 - Q \cdot 0,5 - P' \cdot 1 + P'' \cdot 2 + M = 0;$$

$$Y_A = \frac{-Q \cdot 0,5 - P' \cdot 1 + P'' \cdot 2 + M}{4} = \frac{-1,5 - 10 + 17,32 \cdot 2 + 4}{4} = 6,79(\text{кН})$$

Для случая (в) исследуемая реакция наименьшая. Определим остальные реакции.

$$\sum X = 0;$$

$$X_A + Q + P' = 0;$$

$$X_A = -Q - P' = -3 - 10 = -13(\text{кН});$$

$$\sum M_A(F_i) = 0;$$

$$-Q \cdot 0,5 - P' \cdot 1 - P'' \cdot 2 + M + R_B \cdot 4 = 0;$$

$$R_B = \frac{Q \cdot 0,5 + P' \cdot 1 + P'' \cdot 2 - M}{4} = \frac{1,5 + 10 + 17,32 \cdot 2 - 4}{4} = 10,54(\text{кН}).$$

## Задача №2

Тема задачи «Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения»

Известен закон движения материальной точки, заданный координатным способом уравнениями:

$$\begin{cases} x = 4 \sin n\left(\frac{\pi}{6}t\right); \\ y = 4 - 6 \cos^2\left(\frac{\pi}{6}t\right). \end{cases}$$

Необходимо:

- определить уравнение траектории точки и построить ее;
- указать положение точки на траектории в момент времени  $t = 1$  с;
- для этого момента времени определить скорость и ускорение точки, а также ее касательное и нормальное ускорения и радиус кривизны в соответствующей точке траектории;
- изобразить векторы скорости и ускорения на рисунке.

Решение

1. Для определения уравнения траектории точки исключим из заданных уравнений движения время  $t$ .

Из заданных уравнений движения

$$\cos^2\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \frac{4-y}{6};$$

$$\sin^2\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \frac{x^2}{16};$$

$$1 = \frac{4-y}{6} + \frac{x^2}{16};$$

$$48 = 32 - 8y + 3x^2;$$

$$y = \frac{3}{8}x^2 - 2$$

Окончательно траектория движения – парабола, уравнение которой имеет вид:

$$y = \frac{3}{8}x^2 - 2.$$

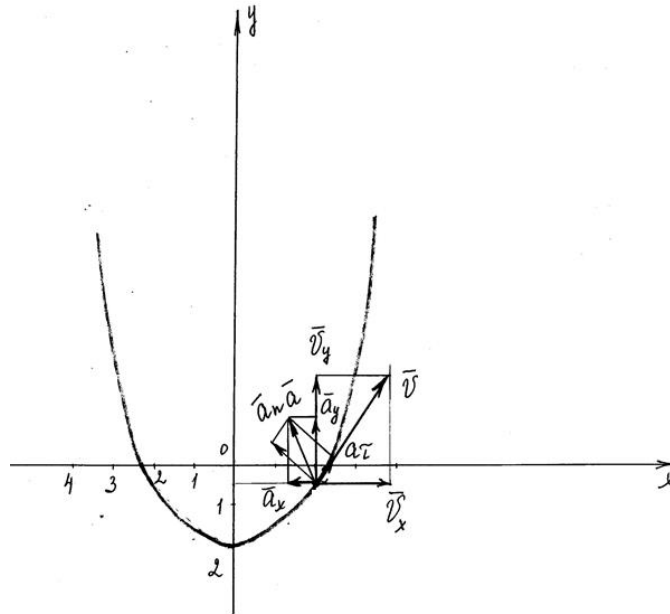


Рисунок 1

Строим на рисунке траекторию и показываем положение точки в заданный момент времени. При  $t_1=1$  с  $x = 2$  см,  $y = -0,5$  см.

2. Скорость точки найдем по ее проекциям на координатные оси

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{4\pi}{6} \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right);$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = 2\pi \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \pi \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right).$$

При  $t_1=1$  с  $V_x=1,81$  см/с,  $V_y=2,72$  см/с.

Модуль вектора скорости найдем по формуле

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{1,81^2 + 2,72^2} = 3,27 \text{ см/с}.$$

3. Аналогично находим ускорение точки через его проекции на оси координат

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} = -\frac{\pi^2}{9} \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right), \quad a_y = \frac{dV_y}{dt} = \frac{\pi^2}{3} \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right).$$

При  $t_1=1$  с  $a_x=-0,55$  см/с<sup>2</sup>,  $a_y=1,64$  см/с<sup>2</sup>.

Модуль ускорения найдем по формуле

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{0,55^2 + 1,64^2} = 1,73 \text{ см/с}^2.$$

4. Касательное ускорение найдем по формуле

$$a_\tau = \frac{|V_x a_x + V_y a_y|}{V} = \frac{-1,81 \cdot 0,55 + 2,72 \cdot 1,64}{3,27} = 1,06 \text{ см/с}^2.$$

Тогда нормальное ускорение:

$$a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2} = \sqrt{1,73^2 - 1,06^2} = 1,37 \text{ см/с}^2$$

5. Радиус кривизны траектории  $\rho = \frac{V^2}{a_n} = \frac{3,27^2}{1,37} = 7,8 \text{ см.}$

Все кинематические параметры показываем на рисунке 1.

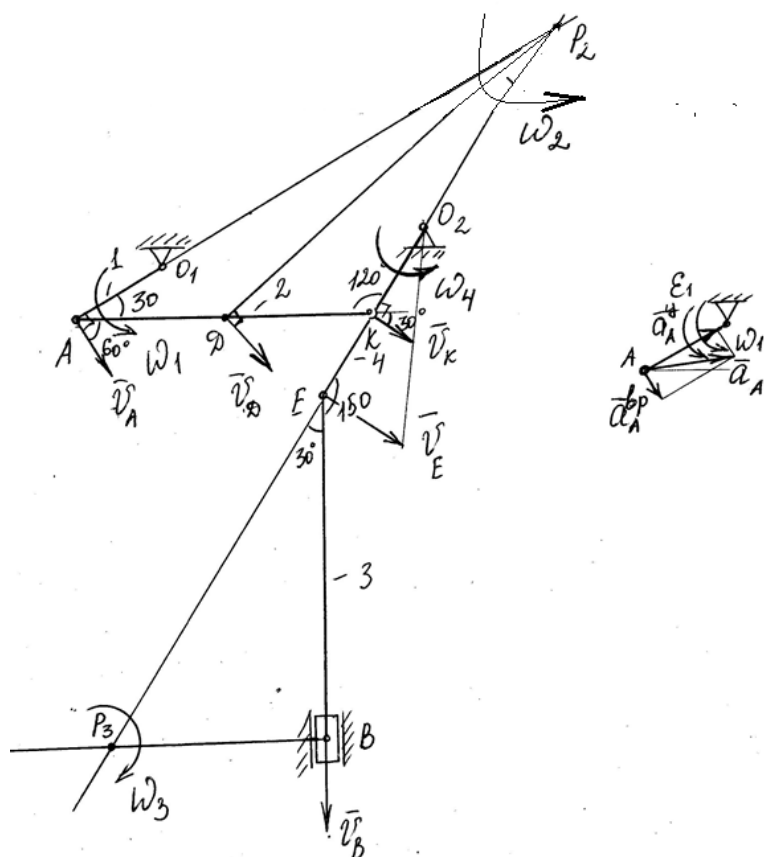
### Задача № 3

Тема задачи: «Кинематический анализ плоского механизма».

Дано:

$l_1 = 0,4 \text{ м}; l_2 = 1,2 \text{ м}; l_3 = 1,4 \text{ м}; l_4 = 0,8 \text{ м}; \varepsilon_1 = 10 \text{ с}^{-2}; \alpha = 90^\circ; \beta = 150^\circ; \gamma = 120^\circ; \varphi = 90^\circ; \theta = 30^\circ;$   
 $\omega_4 = 5(1/\text{с}).$

Определить:  $V_A, V_D; \omega_3, a_A \dots$



Решение

1 Вычертим схему в масштабе, согласно заданных углов.

2 Определим  $V_A, V_D; \omega_3$

Т.к. звено 4 совершает вращательное движение, то

$$V_E = \omega_4 \cdot l_4;$$

$$V_K = \omega_4 \cdot 0,5l_4;$$

$$V_E = 5 \cdot 0,8 = 4 (м/с);$$

$$V_K = 5 \cdot 0,4 = 2 (м/с).$$

Т.к. звено 2 совершает плоское движение, то по свойству проекций скоростей точек  $V_K \cos 30 = V_A \cos 60$ , то

$$V_A = \frac{V_K \cos 30}{\cos 60};$$

$$V_A = \frac{2 \cdot \cos 30}{\cos 60} = 3,46 м/с.$$

Точка  $P_2$  – мгновенный центр скоростей звена 2, тогда

$$V_K = \omega_2 KP_2;$$

$$V_D = \omega_2 DP_2.$$

Из  $\triangle AP_2K$  - равнобедренного  $KP_2 = l_2 = 1,2м;$

$$DP_2 = \sqrt{0,6^2 + 1,2^2 + 2 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cos 120} = 1,04м;$$

Тогда

$$\omega_2 = \frac{V_K}{KP_2};$$

$$V_D = \frac{V_K}{KP_2} DP_2;$$

$$V_D = \frac{2 \cdot 1,04}{1,2} = 1,73 \text{ м/с}.$$

Точка  $P_3$  – мгновенный центр скоростей звена 3, тогда

$$V_E = \omega_3 EP_3;$$

$$\text{Из } \triangle EP_3B - \text{прямоугольного } \cos 30 = \frac{l_3}{EP_3}; EP_3 = \frac{l_3}{\cos 30}.$$

Тогда

$$\omega_3 = \frac{V_E}{EP_3} = \frac{V_E \cos 30}{l_3};$$

$$\omega_3 = \frac{4 \cos 30}{1,4} = 2,47 (1/\text{с}).$$

$$\omega_2 = \frac{V_D}{DP_2};$$

$$V_A = \frac{V_D}{DP_2} AP_2;$$

$$V_E = \frac{V_D}{DP_2} EP_2;$$

$$\omega_2 = \frac{6}{1,04} = 5,77 (1/\text{с});$$

$$V_A = \frac{6}{1,04} \cdot 1,2 = 6,92 \text{ м/с};$$

$$V_E = \frac{6}{1,04} \cdot 1,2 = 6,92 \text{ м/с}.$$

3 Ускорение  $a_A$ .

Для т. А  $\bar{a}_A = \bar{a}_{A\tau} + \bar{a}_{An}$ , где  $a_{A\tau} = l_1 \cdot \varepsilon_1$ ,  $a_{An} = l_1 \cdot \omega_1^2$ .

Угловая скорость звена 1 -  $\omega_1 = \frac{V_A}{l_1}$ .

Тогда

$$a_{A\tau} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{An} = 0,4 \cdot \left( \frac{3,46}{0,4} \right)^2 = 29,9 \text{ м/с}^2$$

Полное ускорение  $a_A = \sqrt{a_{A\tau}^2 + a_{An}^2} = \sqrt{4^2 + 29,9^2} = 30,17 \text{ (см/с}^2\text{)}.$

## Контрольная работа

Тема: «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки»

$$\omega = -41/c; S = 40(t^2 - 3); b = 12\text{ см.}$$

Изменим направление угловой скорости и примем  $\omega = 41/c$ .

Определить абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М в момент времени  $t_1 = 1$  с.

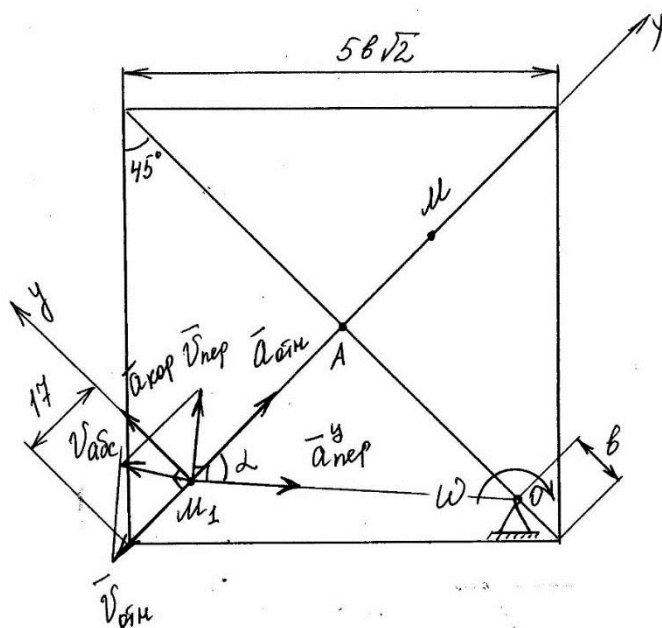


Рисунок 1

1 Определим положение точки М при  $t=1$ с.

$$AM = 40(1 - 3) + 3 = -77\text{ см}$$

2 Абсолютная скорость

$$\vec{V}_{abs} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$$

$$V_{отн} = \frac{dS}{dt} = 40(2t - 3)$$

при  $t=1$ с  $V_{отн} = 40(2 - 3) = -40\text{ см/с}$ .

Направляем противоположно АМ и принимаем  $V_{отн} = 40(\text{см/с})$ .

$$V_{\text{пер}} = \omega \cdot OM_1;$$

$$OM_1 = \sqrt{43^2 + 48^2} = 64,44 \text{ см.}$$

$$V_{\text{пер}} = 4 \cdot 64,44 = 257,76 \text{ (см/с)};$$

$$V_{\text{абс}} = \sqrt{V_{\text{отн}}^2 + V_{\text{пер}}^2 + 2V_{\text{отн}}V_{\text{пер}}\cos\gamma};$$

$$\cos\alpha = \frac{43}{64,44} = 0,67; \alpha = 34^\circ. \gamma = 180 - (90 - 34) = 124^\circ$$

$$V_{\text{абс}} = \sqrt{40^2 + 257,76^2 + 2 \cdot 40 \cdot 257,76 \cdot \cos 124} = 237,72 \text{ (см/с)}$$

### 3 Абсолютное ускорение

$$\bar{a}_{\text{абс}} = \bar{a}_{\text{отн}} + \bar{a}_{\text{пер}}^{\text{II}} + \bar{a}_{\text{пер}}^{\text{BP}} + \bar{a}_{\text{кор}} \quad (4)$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{dV_{\text{отн}}}{dt} = 40 \cdot 2 = 80 \text{ (см/с}^2\text{)},$$

$$a_{\text{пер}}^{\text{II}} = \omega^2 \cdot OM_1;$$

$$a_{\text{пер}}^{\text{II}} = 16 \cdot 64,44 = 1031,04 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{\text{пер}}^{\text{BP}} = 0;$$

$$\text{т.к. } \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 0$$

### Кориолисово ускорение

$$a_{\text{кор}} = 2V_{\text{отн}}\omega\sin 90;$$

$$a_{\text{кор}} = 2 \cdot 40 \cdot 4 = 320 \text{ см/с}^2.$$

Спроецируем (4) на координатные оси:

$$a_{\text{абсх}} = a_{\text{отн}} + a_{\text{пер}}^{\text{II}} \cos\alpha = 80 + 1031,04 \cdot 0,67 = 770,8;$$

$$a_{\text{абсy}} = -a_{\text{пер}}^{\text{II}} \sin\alpha + a_{\text{кор}} = -1031,04 \cdot 0,74 + 320 = -443;$$

$$a_{\text{абс}} = \sqrt{a_{\text{абсх}}^2 + a_{\text{абсy}}^2};$$

$$a_{\text{абс}} = \sqrt{770,8^2 + 443^2} = 889,03 \text{ см/с}^2.$$

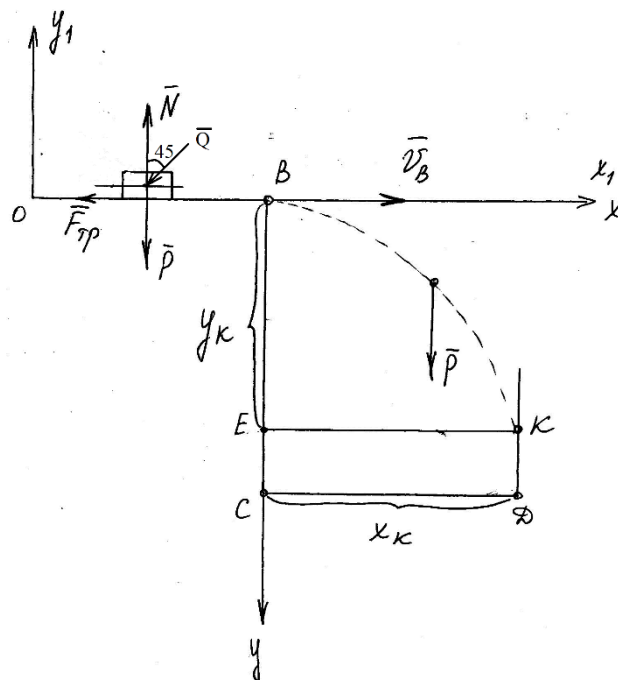
**3 семестр**  
**Расчетно-графическая работа**

Тема задачи: «Динамика точки»

Дано:

$m = 4 \text{ кг}; Q = 30 \text{ Н}; AB = 1 \text{ м}; BD = 5 \text{ м}; \varphi = 135^\circ; \alpha = 45^\circ; \beta = 60^\circ; f = 0,1; V_A = 20 \text{ м/с}; BC = 10 \text{ м}; CD = 15 \text{ м}.$

Определить: время движения от начального к конечному положению, т.е. от точки А к точке К, скорость тела в точке В, расстояние ДК.



Решение:

1. Рассмотрим движение груза на участке  $AB$ , считая груз материальной точкой. Изображаем груз (в произвольном положении) и действующие на него силы  $\bar{P} = m\bar{g}$ ,  $\bar{Q}$ ,  $\bar{F}_{тр}$ ;  $\bar{N}$ . Проводим оси  $Ax_1y_1$  и составляем дифференциальное уравнение движения груза в проекции на эти оси:

$$\begin{aligned} m \frac{dv_{x_1}}{dt} &= \sum_k F_{kx_1}, & \text{или,} & & m \frac{d^2x}{dt^2} &= -Q \sin 45 - F_{тр}; \\ m \frac{dv_{y_1}}{dt} &= \sum_k F_{ky_1}, & & & m \frac{d^2y}{dt^2} &= -P - Q \cos 45 + N = 0; \end{aligned}$$

$$N = P + Q \cos 45 = mg + Q \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 4 \cdot 9,8 + 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 60,41(\text{Н}).$$

Тогда сила трения  $F_{mp} = f \cdot N = 0,1 \cdot 60,41 = 6,041(H)$ .

Разделяя в уравнении переменные, а затем беря от обеих частей интегралы, получим

$$mdV_{x1} = (-\frac{\sqrt{2}}{2}Q - F_{mp})dt;$$

$$V_{x1} = \frac{1}{m}(-\frac{\sqrt{2}}{2}Q - F_{mp})t + C_1;$$

$$x = \frac{1}{m}(-\frac{\sqrt{2}}{2}Q - F_{mp})\frac{t^2}{2} + C_1t + C_2;$$

$$V_{x1} = -6,81t + C_1;$$

$$x = -3,405t^2 + C_1t + C_2.$$

Начальные условия: при  $t=0$ ;  $x_{10} = 0$ ;  $V_{10} = V_A = 20 м/с$ .

Тогда  $C_1 = V_A = 20 м/с$ ;  $C_2 = 0$ .

Получили следующие уравнения

$V_{x1} = -6,81t + 20$  - закон изменения скорости груза на участке АВ;

$x = -3,405t^2 + 20t$  - закон движения груза на участке АВ.

$AB = -3,405t^2 + 20t$ . При  $AB = 1$  м,  $-3,405t^2 + 20t = 1$

Решаем квадратное уравнение относительно  $t$ , получаем

$$t = \frac{-20 \pm \sqrt{400 - 4 \cdot 3,405 \cdot 1}}{-2 \cdot 3,405};$$

Берем положительное значение  $t = 5,82$  с.

Определим скорость на участке АВ

$$V_B = -6,81 \cdot 5,82 + 20 = -19,6(м/с)$$

2. Рассмотрим теперь движение груза на участке ВК. Найденная скорость  $v_B$  будет для движения на этом участке начальной скоростью ( $v_0 = v_B$ ).

Изображаем груз (в произвольном положении) и действующие на него силы  $\vec{P} = m\vec{g}$ . Составим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на оси Вх и Ву:

$$m \frac{dV_x}{dt} = 0; \quad \frac{dV_x}{dt} = 0; \quad V_x = C_3; \quad x = C_3 t + C_5;$$

$$m \frac{dV_y}{dt} = P; \quad \frac{dV_y}{dt} = g; \quad V_y = gt + C_4; \quad y = g \frac{t^2}{2} + C_4 t + C_6.$$

Начальные условия: при  $t = 0; V_{x0} = V_B; V_{y0} = 0; x_0 = 0; y_0 = 0$ .

Тогда  $C_3 = 21,9; C_4 = 0; C_5 = 0; C_6 = 0$ .

Получим  $V_x = -19,6; \quad x = -19,6t;$   
 $V_y = 9,8t; \quad y = 4,9t^2.$

Точка К на рисунке – точка падения тела S.

$$x_K = CD = 15m;$$

$$x_K = -19,6t;$$

Определим время полета тела на участке ВК.

$$t = \frac{x_K}{-19,6};$$

$$t = \frac{15}{19,6} = 0,77c.$$

Определим расстояние ДК

$$y_K = BE = 4,9t^2 = 4,9 \cdot 0,77^2 = 2,91m;$$

$$DK = BC - y_K = 10 - 2,91 = 7,09m.$$

### **Контрольная работа**

Тема задачи: «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы»

Дано:  $f = 0,1, R_4 = 0,3 \text{ м}, r_4 = 0,1 \text{ м}, R_5 = 0,2 \text{ м}, r_5 = 0,1$

$m_1 = 0 \text{ кг}; m_2 = 4; m_3 = 6 \text{ кг}; m_4 = 0; m_5 = 10 \text{ кг}; M_4 = 0,6 \text{ Нм}; F = 30(8 + 3S) \text{ Н}.$

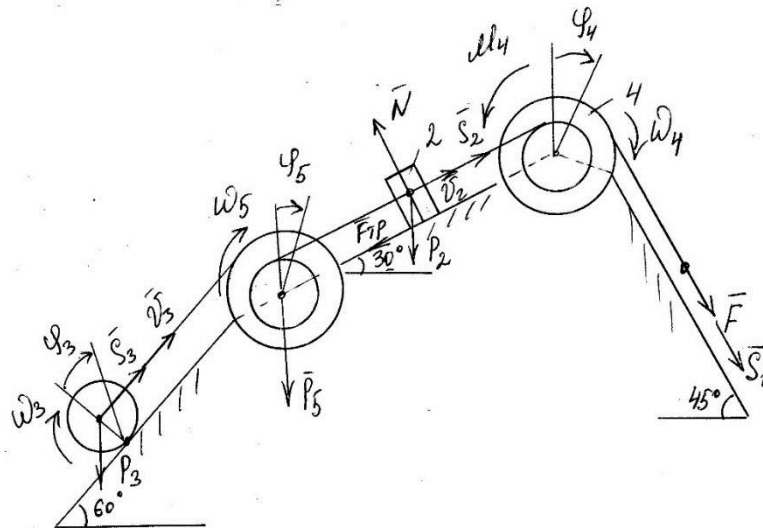
Определить:  $\omega_5$ , если  $S_1 = 0,8 \text{ м}$

Решение

1. Рассмотрим движение неизменяемой механической системы, состоящей из тел, соединенных нитями. Изобразим действующие на систему внешние силы: активные  $F, P_1, P_3, P_5$ , сила трения  $F_{\text{тр1}}$  и момент сопротивления  $M_4$ .

Для определения  $\omega_5$  воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии:

$$T - T_0 = \sum A_k^e.$$



2. Определяем  $T$  и  $T_0$ . Так как в начальный момент система находилась в покое, то  $T_0=0$ . Величину  $T$  найдем как сумму кинетических энергии всех тел системы

$$T=T_2+T_3+T_5.$$

Учитывая, что тело 3 движется плоскопараллельно, тело 2 – поступательно, а тело 5 вращается вокруг неподвижной оси, получим

$$T_3 = \frac{m_3 V_{C3}^2}{2} + \frac{I_3 \omega_3^2}{2}, \quad T_2 = \frac{m_2 V_2^2}{2}, \quad T_5 = \frac{I_5 \omega_5^2}{2}.$$

Все входящие скорости нужно выразить через искомую  $\omega_5$ .

$$V_2 = \omega_5 r_5, \quad V_{C3} = \omega_5 R_5 = \omega_3 R_3; \quad \omega_3 = \frac{\omega_5 R_5}{R_3}.$$

Кроме того, моменты инерции имеют значения

$$I_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2}, \quad I_5 = m_5 R_5^2.$$

Подставив величины, а затем окончательно получим

$$T = \omega_5^2 \left( \frac{m_2 r_5^2}{2} + \frac{m_5 R_5^2}{4} + \frac{m_3 R_5^2}{2} + \frac{1}{2} \frac{m_3 R_5^2}{2} \right);$$

$$T = \omega_5^2 \left( \frac{4 \cdot 0,1^2}{2} + \frac{10 \cdot 0,2^2}{4} + \frac{6 \cdot 0,2^2}{2} + \frac{1}{2} \frac{6 \cdot 0,2^2}{2} \right) = 0,3 \omega_5^2$$

3. Найдем сумму работ всех внешних сил при перемещении, которое будет иметь система, когда центр масс груза 1 пройдет путь  $s_1$ .

$$A(\bar{F}) = \int_0^{s_1} F ds = \int_0^{s_1} 30(8 + 3s) ds = 30(8s_1 + 1,5s_1^2) = 30(8 \cdot 0,8 + 1,5 \cdot 0,8^2) = 220,8 \text{ Дж.}$$

$$A(\bar{P}_2) = -P_2 s_2 \sin 30^\circ = -m_2 g s_2 \sin 30^\circ = -m_2 g \frac{s_1 r_4}{R_4} \sin 30^\circ = -4 \cdot 10 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,1}{0,3} \sin 30^\circ = -5,33 \text{ Дж.}$$

$$A(\bar{P}_3) = -P_3 s_3 \sin 60^\circ = -m_3 g s_3 \sin 60^\circ = -m_3 g \cdot \frac{S_1 r_4 R_5}{R_4 r_5} \sin 60 = -6 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,2}{0,3} \sin 60^\circ = -27,71 \text{ Дж};$$

$$A(\bar{F}_{mp2}) = -F_{mp2} s_2 = -f N_2 s_2 = -f m_2 g s_2 \cos 30^\circ = -f m_2 g \frac{S_1 r_4}{R_4} \cos 30^\circ = 0,1 \cdot 4 \cdot 10 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,1}{0,3} \cos 30 = -0,92 \text{ Дж}$$

$$A(M_4) = -M_4 \varphi_4 = -M_4 \frac{s_1}{R_4} = -0,6 \cdot \frac{0,8}{0,3} = -1,6 \text{ Дж}.$$

Суммируем найденные работы

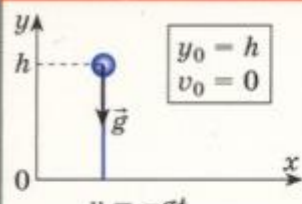
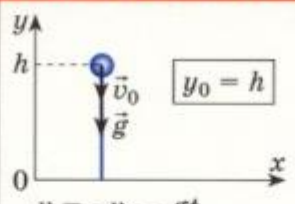
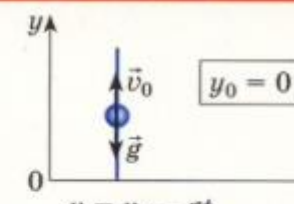
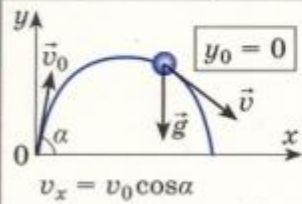
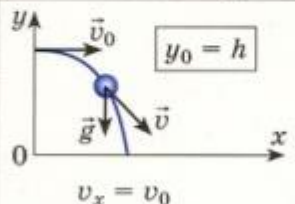
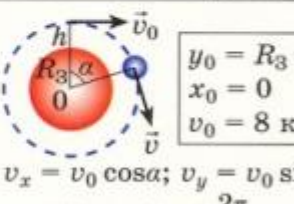
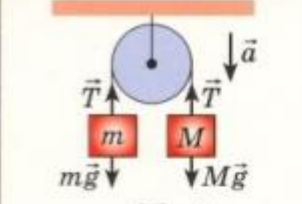
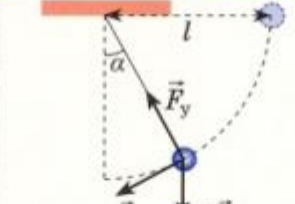
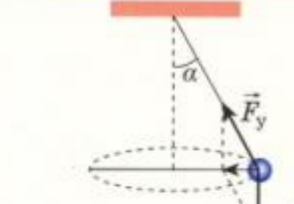
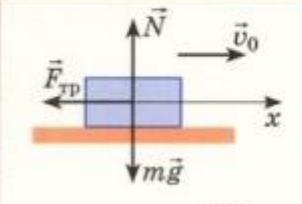
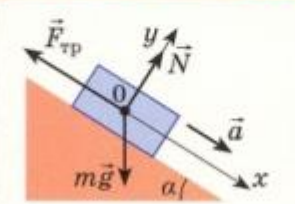
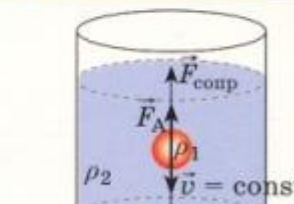
$$\sum A_k^e = 185,24 \text{ Дж.}$$

Тогда

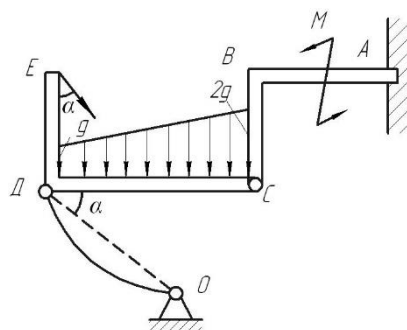
$$0,3 \omega_5^2 = 185,24;$$

$$\omega_5 = 24,851 / \text{с.}$$

## Тематика и примеры экзаменационных задач

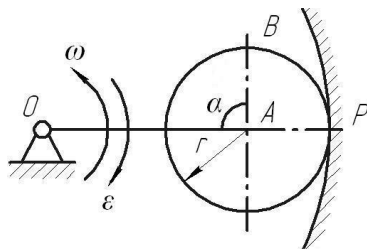
| ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  $y_0 = h$ $v_0 = 0$ $v = -gt$ $y = h - \frac{gt^2}{2}$                                                                          |  $y_0 = h$ $v = -v_0 - gt$ $y = h - v_0 t - \frac{gt^2}{2}$                                                                  |  $y_0 = 0$ $v = v_0 - gt$ $y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$                                                                                                                       |
|  $y_0 = 0$ $v_x = v_0 \cos \alpha$ $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$ $x = v_0 t \cos \alpha$ $y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$ |  $y_0 = h$ $v_x = v_0$ $v_y = -gt$ $x = v_0 t$ $y = h - \frac{gt^2}{2}$                                                      |  $y_0 = R_3 + h$ $x_0 = 0$ $v_0 = 8 \text{ км/ч}$ $v_x = v_0 \cos \alpha; v_y = v_0 \sin \alpha$ $x = (R_3 + h) \sin \frac{2\pi}{T} t$ $y = (R_3 + h) \cos \frac{2\pi}{T} t$ |
| ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ УПРУГОСТИ                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  $a = \frac{M - m}{M + m} g$ $T = \frac{2Mmg}{M + m}$                                                                           |  $F_y = m \left( g \cos \alpha + \frac{v^2}{l} \right) = 3mg \cos \alpha$                                                   |  $F_y = 4\pi^2 m v^2 l$ $\cos \alpha = \frac{g}{4\pi^2 v^2 l}$                                                                                                              |
| ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  $x = v_0 t - \frac{\mu g t^2}{2}$ $S = \frac{v_0^2}{2\mu g}$                                                                  |  $ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$ $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ |  $F_A = V \rho_2 g$ $F_{\text{соеп}} = mg \left( 1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right)$                                                                                        |

- 1) Дано:  $F=8 \text{ кН}$ ,  $M=50 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q=3 \text{ кН/м}$ ,  $ДС=ВС=4 \text{ м}$ ,  $АВ=ДЕ=3 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .  
Определить реакции в точках А, С и усилие в стержне ДО.



2) Дано: Угловая скорость  $\omega$  и угловое ускорение  $\varepsilon$  кривошипа ОА длиной R;  $AB=r$ ,  $\alpha=90^\circ$ .

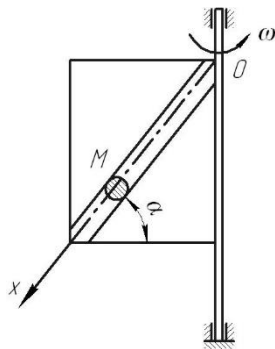
Определить, кинетическую энергию механической системы.



3) Дано:  $m$  - масса шарика М;  $\omega$  - угловая скорость вращения рамки во-

круг вертикальной оси. При  $t=0$ ,  $X_0=0$ ,  $\dot{X}_0=0$ . Трением пренебречь.

Определить закон относительного движения шарика М.



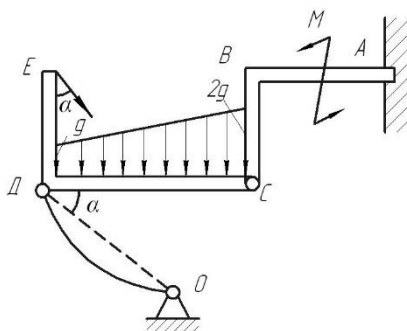
### Пример экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

#### Экзаменационный билет № 27

1. Первая задача динамики
  2. Принцип Даламбера – Лагранжа и общее уравнение динамики.
- Задача Дано:  $F=8 \text{ кН}$ ,  $M=50 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q=3 \text{ кН/м}$ ,  $ДС=ВС=4 \text{ м}$ ,  $AB=DE=3 \text{ м}$ ,  $\alpha=30^\circ$   
Определить реакции в точках А, С и усилие в стержне ДО.



Утверждаю: зав. кафедрой МАКП

Составил

### 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" по адресу <http://student.knastu.ru>.

Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять:

- фиксацию хода образовательного процесса посредством размещения в личном кабинете студентов отчетов о выполненных заданиях;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения расчетно-графических заданий.

Процесс обучения сопровождается использованием компьютерных программ: Mathcad, MS Word.

## 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины "Теоретическая механика" используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8- Материально-техническое обеспечение дисциплины

| <b>Аудитория</b>                            | <b>Наименование аудитории (лаборатории)</b> | <b>Используемое оборудование</b>                                                                                                          | <b>Назначение оборудования</b>                                  |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| с выходом в интернет + локальное соединение | Мультимедийный класс                        | 1 персональный ЭВМ с процессором Intel Core (TM) i3-2130;<br>2 Доска интерактивная TRIUMPH BOARD MULTI TOUCH 78*<br>3 Проектор BenQ MX518 | Проведение лекционных и практических занятий в виде презентаций |