Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.12.2023 16:55:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 31 ” августа 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методы инженерных расчетов горнотехнических сооружений и механизмов

Направление:
**21.05.04 Горное дело**

Специальность:
**Шахтное и подземное строительство**

Квалификация выпускника:
**Горный инженер (специалист)**

Форма обучения:
**Заочная**

Москва 2021

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов основ знаний, выработка профессиональных умений и первичных навыков в области теоретической механики, знания и применения основных законов механики к исследованию движения и равновесия материальных тел и применения этих знаний при изучении специальных профилирующих дисциплин.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в состав федерального компонента общепрофессиональных дисциплин Б.1.1.15

### *2.1. Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения теоретической механики:*

математика - алгебра, геометрия, тригонометрия, векторное исчисление, дифференциальное исчисление, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения;

физика - механика;

информатика - простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в том числе пакеты универсальных математических программ, текстовый процессор и редактор формул.

### *2.2. Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоения данной дисциплины*

Удовлетворительное усвоение учебных программ по указанным выше разделам математики, физики и информатики, владение персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

### *2.3. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:*

сопротивление материалов;
прикладная механика;
горные машины и оборудование;
шахтное и подземное строительство;
строительное дело;
механика подземных сооружений;
проектирование промышленных и горнотехнических зданий и сооружений;
ремонт и реконструкция подземных сооружений
строительная механика.

## 3. Конечные результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

законы механики, в том числе основные понятия и законы механического движения, равновесия и взаимодействия материальных точек, тел и систем тел (классификация сил и условия равновесия тел под действием различных систем сил; основные виды движения материальных точек и тел, способы задания этих движений и определение их основных

кинематических характеристик; основные законы движения материальных точек, тел и систем тел с учетом действующих на них сил);

**уметь:**

применять законы механики для решения практических инженерных задач, в том числе:

исследовать условия равновесия материальных точек, тел и систем тел под действием различных систем сил;

применять основные теоремы и общие принципы механики к исследованию движения материальных точек, тел и систем тел и определению кинематических и динамических характеристик этого движения;

**владеть:**

практическими навыками решения инженерных задач по статическому, кинематическому и динамическому расчету элементов механизмов и машин, в том числе:

исследования условий равновесия механизмов и машин и определения реакций их опор в статических и динамических режимах;

исследования движений элементов механизмов и машин и определению кинематических и динамических характеристик этих движений.

## 4. Структура и содержание дисциплины

***4.1. Освоение дисциплины*** предусматривается в течение 3-го и 4-го семестров, общая трудоемкость составляет 200 часов. Структура дисциплины приведена в табл.1.

### *4.2. Содержание разделов дисциплины*

#### *4.2.1. Раздел 1. Статика*

4.2.1.1. Предмет теоретической механики. Основные понятия и определения. Аксиомы статики. Связи и их реакции.

Предмет теоретической механики и ее место среди других естественных наук. Значение теоретической механики как научной базы большинства областей современной техники. Объективный характер законов механики. Основные исторические этапы развития классической механики.

Основные понятия и определения: материальная точка, абсолютно твердое тело, равновесие, сила, система сил, равнодействующая. Аксиомы статики. Связи и их реакции. Теорема о трех силах. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Условия равновесия системы сходящихся сил.

4.2.1.2. Моменты силы относительно центра и оси. Пара сил.

Момент силы относительно центра. Момент силы относительно центра как вектор. Векторное выражение момента силы относительно центра. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей плоской системы сходящихся сил относительно центра.

Момент силы относительно оси. Частные случаи вычисления момента силы относительно оси. Зависимость между моментами силы относительно центра и оси.

Аналитические выражения для моментов силы относительно осей координат. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно оси.

Пара сил. Момент пары сил как вектор. Теорема о моментах сил пары. Условие эквивалентности пар. Сложение пар в плоскости и в пространстве. Условия равновесия пар.

4.2.1.3. Приведение системы сил к центру. Основные характеристики системы сил. Инварианты системы сил. Уравнения равновесия. Плоская и пространственная системы сил.

Теорема о параллельном переносе силы. Приведение произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Основная теорема ста-

тики (теорема Пуансо). Случаи приведения произвольной системы сил к простейшему виду. Инварианты системы сил. Условия равновесия пространственной и плоской систем сил.

**Структура дисциплины** Таблица 1

| № п/п | Дидактические единицы (в составе разделов) дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в часах | | | | | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям)* Формы промежуточной аттестации *(по семестрам)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Всего | в том числе | | | | | | | | | |
| | | | | | Аудиторная | | | | | | Внеаудиторная | | | |
| | | | | | Лк | Кс | Пр | Лб | Кр | Кол | Ср *) | в том числе | | |
| | | | | | | | | | | | | НР | КП | КР/ РГР |
| **Раздел 1. Статика** | | **4** | | **28** | **16** | | **12** | | | | **16** | | | **12** | |
| 1.1 | Предмет теоретической механики. Основные понятия и определения. Аксиомы статики. Связи и их реакции | 4 | 1-2 | 8 | 4 | | 4 | | | | | | | | |
| 1.2 | Моменты силы относительно центра и оси. Пара сил | 4 | 3-4 | 6 | 4 | | 2 | | | | | | | | |
| 1.3 | Приведение системы сил к центру. Основные характеристики системы сил. Инварианты системы сил. Уравнения равновесия. Плоская и пространственная системы сил | 4 | 4-6 | 10 | 4 | | 6 | | | | | | | | Кр (6,8) ПР-6 (6,7,10,11) |
| 1.4 | Равновесие систем тел | 4 | 7 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 1.5 | Трение | 4 | 8 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 1.6 | Центр тяжести | 4 | 9 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| **Раздел 2. Кинематика** | | **4** | | **29** | **16** | | **16** | | | | **16** | | | **12** | |
| 2.1 | Кинематика точки. Способы задания движения точки | 4 | 10-11 | 6 | 4 | | 2 | | | | | | | | |
| 2.2 | Поступательное и вращательное движения твердого тела | 4 | 11-12 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | Кр (12,15) ПР-6 (13,14,16,17) |
| 2.3 | Плоскопараллельное движение твердого тела | 4 | 12-14 | 10 | 4 | | 6 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.4 | Сферическое движение твердого тела | 4 | 15 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 2.5 | Сложное движение точки | 4<br>4 | 16 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 2.6 | Сложное движение твердого тела | 4 | 17 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| | **За семестр** | **4** | | **100** | **34** | | **34** | | | | **32** | | | **24** | Зач (3) |
| **Раздел 3. Динамика** | | **4** | | **100** | **34** | | **34** | | | | **32** | | | **20** | |
| 3.1 | Основные законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки | 4 | 1-2 | 6 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| 3.2 | Геометрия масс | 4 | 2-3 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 3.3 | Меры механического движения и механического взаимодействия. Основные теоремы динамики. Теорема о движении центра масс | 4 | 3-4 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 3.4 | Теоремы об изменении количества движения точки и системы | 4 | 4-5 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 3.5 | Теоремы об изменении момента количества движения точки и системы | 4 | 6 | 6 | 4 | | 2 | | | | | | | | Кр (2,9,14)<br>ПР-6<br>(3,8,11,13,14, 16,17) |
| 3.6 | Теоремы об изменении кинетической энергии точки и системы | 4 | 7-9 | 10 | 6 | | 4 | | | | | | | | |
| 3.7 | Приложения общих теорем к динамике твердого тела. Теория гироскопов | 4 | 9-11 | 8 | 4 | | 4 | | | | | | | | |
| 3.8 | Основные принципы механики. Принцип Даламбера | 4 | 11-12 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 3.9 | Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики | 4 | 12-13 | 6 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| 3.10 | Уравнения Лагранжа для систем с несколькими степенями свободы | 4 | 14-15 | 8 | 4 | | 4 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.11 | Колебания систем. Уравнения колебаний. Исследование собственных, затухающих и вынужденных колебаний | 4 | 16 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 3.12 | Теория удара | 4 | 17 | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| **За семестр** | | **4** | | **100** | **34** | | **34** | | | | **32** | | | **20** | Экз (4) |
| **Всего** | | | | **288** | **68** | | **68** | | | | **64** | | | **44** | |

4.2.1.4. Равновесие систем тел.

Равновесие систем тел. Расчет плоских ферм. Метод вырезания узлов и метод сечений (метод Риттера). Диаграмма Максвелла-Кремоны.

4.2.1.5. Трение.

Законы трения скольжения. Реакции шероховатых связей. Экспериментальное определение коэффициента трения скольжения. Угол и конус трения. Равновесие тела при наличии трения. Трение качения.

4.2.1.6. Центр тяжести.

Центр параллельных сил. Координаты центра параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Координаты центра тяжести объема, площади и линии. Способы определения координат центров тяжести тел. Центры тяжести некоторых однородных тел.

***4.2.2. Раздел 2. Кинематика***

4.2.2.1. Кинематика точки. Способы задания движения точки.

Предмет кинематики. Основная задача кинематики. Естественный, координатный и векторный способы здания движения точки. Траектория, скорость и ускорение точки. Определение скорости точки при различных способах задания ее движения.

Определение ускорения точки при различных способах задания ее движения. Частные случаи движения точки (прямолинейное, равнопеременное прямолинейное, равнопеременное криволинейное, равнопеременное криволинейное, гармонические колебания).

4.2.2.2. Поступательное и вращательное движения твердого тела.

Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при его поступательном движении.

Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Равномерное и равнопеременное вращения. Траектории, скорости и ускорения точек вращающегося тела. Векторные выражения линейной скорости, касательного и нормального ускорений точек вращающегося тела.

4.2.2.3. Плоскопараллельное движение твердого тела.

Уравнения плоскопараллельного движения. Разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное. Определение траекторий и скоростей точек тела при его плоскопараллельном движении. Терема о проекциях скоростей двух точек тела. Определение скоростей точек тела с помощью мгновенного центра скоростей. Частные случаи определения положения мгновенного центра скоростей. План скоростей.

Определение ускорений точек тела при его плоскопараллельном движении. Мгновенный центр ускорений и определение с его помощью ускорений точек тела. Частные случаи определения положения мгновенного центра ускорений.

4.2.2.4. Сферическое движение твердого тела.

Уравнения сферического движения. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точек твердого тела при его сферическом движении.

4.2.2.5. Сложное движение точки.

Относительное, переносное и абсолютное движения точки. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки. Производные от единичных векторов подвижных координатных осей. Теорема о сложении ускорений при сложном движении точки (теорема Кориолиса). Вычисление относительного, переносного и кориолисова ускорений.

4.2.2.6. Сложное движение твердого тела.

Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг параллельных и пересекающихся осей. Винтовое движение.

***4.2.3. Раздел 3. Динамика***

4.2.3.1. Основные законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки.

Предмет динамики. Законы динамики. Две задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в проекциях на декартовые и естественные координатные оси и решение с их помощью первой и второй задач динамики.

4.2.3.2. Геометрия масс системы.

Механическая система материальных точек. Классификация сил. Свойства внутренних сил системы. Масса системы. Центр масс. Момент инерции точки и тела. Радиус инерции. Моменты инерции некоторых однородных тел. Моменты инерции тела относительно параллельных осей. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

4.2.3.3. Меры механического движения и механического взаимодействия. Основные теоремы динамики. Теорема о движении центра масс.

Меры механического движения и механического взаимодействия. Основные теоремы динамики. Дифференциальные уравнения движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс системы. Примеры, иллюстрирующие закон сохранения движения центра масс системы.

4.2.3.4. Теоремы об изменении количества движения точки и системы.

Количество движения материальной точки и системы. Элементарный импульс силы и импульс силы за определенный промежуток времени. Теоремы об изменении количества движения точки и системы в дифференциальной и конечной формах. Закон сохранения количества движения системы. Примеры, иллюстрирующие закон сохранения количества движения системы.

4.2.3.5. Теоремы об изменении момента количества движения точки и системы.

Момент количества движения (кинетический момент) материальной точки и главный момент количеств движения (кинетический момент) системы. Кинетический момент тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Теоремы об изменении кинетического момента точки относительно центра и оси. Теоремы об изменении кинетического момента системы относительно центра и оси. Закон сохранения кинетического момента системы. Случай вращающейся системы. Примеры, иллюстрирующие закон сохранения кинетического момента системы.

4.2.3.6. Теоремы об изменении кинетической энергии точки и системы.

Элементарная работа силы. Аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении. Мощность. Частные случаи вычисления работы: работа силы тяжести, работа силы упругости, работа и мощность сил, приложенных к вращающемуся телу, работа сил трения, действующих на катящееся колесо.

Кинетическая энергия материальной точки и системы. Кинетическая энергия тела при поступательном, вращательном, плоскопараллельном и сложном движениях.

Теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки и системы в дифференциальной и конечной формах. Неизменяемая система и система с идеальными связями и выражения для них теоремы об изменении кинетической энергии.

Потенциальное силовое поле и силовая функция. Потенциальные силы. Работа потенциальной силы. Силовые функции силы тяжести, силы упругости и силы тяготения. Потенциальная энергия. Полная механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.

4.2.3.7. Приложения общих теорем к динамике твердого тела. Теория гироскопов.

Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела.

Теория гироскопов. Основные допущения теории. Свободный гироскоп. Действие силы на ось гироскопа (теорема Резаля). Гироскопический эффект и его использование в технике.

4.2.3.8. Основные принципы механики. Принцип Даламбера.

Основные принципы механики. Принцип Даламбера для материальной точки и системы. Сила инерции. Главный вектор и главный момент сил инерции системы. Главный вектор и главный момент сил инерции твердого тела при его поступательном движении, плоскопараллельном движении и вращении вокруг оси, проходящей через центр масс.

4.2.3.9. Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики.

Возможные (виртуальные) перемещения системы. Число степеней свободы системы. Принцип возможных перемещений системы. Уравнение возможных работ. Общее уравнение динамики (принцип Даламбера-Лагранжа).

4.2.3.10 Уравнения Лагранжа для систем с несколькими степенями свободы.

Обобщенные координаты, обобщенные скорости и обобщенные силы системы. Условия равновесия системы в обобщенных координатах. Случай потенциальных сил.

Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа 2-го рода). Решение задач с использованием уравнений Лагранжа 2-го рода.

4.2.3.11. Колебания систем. Уравнения колебаний. Исследование собственных, затухающих и вынужденных колебаний.

Малые колебания системы относительно положения устойчивого равновесия. Понятие об устойчивости равновесия. Уравнения колебаний. Собственные, затухающие и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.

4.2.3.12. Теория удара.

Явление удара. Основное уравнение теории удара. Общие теоремы теории удара, коэффициент восстановления при ударе. Удар тела о неподвижную преграду. Прямой центральный удар двух тел (удар шаров). Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел (теорема Карно).

***4.3. Тематика практических занятий:***

| ***№ раздела (табл.1)*** | ***Тема занятия*** |
|---|---|
| | ***Раздел 1. Статика*** |
| 1.1 | Связи и их реакции. Аксиома связей. |
| 1.1 | Равновесие тел под действием трех сил. |
| 1.1 | Равновесие системы сходящихся сил. |
| 1.3-1.4 | Равновесие плоской системы сил. |
| 1.3 | Равновесие пространственной системы сил. |
| 1.5 | Условия равновесия с учетом сил трения. |
| 1.6 | Центр тяжести твердого тела. |
| | ***Раздел 2. Кинематика*** |
| 2.1 | Кинематика точки. |
| 2.2 | Кинематика поступательного движения тела. Кинематика вращательного движения тела вокруг неподвижной оси. |
| 2.3 | Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек. |
| 2.3 | Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение ускорений точек. |
| 2.4 | Сферическое движение твердого тела. |
| 2.5 | Сложное движение точки. Определение скоростей. |
| 2.5 | Сложное движение точки. Определение ускорений. |
| 2.6 | Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных и пересекающихся осей. |
| | ***Раздел 3. Динамика*** |
| 3.1 | Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Первая задача динамики. |

| | |
|---|---|
| 3.1 | Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Вторая задача динамики. |
| 3.2 | Геометрия масс системы |
| 3.3 | Теорема о движении центра масс системы. |
| 3.4 | Теорема об изменении количества движения точки и системы. |
| 3.5 | Теорема об изменении момента количества движения точки и системы. |
| 3.6 | Теорема об изменении кинетической энергии точки и системы. |
| 3.7 | Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела. |
| 3.7 | Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. |
| 3.8 | Принцип Даламбера для точки и системы. |
| 3.9 | Принцип возможных перемещений. |
| 3.9 | Общее уравнение динамики. |
| 3.10 | Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа 2-го рода). |
| 3.11 | Малые колебания системы. |
| 3.12 | Элементарная теория удара. |

## 5. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине возможна как по обычной (традиционной) технологии, так и по технологии группового модульного обучения с проведением всех видов работ (аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающихся) в специальных автоматизированных аудиториях, оснащенных современным мультимедийным оборудованием.

Лекционные занятия проводятся преимущественно в виде учебной презентации в поточных аудиториях, оборудованных современными мультимедийными средствами. Учебные (раздаточные) материалы предоставляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные положения лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта и последующим контролем выполнения.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах «2305» (5 компьютеров, проектор, интерактивная доска, доступ в Интернет) и «2305» (10 компьютеров, проектор,
доступ в Интернет) с использованием необходимого прикладного программного обеспечения и наглядных пособий.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### *6.1. По дисциплине предусмотрены следующие основные виды самостоятельной работы студентов:*

подготовка к учебным занятиям;

проработка и конспектирование разделов, вынесенных для самостоятельного изучения;

подготовка к контрольным работам;

выполнение, оформление и защита расчетно-графических работ;

подготовка рефератов по актуальным вопросам дисциплины;

подготовка к зачету;

подготовка к экзамену.

***6.2.Примерная тематика расчетно-графических работ***

***6.2.1. Раздел 1. Статика***

С.1. Определение реакций опор твердого тела.

С.3. Определение реакций опор составной конструкции.

С.5. Равновесие пространственной системы сил.

***6.2.2. Раздел 2. Кинематика***

К.1. Определение уравнений движения, скорости и ускорения точки по заданным проекциям ее скорости.

К.2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при его поступательном или вращательном движении.

К.3. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при его плоском движении.

К.4. Сложное движение точки.

***6.2.3. Раздел 3. Динамика***

Д.1. Решение второй (основной) задачи динамики материальной точки.

Д.2. Применение основных теорем динамики к исследованию движения материальной точки.

Д.3. Определение параметров движения механической системы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии системы.

Д.4. Исследование равновесия механической системы с идеальными связями и одной степенью свободы при помощи принципа возможных перемещений.

Д.5. Применение принципа Даламбера для определения реакций связей механической системы.

Д.6. Исследование движения механической системы при помощи общего уравнения динамики.

Д.7. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы при помощи уравнений Лагранжа 2-го рода.

## 7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

***7.1. Оценочные средства для текущей аттестации***

***7.1.1. Примерные контрольные вопросы при защите расчетно-графических Работ***

***7.1.1.1. Раздел 1. Статика***

***Задание С1:***

- Что такое сила? Чем отличается сосредоточенная сила от распределенной?
- Чем отличаются проекции силы на оси координат от ее составляющих, направленных параллельно тем же осям?
- Какая сила называется равнодействующей? Где приложена и чему равна равнодействующая распределенных сил?
- Что такое связь в механике? Какие связи имеются в заданной конструкции?
- Что такое реакция связи? Как направлены реакции связей в рассматриваемом случае?
- Чему равен алгебраический момент силы относительно данного центра? Что такое плечо силы? Какое направление момента принято считать положительным?
- Расшифруйте понятия главный вектор и главный момент системы сил.
- Напишите условия равновесия плоской системы сил в векторном и алгебраическом (три варианта) виде.

- Применялась ли в решении задачи теорема Вариньона? Если да, то с какой целью? Как читается эта теорема?
- Как определить направление полной реакции по известным ее составляющим?

***Задание С3:***

- Дайте определение принятого в курсе теоретической механики понятия связь и назовите виды связей, которые имеются в заданной конструкции.
- Чем отличаются внутренние связи системы от внешних?
- Какие способы применяются для статического расчета инженерной конструкции, состоящей из двух абсолютно твердых тел, соединенных подвижно?
- Как найти проекцию силы на ось? Проекция силы на ось – это вектор или скаляр?
- Какие виды распределенной нагрузки встречаются в инженерных расчетах? Что такое интенсивность распределенных сил? Как определяется и где прикладывается равнодействующая распределенных сил?
- Что такое пара сил, плечо пары сил, плоскость действия пары сил?
- Разъясните понятия главный вектор и главный момент системы сил. Как читается теорема о приведении системы сил к данному центру?
- Чему равен алгебраический момент силы относительно данного центра? А алгебраический момент пары сил?
- Как выглядит основная форма условий равновесия плоской системы сил?
- Какие системы сил являются статически определимыми, а какие – статически неопределимыми?

***Задание С5:***

- Напишите необходимые и достаточные условия равновесия твердого тела, находящегося под действием любой системы сил, в векторной и аналитической формах. Как выглядят эти условия для системы параллельных сил? А для системы сходящихся сил?
- Что называется моментом силы относительно оси?
- Какие операции необходимо проделать для определения момента силы относительно сои? Покажите это на примере.
- Существуют ли другие способы определения момента силы относительно оси? Напишите аналитические формулы для определения моментов силы относительно координатных осей.
- Когда момент силы относительно оси считается положительным?
- Когда момент силы относительно оси равен нулю?
- Справедлива ли теорема Вариньона для моментов сил относительно любой оси?

***7.1.1.2. Раздел 2. Кинематика***

***Задание К1:***

- Какие способы задания движения точки применяют при решении задач классической механики?
- Какой способ задания движения точки применен в данной задаче?
- Какими системами координат можно воспользоваться для задания движения точки?
- Что называется средней по модулю и направлению скоростью точки за промежуток времени $\Delta t$?

- Чему равен и как направлен вектор скорости точки?
- Как определяются величина и направление ускорения при координатном способе задания движения точки? А при естественном способе задания движения точки?
- Чему равен и как направлен вектор ускорения точки?
- Как определяются величина и направление ускорения при координатном способе задания движения точки?
- Какие величины называются касательным и нормальным ускорениями точки? Напишите формулы для их определения.
- Какое движение называется равномерным? Всегда ли при равномерном движении ускорение точки равно нулю?
- Какое движение совершает точка, если ее ускорение все время равно нулю? Приведите пример такого движения.
- Какое движение называется равнопеременным? Всегда ли при равнопеременном движении полное ускорение точки должно быть постоянным?

***Задание К2:***

- Какое движение твердого тела называется поступательным? Каким общим свойством обладают траектории, скорости и ускорения точек поступательно движущегося тела?
- Всегда ли совпадают линии действия векторов скорости и ускорения точки, принадлежащей поступательно движущемуся телу?
- Какое движение называется вращательным? Можно ли говорить о вращательном движении точки? А о поступательном?
- Что такое угловая скорость тела? А угловое ускорение? Как направлены их векторы?
- Как направлена и чему равна скорость точки, принадлежащей вращающемуся телу?
- Напишите формулы для определения касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела. Как направлены векторы этих ускорений?
- Существуют ли на плоской фигуре, вращающейся вокруг неподвижной оси, перпендикулярной фигуре, хотя бы две несовпадающие точки, скорости которых одинаковы по величине и направлению?

***Задание К3:***

- Какое движение называется плоскопараллельным?
- Суммой каких движений можно представить плоскопараллельное движение?
- Зависят ли кинематические характеристики вращательной части движения от выбора полюса? А поступательной?
- Три способа определения скорости точки плоской фигуры при плоскопараллельном движении.
- Теорема о проекциях скоростей двух точек твердого тела.
- Мгновенный центр скоростей плоской фигуры (определение, способ его нахождения, применение).
- Как определяют ускорения точек плоской фигуры при ее плоскопараллельном движении?

***Задание К4:***

- Какое движение точки называется сложным?

- Расшифруйте понятия: абсолютное движение точки, переносное движение, относительное движение. Может ли абсолютное движение точки совпадать с переносным? А с относительным? Если да - то в каком случае, если нет - то почему?
- Как определяют абсолютную скорость при сложном движении точки?
- Чему равно абсолютное ускорение точки при ее сложном движении?
- Чему равно ускорение Кориолиса? Как найти направление этого ускорения по методу Н.Е. Жуковского?
- В каких случаях (при наличии переносного и относительного движений) ускорение Кориолиса равно нулю?

***7.1.1.3. Раздел 3. Динамика***

***Задание Д1:***

- Сформулируйте три закона динамики.
- Как записываются дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных координатах?
- Сформулируйте две задачи динамики точки. Какая из этих задач решалась в данной работе?
- Какие свойства точки характеризует ее масса?
- На каком участке пути точки в данной задаче сила тяжести является единственной действующей на точку силой?
- Каков характер движения проекции точки на горизонтальную ось при свободном падении точки? А на вертикальную?
- Как направлен вектор скорости точки при ее криволинейном движении? Как найти величину этой скорости?
- Какие свойства точки проявляются при ее равномерном прямолинейном движении?
- Как определяются постоянные величины при интегрировании дифференциальных уравнений движения материальной точки?

***Задание Д2:***

- Что принято называть количеством движения материальной точки?
- Что такое элементарный импульс силы?
- Как вычисляют импульс силы за конечный промежуток времени?
- Сформулируйте теорему об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и конечной формах.
- Чему равна элементарная работа силы? А работа силы на конечном перемещении?
- Как вычисляется работа силы тяжести, силы упругости, силы трения скольжения?
- Что называют кинетической энергией материальной точки? Напишите выражение теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки в дифференциальной форме и конечном виде.
- Что называют силой инерции материальной точки?
- Принцип Даламбера для материальной точки. Как соотносятся принцип Даламбера и второй закон Ньютона?

***Задание Д3:***

- Что называется кинетической энергией системы?

- Влияет ли действие внутренних сил системы на изменение ее кинетической энергии? Если да, то в каком случае, если нет, то почему?
- Напишите формулу для вычисления кинетической энергии тела при его поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении, а так же в общем случае движения.
- Как формулируется теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме? А в канонической (интегральной) форме?
- Как вычисляется работа силы тяжести, силы упругости, пары сил, силы трения скольжения, сил сопротивления качению?
- Какая механическая система называется неизменяемой и чему равна работа внутренних сил такой системы? Как будет выглядеть для этой системы каноническое уравнение теоремы об изменении кинетической энергии?
- Является ли механическая система, рассмотренная в данном задании, неизменяемой? Чему равна в данном случае работа внутренних сил и почему?
- Для решения каких задач механики применяют теорему об изменении кинетической энергии системы? Когда надо использовать выражение этой теоремы в интегральной, а когда в дифференциальной форме?

***Задание Д4:***

- Что в теоретической механике называется связью?
- Какие связи называются стационарными?
- Какое основное свойство характерно для идеальных связей? Приведите примеры идеальных связей.
- Какие перемещения точек системы называются виртуальными?
- Что означает термин «возможное перемещение механической системы»?
- Чему равно число независимых между собой возможных перемещений механической системы?
- Какие силы называются активными?
- Сформулируйте принцип возможных перемещений (принцип Лагранжа). Для решения каких задач механики он может быть использован? Каково основное преимущество применения этого принципа по сравнению с использованием уравнений статики?

***Задание Д5:***

- Что называют силой инерции материальной точки?
- К чему в общем случае можно привести силы инерции движущегося тела? А если тело движется поступательно? А если оно вращается вокруг центральной оси?
- Чему равен главный вектор сил инерции? Где он приложен и как направлен?
- Чему равен и как направлен главный момент сил инерции?
- Что такое центробежная сила инерции? Чему она равна и как направлена?
- Как формулируется принцип Даламбера для точки и для механической системы?
- Как называется метод силового расчета движущейся механической системы с использованием принципа Даламбера? Почему?

***Задание Д6:***

- Как формулируется принцип Даламбера-Лагранжа (общее уравнение динамики)?
- Для системы с какими связями справедливо общее уравнение динамики?

- Что называется возможным перемещением механической системы?
- Какие силы называются активными?
- К чему приводятся силы инерции твердого тела:
  а) при поступательном движении;
  б) при вращательном движении;
  в) при плоскопараллельном движении?
- Чему равен и как направлен главный вектор сил инерции?
- Чему равен и как направлен главный момент сил инерции?
- Что можно получить в результате применения общего уравнения динамики?

***Задание Д7:***

- Что называют обобщенными координатами? Какова их размерность? Чему равно число обобщенных координат?
- Что такое обобщенная скорость? А обобщенное ускорение? Каковы их размерности?
- Как записываются дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах?
- Для изучения движения каких систем могут применяться уравнения Лагранжа 2-го рода?
- Какое число таких уравнений можно составить для движущейся механической системы?
- Как изменить условие решенной задачи, чтобы число степеней свободы заданной механической системы увеличилось (уменьшилось)?
- Какими способами можно определить обобщенные силы? Какой из них применялся при решении данной задачи?
- При определении какой величины в уравнении Лагранжа 2-го рода можно использовать метод «замораживания» всех обобщенных координат, кроме одной?
- Как изменить условие задачи, чтобы изменилось выражение для обобщенной силы?

### *7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

#### *7.2.1. Примерные экзаменационные вопросы*

1. Предмет динамики. Основные понятия и определения (сила, инертность, материальная точка). Законы динамики. Две задачи динамики.
2. Дифференциальные уравнения движения точки в проекциях на декартовые и естественные оси координат. Решение их с помощью первой и второй задач динамики.
3. Механическая система материальных точек. Классификация сил. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс.
4. Дифференциальные уравнения движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс системы.
5. Количество движения материальной точки и системы. Элементарный импульс силы и импульс силы за определенный промежуток времени.
6. Теорема об изменении количества движения точки.
7. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения системы.
8. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции. Моменты инерции однородных тел (тонкий стержень, тонкое кольцо, круглая пластина или цилиндр, шар, круговой конус, прямоугольная пластина.)

9. Моменты инерции тела относительно параллельных осей. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
10. Момент количества движения точки и главный момент количеств движения (кинетический момент) системы. Кинетический момент тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
11. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси.
12. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно центра и относительно координатных осей. Закон сохранения кинетического момента системы.
13. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.
14. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.
15. Элементарная работа силы. Аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении. Мощность.
16. Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Работа и мощность сил, приложенных к вращающемуся телу. Работа сил трения, действующих на катящееся колесо.
17. Кинетическая энергия материальной точки и системы. Кинетическая энергия тела при поступательном, вращательном и плоском движениях.
18. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
19. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Выражение этой теоремы для неизменяемой системы и системы с идеальными связями.
20. Принцип Даламбера для точки и системы материальных точек. Главный вектор и главный момент сил инерции.
21. Вычисление главного вектора и главного момента сил инерции при поступательном, плоскопараллельном и вращательном движениях твердого тела.
22. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип возможных перемещений.
23. Общее уравнение динамики.
24. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Силовая функция для силы тяжести и силы упругости.
25. Потенциальная энергия. Выражение потенциальной энергии для силы тяжести и силы упругости. Закон сохранения полной механической энергии.
26. Обобщенные координаты, обобщенные скорости и обобщенные силы. Условия равновесия системы в обобщенных координатах.
27. Уравнения движения системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа 2-го рода).
28. Методика решения задач динамики с использованием уравнений Лагранжа 2-го рода.
29. Малые колебания системы относительно положения устойчивого равновесия. Понятие об устойчивости равновесия. Уравнения колебаний.
30. Собственные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
31. Явление удара. Основное уравнение теории удара.
32. Общие теоремы теории удара, коэффициент восстановления при ударе.
33. Удар тела о неподвижную преграду. Прямой центральный удар двух тел (удар шаров).
34. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел (теорема Карно).

***7.3. Фонд оценочных средств по дисциплине сформирован, актуализирован и обновлен 12 сентября 2012 г. (протокол №2 заседания кафедры ТПМ).***

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература:

***а) основная литература***

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1995, 2010.

2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики: Учебник для машиностроительных и приборостроительных спец. вузов. - М.: Высшая школа, 2003.

3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. Учебное пособие – 37-е изд. /Под ред. Н.В.Бутенина, А.И.Лурье, Д.Р.Меркина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит., 2005.

4. Сборник курсовых заданий по теоретической механике: Учебное пособие /В.С.Перевалов, А.М.Бусыгин, А.П.Вержанский и др. /Под ред. В.С.Перевалова – М.: МГГУ, 2003 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

***б) дополнительная литература***

5. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для вузов. /Под общ. ред. Яблонского А.А. – М.: Высшая школа, 2006.

6. Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Часть 1. Статика: Учебное пособие /В.С.Перевалов, В.М. Рачек, Г.А. Доброборский и др.: /Под общ. ред. В.С.Перевалова – М.: МГГУ, 2001 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

7. Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Часть 2. Кинематика: Учебное пособие /В.С.Перевалов, В.М.Рачек, Г.А. Доброборский и др.: /Под общ. ред. В.С.Перевалова – М.: МГГУ, 2002 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

8. Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Часть 3. Динамика: Учебное пособие /В.С.Перевалов, В.М.Рачек, Г.А. Доброборский и др.: /Под общ. ред. В.С.Перевалова – М.: МГГУ, 2004 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

9. Сагалова Р.В., Балахнина Е.Е. Механика на примерах и задачах из горной техники. Конспект лекций для студентов вузов. Раздел 1. Теоретическая механика. – М., МГГУ, 2011 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/)

10. Сагалова Р.В., Вержанский П.М., Денискина Т.В. Тесты по теоретической механике. Учебное пособие. Часть 1. Статика. – М.: МГГУ, 2012 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

11. Сагалова Р.В., Вержанский П.М., Слободяник Т.М. Тесты по теоретической механике. Учебное пособие. Часть 2. Кинематика. – М.: МГГУ, 2012 (имеется электронная версия, 2012, см. /24/).

***в) электронные образовательные ресурсы и Интернет-ресурсы***

12. Стандартное программное обеспечение Microsoft Office 2003, 2007, 2010.

13. http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/Targ160.pdf Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. 2010.

14. http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/Apple.pdf Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. 2010.

15. http://www.teor-meh.ru/ Решение задач по теоретической механике. 2010.

16. http://tpm-msmu.narod.ru/ Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Под общей редакцией Перевалова В.С. – М.: МГГУ. Часть 1. Статика. 2012.

17. http://tpm-msmu.narod.ru/ Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Под общей редакцией Перевалова В.С. – М.: МГГУ. Часть 2. Кинематика. 2012.

18. http://tpm-msmu.narod.ru/ Сборник решений задач по теоретической механике на примерах из горной техники и технологии. Под общей редакцией Перевалова В.С. – М.: МГГУ. Часть 3. Динамика. 2012.

19. http://tpm-msmu.narod.ru/ Алюшин Ю.А. Энергетические основы механики. Электронный учебник. – М.: МГГУ, 2011.

20. http://allmechanics.narod.ru/ Алюшин Ю.А. Механика твердого тела в переменных Лагранжа. - М.: Машиностроение. 2012.

21. http://mexcaf.narod.ru/ Алюшин Ю.А. Механика в переменных Лагранжа. – М.: МГГУ, 2007.

22. http://mexcaf.narod.ru/ Алюшин Ю.А. Энергетическая модель механики. – М.: МГГУ, 2009.

23. http://mehanixx.narod.ru/ Алюшин Ю.А. Механика в переменных Лагранжа. Электронный учебник. – М.: МГГУ, 2011.

24. htpp://www.elibrary.ru. Научная электронная библиотека МГГУ. 2011.

***г) периодические издания (научные журналы)***

25. Горный информационно-аналитический бюллетень.

26. Известия высших учебных заведений. Машиностроение.

27. Известия высших учебных заведений. Горный журнал.

28. Горное оборудование и электромеханика.

29. Уголь.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Компьютерный класс «415» (20 компьютеров, объединенных в локальную сеть, проектор, интерактивная доска, доступ в сеть Internet с каждого компьютера).

9.2. Компьютерный класс «517» (10 компьютеров, объединенных в локальную сеть, проектор, доступ в сеть Internet с каждого компьютера).

9.3. Специализированные аудитории «411» и «417», оснащенные комплектами демонстрационных плакатов, макетов, моделей, натурными образцами узлов и деталей машин и механизмов, комплектом видеофильмов по основным разделам дисциплины.