

**Приложение 1 к РПД Теоретическая механика  
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства  
специализация №1 «Физические процессы горного производства»  
Форма обучения – очная  
Год набора - 2020**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Кафедра горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Теоретическая механика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические / семинарские занятия.

**Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### **Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и



## Методические рекомендации по составлению опорного конспекта

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.

3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.

4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.

5) Составление опорного конспекта.

## Методические рекомендации для занятий в интерактивной форме

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются интерактивные формы. В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

В курсе изучаемой дисциплины «Теоретическая механика» интерактивной форме часы используются в виде групповой дискуссии.

#### Тематика занятий с использованием интерактивных форм

№ п/п	Тема	Интерактивная форма	Часы, отводимые на интерактивные формы	
			лекции	практические занятия
1.	Система сил, расположенных произвольно на плоскости и в пространстве.	групповая дискуссия	-	2
2.	Центр тяжести твердого тела.	групповая дискуссия	-	2
3.	Кинематические способы задания движения точки.	групповая дискуссия	-	2
4.	Ускорение точки.	групповая дискуссия	-	2
5.	Поступательное движение.	групповая дискуссия	-	2
6.	Вращательное движение.	групповая дискуссия	-	2
7.	Сферическое движение твердого тела.	групповая дискуссия	-	2
8.	Общий случай движения точки.	групповая дискуссия	-	2
9.	Динамика свободной материальной точки	групповая дискуссия	-	1
10.	Колебательное движение материальной точки.	групповая дискуссия	-	1
11.	Динамика несвободной материальной точки.	групповая дискуссия	-	1
12.	Динамика относительного движения материальной точки.	групповая дискуссия	-	2
13.	Система материальных точек. Твердое тело. Моменты инерции твердого тела.	групповая дискуссия	-	1
14.	Теорема о движении центра масс механической системы. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы.	групповая дискуссия	-	1
15.	Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и механической системы. Работа. Теорема об изменении кинетической энергии.	групповая дискуссия	-	1
16.	Динамика поступательного и вращательного движений твердого тела.	групповая дискуссия	-	2
17.	Динамика плоского и сферического движения твердого тела.	групповая дискуссия	-	1
18.	Принцип возможных перемещений.	групповая дискуссия	-	1

19.	Общее уравнение динамики.	групповая дискуссия	-	2
20.	Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (Уравнения Лагранжа).	групповая дискуссия	-	1
21.	Функция Гамильтона. Канонические уравнения механики (уравнения Гамильтона).	групповая дискуссия	-	1
<b>ИТОГО</b>				<b>32 часа</b>

## 2. Планы практических занятий

### Занятие 1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения

#### План:

1. Способы задания движения точки
2. Скорость точки
3. Ускорение точки
4. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения
5. Естественная система координат
6. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения

*Литература:* [2, с.6 -21]; [3, с.70 - 80]

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Чем является траектория точки при векторном способе задания движения точки?
2. Как по уравнениям движения точки в координатной форме определить ее траекторию?
3. Чему равен вектор скорости точки в данный момент времени и какое направление он имеет?
4. Как определяются проекции скорости точки на неподвижные оси декартовой системы координат?
5. Чему равен вектор ускорения точки и как он направлен по отношению к годографу скорости?
6. Как направлены естественные координатные оси в каждой точке кривой?
7. В какой плоскости расположено ускорение точки и чему равны его проекции на естественные координатные оси?
8. Что характеризуют собой касательное и нормальное ускорения точки?
9. Какова последовательность определения радиуса кривизны траектории точки?
10. Как классифицируются движения точки по ускорениям?

#### *Задание для самостоятельной работы:*

По заданным уравнениям движения точки  $M$  установить вид ее траектории и для момента времени  $t=t_1$  (с) найти положение точки на траектории, ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории.

### Занятие 2. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

#### План:

1. Основные понятия и определения
2. Скорость точки в сложном движении

3. Ускорение точки в сложном движении. Ускорение Кориолиса  
*Литература:* [4, с. 155 - 163], [3, с. 99 -104]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какое движение называется сложным?
2. Какое движение называется относительным?
3. Какое движение называется переносным?
4. Дайте определение переносной скорости.
5. Дайте определение переносного ускорения.
6. Чему равно ускорение Кориолиса?
7. Сформулируйте правило Жуковского.
8. Сформулируйте правило векторного произведения.
9. В каких случаях ускорение Кориолиса равно нулю?
10. Чему равна величина ускорения Кориолиса?
11. В каком случае не нужно вычислять ускорение Кориолиса?

*Задание для самостоятельной работы:*

По пластинке движется точка  $M$  с законом движения  $OM=f_1(t)$ . В момент времени  $t=1$  с определить абсолютную скорость ( $v_a$ ) и абсолютное ускорение ( $a_a$ ) точки  $M$ .

### **Занятие 3. Кинематический анализ плоского механизма при плоскопараллельном движении**

**План:**

1. Теорема о скорости
  2. Следствие из теорем
  3. Мгновенный центр скоростей
  4. Теорема об ускорении точек
  5. Мгновенный центр ускорения
- Литература:* [4, с.127 -135]; [3, с.105 - 112]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какое движение твердого тела называется плоским?
2. Напишите закон плоского движения?
3. Зависят ли поступательное перемещение плоской фигуры и ее поворот от выбора полюса?
4. Как определяется скорость любой точки плоской фигуры?
5. Покажите, что проекция скоростей точек неизменяемого отрезка на ось, совпадающую с этим отрезком, равны между собой?
6. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром скоростей и каковы основные случаи определения его положения?
7. Что представляет собой распределение скоростей точек плоской фигуры в данный момент?
8. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?
9. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром ускорений и может ли мгновенный центр ускорений совпадать с мгновенным центром скоростей?
10. Перечислите известные Вам способы определения положения мгновенного центра скоростей?
11. Что представляет собой картина распределения ускорений точек плоской фигуры в данный момент времени в трех случаях:  
1)  $\omega \neq 0, \varepsilon \neq 0$  ;

2)  $\omega \neq 0$ ,  $\varepsilon = 0$ ;

3)  $\omega = 0$ ,  $\varepsilon \neq 0$ ?

12. Как производят определение ускорений точек и угловых ускорений звеньев плоского механизма?

*Задание для самостоятельной работы:*

Для заданного положения механизма определить скорости и ускорения точек В и С, а также угловую скорость и угловое ускорение звена, которому эти точки принадлежат.

#### **Занятие 4. Определение реакций опор составной конструкции**

План:

1. Конструкция и связи
2. Уравнение моментов сил
3. Правило знаков для суммы моментов

*Литература:* [2, с. 74 - 82], [3, с. 27 - 31]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какие силы называются внешними?
2. Какие силы называются внутренними?
3. Что называется реакцией связи?
4. Что называется распределенной нагрузкой?
5. Что называется шарнирной заделкой?
6. Какое условие должно соблюдаться, чтобы составная конструкция находилась в положении равновесия?
7. Сколько уравнений равновесия можно составить для каждого тела составной конструкции?
8. Сколько уравнений равновесия можно составить для составной конструкции?

*Задание для самостоятельной работы:*

Конструкция, состоящая из двух частей, соединенных шарниром, нагружена парой сил с моментом  $M$ , распределенной нагрузкой мощностью  $q$  и сосредоточенной силой  $F$ . Определить опорные реакции и реакцию шарнира.

#### **Занятие 5. Определение реакций опор твердого тела**

План:

1. Момент силы относительно точки
2. Момент силы относительно оси
3. Связь момента силы относительно оси с векторным моментом силы относительно точки
4. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил

*Литература:* [3, с. 27 - 37]; [1, с. 31 - 36]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Как направлен и чему равен по модулю вектор-момент силы относительно данной точки?
2. В каком случае вектор-момент силы относительно точки равен нулю?
3. Что называется моментом силы относительно данной оси и как выбирается знак этого момента?
4. В каких случаях момент силы относительно данной оси равен нулю?

5. Какая существует зависимость между вектором-моментом силы относительно данной точки и моментом той же силы относительно оси, проходящей через эту точку?
6. Что называется главным вектором произвольной пространственной системы сил?
7. Что называется главным моментом произвольной пространственной системы сил?
8. Каковы возможные случаи приведения произвольно расположенных и параллельных сил в пространстве?
9. Каковы геометрическое и аналитическое условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?
10. Сформулируйте теорему о моменте равнодействующей пространственной системы сил относительно точки и оси.

*Задание для самостоятельной работы:*

На вал с барабаном весом  $Q$  намотана веревка, удерживающая груз весом  $P$ , и насажено колесо радиусом  $r$  и весом  $G$ . Определить реакции подшипников  $A$  и  $B$  и силу  $F$ , приложенную к колесу в плоскости его вращения, или момент  $M$ , приложенный к валу (по согласованию с преподавателем), или натяжение ремней, надетых на колесо (скольжение ремня отсутствует,  $T=2t$ ), в случае равновесия конструкции. Коэффициент трения  $f=0,3$ .

### **Занятие 6. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы**

**План:**

1. Кинетическая энергия
2. Работа
3. Теорема об изменении кинетической энергии

*Литература:* [3, с. 157 - 169]; [4, с.301 - 309]

*Вопросы для самоконтроля:*

- 1 Как выражается величина элементарной работы силы?
- 2 Как выражается работа силы на конечном пути?
- 3 Как выражается элементарная работа силы, приложенной к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси, через момент этой силы относительно оси вращения?
- 4 Что называется кинетической энергией материальной точки?
- 5 Что называется кинетической энергией механической системы?
- 6 Как выражается кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении этого тела?
- 7 В чем состоит теорема об изменении кинетической энергии материальной точки?
- 8 В чем состоит теорема об изменении кинетической энергии механической системы?
- 9 Входят ли в уравнение, выражающее теорему об изменении кинетической энергии системы, внутренние силы этой системы?
- 10 В каком случае в уравнение, выражающее теорему об изменении кинетической энергии системы, не входят внутренние силы этой системы?

*Задание для самостоятельной работы:*

Механическая система под действием силы тяжести тела 1, тела 4, тела 3 или вращающего момента  $M$  приходит в движение из состояния покоя. Учитывая трение скольжения тела 1, сопротивление качению тела 3, тела 4 и тела 1, катящихся без скольжения, определить скорость тела 1 в тот момент, когда пройденный им путь станет равным  $s_1$ .

## Занятие 7. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с одной степенью свободы

### План:

1. Применение общего уравнения динамики и исследования механической системы.
2. Активные силы и силы инерции.
3. Кинетические связи. Зависимости между перемещениями и ускорениями.

*Литература:* [3, с. 170 - 183]; [4, с.138 - 146]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Как вычисляется работа силы тяжести?
2. Как вычисляется величина момента сопротивления при наличии трения качения?
3. Как вычисляется работа момента сопротивления при качении?
4. В чем заключается сущность принципа Даламбера для материальной точки и системы?
5. Каковы модуль и направление главного вектора сил инерции механической системы?
6. К чему приводятся силы инерции точек твердого тела при различных случаях его движения?
7. Что называют возможными перемещениями системы?
8. Какие связи механической системы называют идеальными?
9. Как формулируется принцип возможных перемещений?
10. Какой вид имеет общее уравнение динамики?

*Задание для самостоятельной работы:*

При действии момента  $M$  система, состоящая из однородного блока, вращающегося вокруг неподвижной оси, невесомой нерастяжимой нити и груза, перемещающегося по плоскости, наклоненной к горизонту под углом  $\alpha$ , приводится в движение.

При заданных величинах:

$$m_1 = \_, m_2 = \_ \text{ кг}, R_2 = \_ \text{ м}, \varepsilon_2 = \_ \text{ с}^{-2}, M = \_ \text{ Нм}, \alpha = \_ \text{ }^\circ$$

определить: 1) главный вектор сил инерции груза; 2) главный момент сил инерции блока; 3) натяжение нити между блоком и грузом; 4) величину коэффициента трения скольжения  $f$ ; 5) при какой величине момента  $M$  система при  $f = \_\_\_\_\_\_$  будет находиться в равновесии.

## Занятие 8. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки

### План:

1. Сила зависит от времени.
2. Сила зависит от положения точки в пространстве.
3. Сила зависит от скорости точки.

*Литература:* [3, с. 119 - 126]; [4, с.186 - 190]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какой вид имеют дифференциальные уравнения движения точки в декартовых осях координат?
2. Какой вид имеют дифференциальные уравнения движения точки в естественных осях координат?
3. Что значит разделить переменные в дифференциальном уравнении?
4. Почему при интегрировании уравнений движения появляются неопределенные постоянные интегрирования?

5. Для чего задаются начальные условия движения?

*Задание для самостоятельной работы:*

Материальная точка массой  $m$ , движется под действием сил, равнодействующая которых зависит от времени, координат точки и ее скорости. Определить уравнения движения точки в координатной форме при заданных начальных условиях.

### **Занятие 9. Тожественное преобразование систем сил и определение реакций связей**

**План:**

1. Геометрический способ определения равнодействующей
2. Геометрическое условие равновесия
3. Проекция силы на оси координат
4. Аналитические условия равновесия

*Литература:* [3, с. 17 - 22]; [2, с. 88 - 93]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Чему равно абсолютное значение момента силы относительно точки и оси?
2. Как направлен вектор момента силы?
3. Какую систему сил называют парой, какое действие на тело оказывает пара сил?
4. Чему равен момент пары сил, какие его свойства?
5. Как направлен вектор момента пары сил?
6. Как формулируются условия равновесия тела при действии
7. различных систем сил?
8. Что называют связью и реакцией связи?

*Задание для самостоятельной работы:*

Определить реакции подшипников  $A$  и  $B$  и силу  $F$ , приложенную к колесу в плоскости его вращения, при заданных исходных данных.

### **Занятие 10. Определение кинематических характеристик механической системы, включающей твердые и гибкие тела.**

**План:**

1. Схема механической системы.
2. Определение типа движения тел, входящих в систему.
3. Определение перемещения, скорости, ускорения тел.

*Литература:* [3, с.105 – 115]; [4, с.117 - 132]

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Назовите основные системы отсчета положения точки.
2. Как задается движение точки в этих системах отсчета?
3. Назовите основные виды движения твердых тел, дайте их определения.
4. По каким формулам определяются кинематические характеристики тел и их точек при поступательном, вращательном вокруг неподвижной оси, плоско-параллельном движении?

*Задание для самостоятельной работы:*

Напишите и сформулируйте условия равновесия плоской системы сил. Однородный стержень  $AB$  весом  $80\text{ Н}$  в точке  $A$  закреплен неподвижным шарниром, а в точке  $B$  свободно опирается на гладкую вертикальную стенку. Найдите силу, с которой стержень давит на стенку, если угол наклона стержня к вертикали равен  $30^\circ$ .

## Занятие 11. Определение закона движения груза.

### План:

1. Принцип независимости действия сил.
2. Дифференциальные уравнения движения.
3. Расчетная схема: изображение рассматриваемого объекта в промежуточном положении на траектории, обозначение системы координат и действующих на объект силы.

*Литература:* [3, с.117 - 130]; [4, с.273 - 277]

### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Дайте определения понятий масса материальной точки, масса механической системы, центр масс механической системы.
2. Сформулируйте аксиомы динамики. В чем заключаются основные задачи динамики?
3. Каков порядок решения основных задач с помощью дифференциальных уравнений?
4. Сформулируйте общие теоремы динамики. Для каких исходных условий удобно применение общих теорем?

### *Задание для самостоятельной работы:*

Сформулируйте теорему о трех уравновешенных силах. Горизонтальная балка АВ в точке В закреплена при помощи неподвижного шарнира, а в точке А — при помощи вертикального невесомого стержня. В середине балки приложена сила Р под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Постройте линию действия реакции шарнира. Динамика 1. Вывести дифференциальное уравнение вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы без учета сопротивления. Изложить его решение в случае отсутствия резонанса. Свойства решения.

## Занятие 12. Определение главного вектора и главного момента сил инерции твердого тела.

### План:

1. Внешние силы, силы инерции,
2. Главный вектор и главный момент сил инерции,
3. Уравновешенная система сил.

*Литература:* [3, 131 - 136]; [4, с.344 - 353]

### *Вопросы для самоконтроля:*

1. К какому телу приложены силы инерции?
2. По каким формулам определяют главный вектор и главный момент сил инерции? Как направлен главный вектор сил инерции и в какой точке тела он приложен?
3. Как направлен главный момент сил инерции?
4. Сформулируйте принцип Даламбера.
5. В чем состоит искусственность принципа Даламбера?
6. Сформулируйте порядок решения задач с применением принципа Даламбера.
7. Дайте определение понятия «возможные перемещения».
8. В чем заключается принцип возможных перемещений?

*Задание для самостоятельной работы:*

Материальная точка массой  $m$  движется относительно декартовой системы координат по закону  $\mathbf{r}(t) = 2t\mathbf{i} + 2t^2\mathbf{j} + 4t\mathbf{k}$ . Вычислите вектор количества движения и момента количества движения точки относительно начала координат.