

**Приложение 1 к РПД «Прикладная механика»**  
**21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства**  
**Направленность (профиль) «Физические процессы горного производства»**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2021**

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

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Направленность (профиль)	Физические процессы горного производства
4.	Дисциплина (модуль)	Прикладная механика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

### **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, решения задач и выполнение практических работ.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

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

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции и практические работы.

#### **1.1. 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.

В учебном процессе, помимо чтения лекций, используются интерактивные формы (устный опрос, тестирование, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к

основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

### **1.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и материалы правоприменительной практики;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе выполнения практической работы давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждое задание до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин) или не подготовившимся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по выполнению заданий.

В случае если сроки сдачи работ превышены, количество баллов сокращается.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

### **1.3. Методические рекомендации по подготовке к устному опросу**

Устный опрос – наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном контроле устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.

Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, устный опрос имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно ответить на поставленный вопрос. Можно дать следующие методические рекомендации:

- студент должен изучить лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов;
- обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины;
- выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

Тема и вопросы устного опроса доводятся до студентов заранее. Эффективность подготовки студентов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой.

В среднем, подготовка к устному опросу занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы.

### **1.4. Методические рекомендации для занятий в интерактивной форме**

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются интерактивные формы (в целях выработки навыков применения теории при анализе реальных проблем, обсуждение отдельных разделов дисциплины, консультации). 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, задачи, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

В курсе изучаемой дисциплины «Прикладная механика» в интерактивной форме часы используются в виде: устного опроса, заслушивания и обсуждения подготовленных студентами практических работ по тематике дисциплины.

#### Тематика занятий с использованием интерактивных форм

№ п/п	Тема	Интерактивная форма	Часы, отводимые на интерактивные формы	
			лекции	Практические занятия
1.	Кинематика механизмов и машин	Устный опрос. Обсуждение практической работы		2
2.	Кинестатика и динамика механизмов и машин	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
3.	Механизмы с высшими кинематическими парами.	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
4.	Детали машин. Основные понятия и определения	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
5.	Механические передачи	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
6.	Детали механических передач	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
7.	Соединения деталей машин	Устный опрос. Обсуждение практической работы		1
<b>ИТОГО:</b>				<b>8 часов</b>

#### 1.5 Методические рекомендации по подготовке опорного конспекта

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо иметь полный конспект лекций, прочитанных в аудиторные часы и тем, теоретического материала, освоивших обучающимися самостоятельно.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

#### 1.6. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Преподаватель может принимать экзамен только в том случае, если студент допущен к экзамену. Ведомость преподавателю передает специалист кафедры.

На экзамене обучающийся должен представить зачетную книжку. Если

обучающийся не имеет при себе зачетной книжки, экзаменатор не имеет права принимать экзамен.

В экзаменационной ведомости и зачетной книжке экзаменатор должен записать результат экзамена и поставить свою подпись.

Обучающемуся, сдающему экзамен, должно быть дано время, достаточное для тщательной подготовки ответа. Как правило, для подготовки ответов на зачете студент должен иметь не менее 30 минут, но не более часа.

При подготовке ответов на экзамене студент имеет право пользоваться программой по данному предмету.

Во время сдачи экзамена студент не имеет права пользоваться учебником, учебным пособием, конспектом, каким-либо источником.

Пользование «шпаргалками» должно повлечь за собой безусловное удаление студента с экзамена с выставлением оценки «неудовлетворительно» в экзаменационной ведомости.

Студенту должна быть предоставлена возможность полностью изложить свои ответы. Не рекомендуется прерывать студента, за исключением случаев, когда он отвечает не на тот вопрос, который ему задан, или когда он сразу же допускает грубую ошибку. Преподаватель может также прервать студента, если сказанного им достаточно, чтобы вполне положительно оценить его знания.

Не следует часто поправлять отвечающего, учитывая, что некоторые студенты утрачивают уверенность от замечаний преподавателя, которые он делает по ходу экзамена, что сказывается на качестве их ответов.

Экзаменатор задает дополнительные вопросы после того, как студент закончит ответ по данному вопросу, или по окончании ответов на все вопросы билета. Дополнительные вопросы должны быть поставлены четко и ясно. При выставлении оценок экзаменатор принимает во внимание не столько знание материала, часто являющееся результатом механического запоминания прочитанного, сколько умение ориентироваться в нем, логически рассуждать, а равно применять полученные знания к практическим вопросам. Важно также учесть форму изложения.

Попытки отдельных студентов выпрашивать повышение оценок следует корректно, но решительно пресекать.

Качество учебной работы обучающихся преподаватель оценивает с использованием критериев и шкалы оценивания (см. Приложение 2).

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ по итогам выполнения всех заданий: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

### **1.7. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ.**

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

## **2. Планы практических занятий**

### **Занятие 1. Структурный анализ плоского механизма (2 час)**

#### **План:**

1. Проанализировать структуру механизмов заданной схемы:
  - вычертить схему механизма;
  - пронумеровать звенья арабскими цифрами, присвоив последний номер неподвижному звену (стойке). Установить класс каждой кинематической пары, образуемой звеньями механизма;

- рассчитать степень подвижности механизма и проанализировать полученный результат. Если в механизме присутствуют пассивные связи и (или) местные подвижности, избавиться от них и повторить расчет;
- Заменить высшие пары (если они имеются в механизме) кинематическими цепями с низшими парами; замену произвести непосредственно на кинематической схеме, для обозначения фиктивных звеньев в заменяющем механизме. Определить степень подвижности заменяющего механизма, результат сопоставить с полученным;
- для заменяющего механизма вычертить структурную схему (если это требуется для облегчения структурного анализа); установить возможные варианты выбора начальных звеньев и для каждого варианта написать формулу строения механизма.

*Литература:*

Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите признаки классификации кинематических пар.
2. В чем различие между высшими и низшими кинематическими парами?
3. Как классифицируются кинематические пары по виду допускаемого относительного движения?
4. Чем определяется класс кинематической пары?
5. Почему возможно только 5 классов кинематических пар?
6. Приведите примеры кинематических пар каждого класса.
7. Кинематические пары каких классов могут быть реализованы в плоских механизмах?
8. Перечислите свойства кинематических пар.
9. Почему низшие пары, при прочих равных условиях, передают большие усилия, чем высшие?

*Задание для самостоятельной работы*

1. Для каждой заданной формулы строения механизма указать класс, вид и порядок структурных групп, а также класс механизма.

**Занятие 2. Кинематический анализ рычажных механизмов (2 час)**

**План:**

Для заданной схемы механизма требуется:

- проанализировать структуру и кинематику механизма;
- проанализировать кинематику механизма для исследуемого положения методом планов скоростей и ускорений.

*Литература:*

Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Как построить графически функцию положения механизма и ее производные?
2. Как рассчитать масштабы кинематических диаграмм?
3. Как определить величину и направление угловых скоростей и угловых ускорений звеньев?
4. Как аналитически определить функцию положения, передаточные функции скорости и ускорения ползуна кривошипно-ползунного механизма?
5. В чем заключаются преимущества и недостатки аналитического и графического методов кинематического анализа?

*Задание для самостоятельной работы*

1. Изучить метод кинематических диаграмм.

### **Занятие 3. Кинетостатический силовой расчет рычажного механизма (2 час)**

#### **План:**

1. Вычертить в масштабе расчетную кинематическую схему механизма в заданном положении, показать на ней приложенные внешние силы и моменты, записать рядом с расчетной схемой постановку задачи: что дано и что требуется определить;
2. На базе структурного анализа механизма определить число неизвестных в силовом расчете. Определить главные векторы и главные моменты сил инерции. Провести кинетостатический расчет механизма по звеньям и группам Ассура. Для каждого рассматриваемого элемента системы: изобразить в масштабе его расчетную схему с приложенными внешними силами и моментами, включая инерционные и реакции, записать векторные уравнения сил и алгебраические уравнения моментов, вычертить в масштабе планы сил. Составить таблицу результатов силового расчета (число данных в таблице должно равняться числу неизвестных в силовом расчете).

#### *Литература:*

Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. С какой целью производится приведение сил и моментов в механизме? Какое условие положено в основу приведения сил и моментов?
2. Какое условие положено в основу замены масс и моментов инерции при приведении?
3. Напишите формулу кинетической энергии для кривошипно-ползунного механизма.
4. Чем отличается статический силовой расчет от кинетостатического?
5. Как используется принцип Д'Аламбера в силовом расчете механизмов?
6. Запишите уравнения кинетостатики для одного из звеньев механизма.
7. Расскажите о методе определения угловых ускорений звеньев при силовом расчете механизма.
8. Как определить величину и направление главных векторов и главных моментов сил инерции каждого из звеньев стержневого механизма?
9. Сколько уравнений кинетостатики необходимо записать для проведения силового расчета кривошипно-ползунного (четырёхшарнирного) механизма?
10. В какой последовательности необходимо выполнять силовой расчет четырёхшарнирного механизма, если задан момент нагрузки на выходном звене?

#### *Задание для самостоятельной работы*

1. Выполнить силовой расчет четырёхшарнирного механизма.

### **Занятие 4. Анализ зубчатых механизмов (2 час)**

#### **План:**

1. Для зубчатого механизма, включающего планетарный или дифференциальный механизм и пару зубчатых колес с внешним зацеплением, определить передаточное число и заданные угловые скорости или частоты вращения колес и водила. Расчеты произвести аналитическим методом.
2. Неизвестное число зубьев одного из колес эпициклического механизма найти из условия соосности его центральных колес.

#### *Литература:*

Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какой зубчатый механизм называется сложным?
2. Какой механизм называется планетарным?
3. Каковы основные достоинства и недостатки зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
4. По каким признакам классифицируются зубчатые передачи?
5. Что называется полюсом зацепления, линией зацепления и углом зацепления?
6. Какие окружности зубчатых передач называют делительными?
7. Каково влияние числа зубьев на их форму и прочность?
8. Какие факторы влияют на выбор степени точности изготовления зубчатых колес?
9. Какие материалы применяются для изготовления зубчатых колес?
10. По какому признаку материалы зубчатых колес делятся на две группы?
11. Перечислите виды разрушения зубьев колес.
12. Опишите меры предупреждения поломки зубьев
13. Назовите критерии работоспособности зубчатых передач.

### *Задание для самостоятельной работы*

1. Графическое определение передаточного отношения.

## **Занятие 5. Решение задач оптимального синтеза стержневых механизмов (2 час)**

### **План:**

1. Производится синтез кинематической схемы (определяются длины звеньев по заданным условиям).
2. Принимается упрощённый закон движения входного звена, определяются скорости и ускорения звеньев, производится приближённый силовой расчёт (определяются реакции в кинематических парах).
3. По найденным усилиям подбираются сечения звеньев и определяются их массы.
4. Производится приведение сил и масс, подбор маховика и определение истинного закона движения звена приведения.
5. При найденном законе движения звена приведения находятся уточнённые значения скоростей и ускорений, определяются более точные величины реакций и производится проверка прочности и жёсткости звеньев. Размеры сечений и массы звеньев последовательно уточняются.

### *Литература:*

Теория механизмов и машин./ Под ред. К.В.Фролова – М.: Высшая школа, 2005. – 496 с.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие параметры механизма определяются при синтезе?
2. Какие рычажные механизмы относятся к простейшим типовым механизмам?
3. Определите цели и задачи синтеза механизмов?
4. Какими методами решаются задачи синтеза механизмов?
5. Сформулируйте условия проворачиваемости звеньев четырехшарнирного механизма?
6. Что называют углом давления, как учитывается угол давления при синтезе механизма?
7. Как проектируется четырехшарнирный механизм по коэффициенту неравномерности средней скорости?
8. Как проектируется кривошипно-ползунный механизм по коэффициенту неравномерности средней скорости?
9. Как проектируется четырехшарнирный механизм по двум положениям выходного звена?
10. Как проектируется кулисный механизм по углу давления?
11. Как проектируется кривошипно-ползунный механизм по средней скорости?

## 12. Опишите алгоритм оптимального синтеза механизма?

*Задание для самостоятельной работы*

1. Найти положения шарниров механизма применяя метод обращения движения.

### **Занятие 6. Механические передачи (2 час)**

**План:**

#### 1. Определить:

- передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности;
- угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;
- общий коэффициент полезного действия передачи.

*Литература:*

Теория механизмов и машин./ Под ред. К.В.Фролова – М.: Высшая школа, 2005. – 496 с.]

*Вопросы для самоконтроля*

1. Чем отличается машина-орудие от машины-двигателя?
2. Почему вращательное движение наиболее распространено в механизмах и машинах?
3. Чем вызвана необходимость введения передачи как промежуточного звена между двигателем и рабочими органами машины?
4. Какие функции могут выполнять механические передачи?
5. Для каких целей используются механические передачи?
6. Что такое передаточное число?
7. Как изменяются от ведущего к ведомому валу такие характеристики передачи как мощность, вращающий момент, частота вращения?
8. Какие передачи передают вращение зацеплением?
9. Какие передачи передают вращение трением?
10. Какие виды зубчатых передач вам известны?
11. Как определяется КПД зубчатых передач?
12. Каковы особенности определения КПД червячных передач?
13. В чем особенности устройства и работы планетарных передач?
14. В чем особенности устройства и работы волновых передач?

*Задание для самостоятельной работы*

1. Определить передаточное число и КПД многоступенчатой передачи.

### **Занятие 7. Детали механических передач (2 час)**

**План:**

1. Произвести энергетический и кинематический расчет привода конвейера.

*Литература:*

Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Как устроена и работает волновая зубчатая передача (ВЗП)? Назовите ее основные элементы.
2. В чем отличие волновой зубчатой передачи от планетарной? Укажите достоинства и недостатки ВЗП.
3. Как происходит передача движения в ВЗП от ведущего звена к ведомому?
4. Для каких целей используются конические зубчатые передачи?
5. Укажите достоинства и недостатки конических зубчатых передач.
6. Каковы особенности расчета геометрии конических колес и передач?
7. Расскажите об особенностях технологии зуборезания конических колес.

*Задание для самостоятельной работы*

1. Расчет параметров конической передачи

## **Занятие 8. Соединения деталей машин (2 час)**

### **План:**

1. Расчет резьбовых соединений на прочность:
  - определить передаваемую муфтой окружную силу;
  - определить необходимый наружный диаметр болтов;
  - определить диаметр болтов, установленных с зазором.

### *Литература:*

Марченко С.И. Прикладная механика. Учебное пособие / С.И. Марченко, Е.П. Марченко, Н.В. Логинова . - Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 541 с.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие соединения относятся к разъемным?
2. Какие соединения называются резьбовыми?
3. Как классифицируются резьбы по назначению?
4. Для чего применяют шпоночные соединения?
5. В каких случаях применяют шлицевые соединения?
6. Как рассчитывают болты при действии на них постоянных нагрузок?
7. Какие соединения называются неразъемными?
8. Назовите области применения сварных соединений?
9. Какие вы знаете виды сварных швов?
10. Как рассчитать на прочность сварной шов?

### *Задание для самостоятельной работы*

1. Расчет сварных соединений
2. Расчет стыковых швов