

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»  
в г. Апатиты

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.Б.8 Механика**

---

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии  
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**образовательной программы  
по направлению подготовки бакалавриата**

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика  
Профиль Теплофизика  
Академический бакалавриат**

---

(код и наименование направления подготовки  
с указанием профиля (наименования магистерской программы))

---

**очная форма обучения**  
форма обучения

---

**Составитель:**

Карначев И.П., д-р техн. наук,  
профессор кафедры горного дела, наук  
о Земле и природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного  
дела, наук о Земле и природообустройства  
(протокол № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой



---

подпись

Терещенко С.В.

## 1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ). Б1.Б.8 Механика

### 2. АННОТАЦИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ

Целью курса «Механика» является

- освоение основы теории механизмов и машин, сопротивления материалов, теорию работы, расчета и конструирования деталей и узлов общего назначения, широко используемых в машинах и энергетическом оборудовании,
- приобретение новых знаний и формирования умения и навыка, необходимых для изучения специальных дисциплин;
- формирование у студентов навыков производственно-технологической, организационно-управленческой и проектно-конструкторской деятельности.

Задачами курса являются

- изучение общих принципов проектирования и конструирования, построения моделей и алгоритмов расчетов изделий энергомашиностроения по главным критериям работоспособности, что необходимо при оценке надежности действующего оборудования отрасли в условиях эксплуатации, а также в процессе его модернизации или создания нового,
- научить студента основам проектирования машин и механизмов, рациональному выбору типа привода машины и составляющих его узлов, грамотному подходу к эксплуатации механизмов,
- изучение общих принципов расчета типовых изделий энергомашиностроения;-
- приобретение навыков проектирования и конструирования, обеспечивающих рациональный выбор материалов, форм, размеров и способов изготовления типовых изделий машиностроения

В результате изучения дисциплины «Механика» студенты должны приобрести следующие знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности, а именно:

**знать**

- основные типы механизмов, основы их структурного анализа, синтеза и область их применения;
- определение, классификацию, назначение, принципы работы деталей машин и механизмов общего назначения;
- виды, причины выхода их из строя;
- критерии работоспособности;
- основы теории расчета и конструирования, выбора материалов деталей машин;
- направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов.

**уметь**

- решать задачи анализа и синтеза простейших механизмов,
- составлять расчетные схемы элементов конструкций, деталей машин,
- спроектировать в соответствии с техническим заданием конструкции, механизмы и универсальные детали и узлы, которые изучают в курсе «Прикладная механика»,
- иметь навыки выполнения проекта энергетического привода машинного агрегата.

**владеть**

- навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;
- навыками выполнения расчеты типовых деталей и узлов машин, пользуясь справочной литературой и стандартами;
- навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ;

- навыками самостоятельно овладевать новой информацией в процессе производственной и научной деятельности, используя современные образовательные и информационные технологии.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

### **4. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

Дисциплина «Механика» относится к базовой части цикла основной образовательной программы. Механика – фундаментальная естественнонаучная дисциплина, лежащая в основе современной техники. Механика, тесно связанная с техническими науками, является научной базой прикладных механических дисциплин. Наряду с математикой и физикой, прикладная механика имеет большое общеобразовательное значение. Ее изучение способствует не только росту знаний, но и совершенствованию логического мышления, но и вводит студента в понимание весьма широкого круга наблюдаемых процессов природы и техники, помогает предсказывать и указывать закономерности новых явлений. На материале механики базируются как общетехнические дисциплины, так и большое число специальных инженерных дисциплин, предметом которых служат динамика и управление машинами и системами, методы расчета, сооружения и эксплуатации зданий, машин, транспорта и др., используемых в энергетике.

### **5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц или 216 часов.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ				
1	2	6	216	16	50	-	66	34	150 <small>(из них 36ч для подготовки к экзамену)</small>	экзамен

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего конт. актн. часов	Из них интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1.	Структура механизмов. Кинематика рычажных механизмов.	2	6	-	8	4	10
2.	Кинематика механизмов и машин	2	6	-	8	4	14
3.	Кинетостатика и динамика механизмов и машин	2	6	-	8	4	14
4.	Механизмы с высшими кинематическими парами.	2	6	-	8	4	16
5.	Детали машин. Основные понятия и определения	2	6	-	8	4	16
6.	Механические передачи	2	8	-	10	6	14
7.	Детали механических передач	2	6	-	8	4	14
8.	Соединения деталей машин	2	6	-	8	4	16
	Итого:	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>-</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>114</b>
	<b>Экзамен</b>						<b>36</b>

**Содержание разделов дисциплины**

*Тема 1. Структура механизмов. Кинематика рычажных механизмов.* Звенья, кинематические пары, кинематические цепи. Структура и классификация механизмов. Группы Ассура. Структурная формула механизма.

*Тема 2. Кинематика механизмов и машин.* Методы планов положений, скоростей и ускорений. Графическое интегрирование и дифференцирование

*Тема 3. Кинетостатика и динамика механизмов и машин*

Основные виды сил, действующие на звенья механизма. Принципы кинетостатики. Метод планов сил. Силовой расчет механизмов. Приведение масс, моментов и сил. Динамическая модель механизма. Уравнение движения машины в дифференциальной форме. Основные периоды движения машины. Коэффициент неравномерности хода, методы регулирования неравномерности. Трение в механизмах и машинах.

*Тема 4. Механизмы с высшими кинематическими парами.* Основная теорема зацепления. Основные параметры зубчатых передач. Производящий реечный контур. Основное уравнение зацепления. Расчет геометрических параметров зубчатых передач. Качественные характеристики зацепления.

*Тема 5. Детали машин. Основные понятия и определения.* Классификация деталей машин. Классификация сил, действующих на детали машин. Критерии работоспособности деталей машин, расчет допускаемых напряжений, факторы концентрации напряжений. Основные условия прочности. Проектный и проверочный расчёты деталей машин.

*Тема 6. Механические передачи.* Зубчатые, червячные, фрикционные, ременные, цепные передачи. Классификация. Силовые зависимости. Основные критерии работоспособности. Определение основных кинематических параметров, геометрических и конструктивных размеров. Расчеты на прочность.

*Тема 7. Детали механических передач.* Валы и оси, подшипники качения и скольжения, муфты, корпусные детали. Классификация. Основные критерии работоспособности. Определение основных геометрических параметров. Расчет на прочность, выносливость и долговечность.

*Тема 8. Соединения деталей машин.* Сварные, резьбовые, шпоночные, шлицевые и соединения с натягом. Классификация. Силовые зависимости. Определение основных геометрических параметров, выбор по ГОСТу. Расчет на прочность.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Тимофеев, С.И. Теория механизмов и машин/ С.И. Тимофеев. - Ростов н/Д: Феникс, 2011. - 349 с. (2011 – 4 экз. , 2009
2. Иосилевич Г.Б. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1988 – 368 с.
3. Липай Б.Р. Электромеханические системы: учеб. пособие для вузов / Б.Р. Липай, А.Н.Соломин, П.А. Тыричев; под ред. С.И. Маслова. – 2-е изд., стер. - М.: Изд. Дом МЭИ, 2011. – 351 с.
4. Вереина Л.И. Техническая механика: учебник. - М.: Академия, 2008. – 268 с.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).**

### **Общие сведения**

1.	Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Направление подготовки	<b>14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика</b> <b>профиль Теплофизика</b>
3.	Дисциплина (модуль)	<b>Б1.Б.8 Механика</b>

### **Перечень компетенций**

– способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1)

### Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Структура механизмов. Кинематика рычажных механизмов.	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные типы механизмов, основы их структурного анализа, синтеза и область их применения</li> <li>• критерии работоспособности</li> </ul>	составлять расчетные схемы элементов конструкций, деталей машин	навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности <b>навыками</b> самостоятельно овладевать новой информацией в процессе производственной и научной деятельности, используя современные образовательные и информационные технологии	Опрос
Кинематика механизмов и машин	ОПК-1	основы теории расчета и конструирования, выбора материалов деталей машин	составлять расчетные схемы элементов конструкций, деталей машин	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ	Решение задач
Кинестатика и динамика механизмов и машин	ОПК-1	основы теории расчета и конструирования, выбора материалов деталей машин	составлять расчетные схемы элементов конструкций, деталей машин	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации,	Опрос

				оформления законченных проектно-конструкторских работ	
Механизмы с высшими кинематическими парами.	ОПК-1	направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов	решать задачи анализа и синтеза простейших механизмов	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ	Решение задач Тест
Детали машин. Основные понятия и определения	ОПК-1	основные типы механизмов, основы их структурного анализа, синтеза и область их применения	иметь навыки выполнения проекта энергетического привода машинного агрегата	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ	Опрос Тест
Механические передачи	ОПК-1	направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов	иметь навыки выполнения проекта энергетического привода машинного агрегата	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ	Решение задач
Детали механических передач	ОПК-1	направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов	иметь навыки выполнения проекта энергетического привода машинного агрегата	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-	Опрос

				конструкторских работ	
Соединения деталей машин	ОПК-1	направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов	иметь навыки выполнения проекта энергетического привода машинного агрегата	навыками разработки рабочей, проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ	Решение задач

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	2	4	6

### 2. Решение задач

7 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их.

5 баллов выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировал их.

3 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их.

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

### 3. Тест

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	1	2	4

*Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы*

#### 1) Типовые вопросы к опросу

##### 1. Дать определение механизму.

Ответ: Механизм есть система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других твердых тел.

Если в преобразовании движения кроме твердых тел участвуют жидкие или газообразные тела, то механизм называется соответственно гидравлическим или пневматическим.

Основным признаком механизма является преобразование механического движения.

Одним твердым телом в механизме считается также любая совокупность деталей, не имеющих между собой относительного движения (например детали, лежащие на ленте конвейера).

Твердое тело, входящее в состав механизма, называется звеном механизма. Под твердыми телами в теории механизмов и машин понимают как абсолютно твердые, так и деформируемые и гибкие тела.

##### 2. Входные и выходные звенья механизма.

Ответ: В каждом механизме имеется стойка, т.е. неподвижное звено или звено, принимаемое за неподвижное (если механизм установлен на движущемся основании). Из подвижных звеньев выделяют входные и выходные звенья.

Входным звеном (сокращенно – входом) называется звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев.

Выходным звеном (сокращенно – выходом) называется звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм. Остальные подвижные звенья называются соединительными или промежуточными.

Обычно в механизме имеется один вход и один выход. Вход получает движение от двигателя, а выход соединяется с рабочим органом машины или указателем прибора. Но

могут быть механизмы с несколькими входами и выходами. Например, в механизме для сложения чисел имеется два входа, перемещения которых пропорциональны слагаемым, и один выход, перемещение которого пропорционально искомой сумме. В автомобильном дифференциале, наоборот, имеется один вход, получающий движение от двигателя, и два выхода, соединенных с задними колесами.

### **3. Кинематическая пара.**

Ответ: Звенья соединяются между собой подвижно. В общем случае звено может образовывать подвижные соединения с несколькими звеньями, но для удобства изучения кинематических свойств этих соединений принято рассматривать соединения двух соприкасающихся звеньев.

Подвижное соединение двух соприкасающихся звеньев называется кинематической парой.

Кинематическую пару можно определить также как соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение. В этом определении подчеркивается, что подвижность соединения звеньев состоит в возможности их относительного движения.

### **4. Классификация кинематических пар по числу степеней свободы и числу связей.**

Ответ: Числом степеней свободы механической системы называется число независимых возможных перемещений системы.

Для твердого тела, свободно движущегося в пространстве, число степеней свободы равно шести: три возможных перемещения вдоль неподвижных координатных осей и три – вокруг этих осей.

Для звеньев, входящих в кинематическую пару, число степеней свободы в их относительном движении всегда меньше шести, так как условия постоянного соприкасания звеньев кинематической пары уменьшают число возможных перемещений.

По предложению В.В. Добровольского, все кинематические пары подразделены по числу степеней свободы на одно-, двух-, трех-, четырех- и пятиподвижные.

### **5. Низшие и высшие пары.**

Ответ: Совокупность поверхностей линий отдельных точек звена, по которым оно может соприкаться с другим звеном, образуя кинематическую пару, называется элементом кинематической пары.

Из определения следует, что кинематическую пару можно рассматривать как совокупность двух элементов, каждый из которых принадлежит одному звену.

Кинематическая пара, в которой требуемое относительное движение звеньев может быть получено постоянным соприкосновением ее элементов с поверхностью, называется низшей парой.

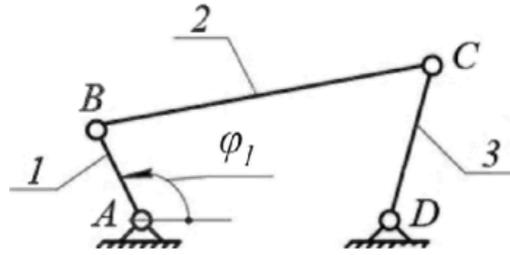
### **6. Структурный синтез механизмов.**

Ответ: Структурным синтезом механизма называется проектирование структурной схемы механизма, под которой понимается схема механизма, указывающая стойку, подвижные звенья, виды кинематических пар и их взаимное расположение. Структурная схема может быть представлена или графически с применением условных обозначений звеньев и кинематических пар, или же аналитической записью допускающей применение ЭВМ.

Для механизмов, в состав которых входят только незамкнутые кинематические цепи, возможные варианты их структурных схем находятся при заданном числе степеней свободы непосредственно по формуле  $W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$ . В механизмах с незамкнутыми кинематическими цепями число подвижных звеньев равно числу кинематических пар и эта формула принимает вид:  $W = p_5 + 2p_4 + 3p_3 + 4p_2 + 5p_1$ , т.е. число степеней свободы механизма равно сумме подвижностей кинематических пар.

## 2) Примеры решения задач

**Задача 1.** Определить число степеней свободы для механизма, представленного на рисунке.



Решение:

Для этого механизма: число подвижных звеньев  $n=3$  (кривошип 1, шатун 2, коромысло 3);

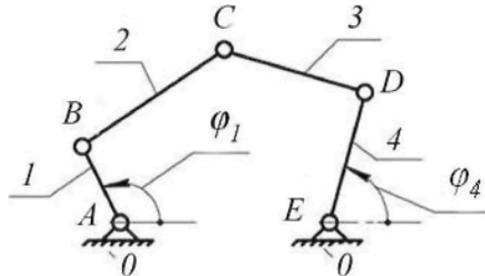
Таблица кинематических пар

Обозначение кинематической пары	A	B	C	D
Звенья, образующие пару	0-1	1-2	2-3	3-0
Наименование пары	Низшие вращательные пары			

Число низших кинематических пар:  $p_1=4$ . Число высших кинематических пар:  $p_2=0$ . В результате число степеней свободы механизма  $W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 1$ .

Это означает, что достаточно задать только один параметр, например, угол поворота кривошипа  $\varphi_1$ , и положение всех звеньев будет строго определено относительно стойки. Координата  $\varphi_1$  определяющая положение звеньев относительно стойки, называется обобщенной.

**Задача 2.** Определить число степеней свободы для механизма, изображенного на рисунке.



Решение:

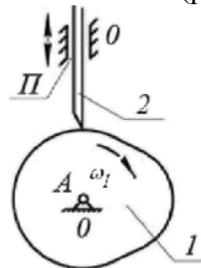
Число подвижных звеньев:  $n = 4$  (кривошип 1; шатун 2; шатун 3; коромысло 4).

Таблица кинематических пар

Обозначение кинематической пары	A	B	C	D	E
Звенья, образующие пару	0-1	1-2	2-3	3-0	4-0
Наименование пары	Низшие вращательные пары				

Число низших кинематических пар  $p_1 = 5$ , число высших кинематических пар  $p_2=0$ . Определяем число степеней свободы механизма  $W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 5 - 0 = 2$ .

**Задача 3.** Определить число степеней свободы кулачкового механизма с заостренным поступательно движущимся толкателем (рис).



Решение

Число подвижных звеньев:  $n = 2$  (кулачок 1, толкатель 2).

Таблица кинематических пар

Обозначение кинематической пары	A	П	
Звенья, образующие пару	0- 1	2-0	2- 1
Наименование пары	Низшая вращательная пара	Низшая поступательная пара	Высшая кинематическая пара

Число низших кинематических пар  $p_1 = 2$ , число высших кинематических пар  $p_2 = 1$ .

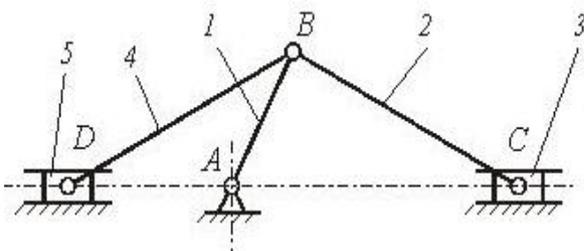
Определяем число степеней свободы механизма  $W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 2 - 1 = 1$ .

У механизма одна степень свободы, положение его звеньев определяется одной обобщенной координатой  $\varphi_1$ .

### Тесты по курсу (правильный ответ обозначен символом - \*)

#### РАЗДЕЛ «Теория механизмов и машин»

- Плоскостная кинематическая пара имеет (дайте правильный ответ)....
  - 1) три вращательных и одну поступательную степени свободы;
  - 2) две вращательные и одну поступательную степени свободы;
  - 3)\* одну вращательную и две поступательные степени свободы;
  - 4) нет правильного ответа.
- Кинематический анализ механизма – состоит (дайте правильный ответ) ...
  - 1) в определении уравновешивающей силы на выходном звене механизма;
  - 2)\* в определении движения звеньев механизма по заданному движению начальных звеньев;
  - 3) в определении количества кинематических пар, из которых составлен механизм;
  - 4) нет правильного ответа.
- Установившимся движением механизма называется (дайте правильный ответ)...
  - 1) движение, при котором направление угловой скорости звена механизма не меняется;
  - 2)\* движение, при котором кинетическая энергия механизма постоянна или является периодической функцией времени;
  - 3) движение, при котором кинетическая энергия механизма либо возрастает, либо убывает;
  - 4) все ответы верны.
- Силовой расчет механизмов, основанный на применении принципа Даламбера называется (дайте правильный ответ)...
  - 1) динамическим;
  - 2) статическим;
  - 3) кинематическим;
  - 4)\* кинетостатическим.
- 



Механизм, представленный на рисунке, в курсе теории механизмов и машин называют (дайте правильный ответ) ...

- 1) клиновым механизмом;
- 2) кулисным механизмом;
- 3)\*рычажным механизмом;
- 4) зубчатым механизмом.

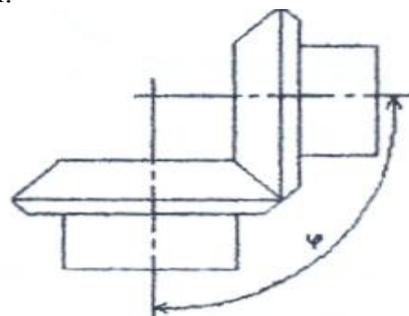
6. Приведенной массой механизма с одной степенью свободы называют (дайте правильный ответ) ...
- 1)\* масса, которую надо сосредоточить в данной точке механизма (точке приведения), чтобы кинетическая энергия этой материальной точки равнялась сумме кинетических энергий всех точек механизма;
  - 2) масса, которую надо сосредоточить в данной точке механизма (точке приведения), и равная - суммарной массе всех звеньев механизма;
  - 3) масса, которую надо сосредоточить в центре масс всех подвижных звеньев механизма, и равная - суммарной массе всех подвижных звеньев механизма;
  - 4) все ответы верны.

### РАЗДЕЛ «Детали машин»

1. Какой расчет на прочность для валов является основным в курсе «Детали машин»?
- 1) на статическую прочность;
  - 2)\* на сопротивление усталости;
  - 3) на смятие
  - 4) все ответы верны.

2. Какой расчет точечного сварного соединения является основным ?
- 1) \* на срез;
  - 2) на смятие;
  - 3) на изгиб;
  - 4) все ответы верны.

3. Какой вид зубчатой передачи приведен на рисунке ?
- 1) прямая;
  - 2) цилиндрическая
  - 3) \* коническая;
  - 4) нет правильного ответа.



4. Какой вид деформации ремня учитывается при определении его предварительного натяжения ?
- 1)\* изгиб;
  - 2) кручение;
  - 3) растяжение;
  - 4) все ответы верны.

5. К какой схеме относится коническая передача?
- a)\* пространственной;
  - б) плоской;
  - в) последовательной;
  - г) все ответы верны.

**Ключ:** правильный ответ отмечен \*

### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Основные понятия и определения строения механизмов.
2. Механизмы рычажные, кулачковые, зубчатые, клиновые и винтовые, фрикционные, механизмы с гибкими звеньями.
3. Кинематические пары и их классификация.
4. Структура и классификация механизмов. Степень подвижности механизма.

5. Структурная формула плоских механизмов. Заменяющие механизмы.
6. Группы механизмов с нулевой степенью подвижности (группы Ассура).
7. Определение класса механизма и порядок присоединения групп.
8. Определение класса клапанного механизма с высшими парами. Устранение лишних степеней подвижности. Замена высших кинематических пар на низшие.
9. Семейства пространственных механизмов.
10. Планы скоростей и ускорений вращательной и поступательной пары.
11. Исследование плоских механизмов с помощью кинематических диаграмм.
12. Кинематическое исследование механизмов передач.
13. Механизмы зубчатых передач. Определение передаточных отношений в механизмах зубчатых передач.
14. Механизмы планетарных зубчатых передач. Эвольвента зацепления. Геометрические элементы зубчатых колёс.
15. Задачи силового расчёта механизмов. Силы, действующие на звенья механизмов.
16. Механические характеристики машин. Трение в механизмах. Виды трения. Коэффициент трения.
17. Трение в поступательной кинематической паре. Конус трения.
18. Трение в винтовой кинематической паре. Самоторможение во вращательной паре. Коэффициент трения для приработавших и неприработавших цапф.
19. Силы инерции звеньев плоских механизмов. Момент пары сил инерции.
20. Силы инерции при вращении звена вокруг оси, проходящей и не проходящей через центр масс. Центр качания звена.
21. Определение сил инерции и главного момента при сложном движении звена.
22. Анализ движения механизмов. Режимы движения механизмов.
23. Уравнение энергетического баланса машины. Механический коэффициент полезного действия. Самоторможение механизма.
24. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
25. Соединения деталей машин. Шпоночные и шлицевые соединения. Зубчатые соединения, проверочный расчет.
26. Штифтовые и клиновые соединения. Резьбовые соединения, конструктивные формы резьбовых соединений. Расчет резьбовых соединений.
27. Заклепочные соединения, сварные соединения. Клеевые соединения.
28. Общие сведения о передачах. Фрикционные передачи. Ременные передачи. Цепные передачи. Зубчатые передачи, виды и методика расчета.
29. Передача винт-гайка. Расчет передачи и проверка винта на прочность. Редукторы, планетарные передачи.
30. Оси и валы, расчет на прочность, жесткость.
31. Подшипники скольжения, качения. Назначение, типы, материалы. Подбор подшипников качения.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

### **Основная литература:**

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

### **Дополнительная литература:**

2. Теория механизмов и машин./ Под ред. К.В.Фролова – М.: Высшая школа, 2005. – 496 с.
3. Гольдберг О.Д. Электромеханика: учебник / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская — 2-е изд, испр. - М.: Академия, 2007
4. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 368 с. - [Электронный ресурс]: <https://www.biblio-online.ru/book/B1C28758-8D33-487F-9032-4882C5039672>

### **Электронные образовательные ресурсы (ЭОР):**

1. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Юрайт <https://biblio-online.ru/>

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

Российская государственная библиотека - [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru), [www.leninka.ru](http://www.leninka.ru)

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.**

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.

В учебном процессе, помимо чтения лекций широко используются активные и интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

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, практические занятия.

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

Усвоение учебной дисциплины максимально оценивается в рамках балльно-рейтинговой системы в 100 баллов, которые распределяются по видам занятий в зависимости от их значимости и трудоемкости. По результатам текущей работы по

дисциплине в течение семестра студент может набрать не более 60 баллов. На итоговый контроль отводится 40 баллов.

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

### **Планы практических занятий**

#### **Занятие 1. Структурный анализ плоского механизма**

##### **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:* [2, с. 23-43]

##### *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**

##### **План:**

Для заданной схемы механизма требуется:

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

*Литература:* [2, с. 78-96].

*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**

**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:* [2, с. 97-143].

*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**

##### **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:* [2, с.234-246].

##### *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**

##### **План:**

1. Производится синтез кинематической схемы (определяются длины звеньев по заданным условиям).
2. Принимается упрощенный закон движения входного звена, определяются скорости и ускорения звеньев, производится приближенный 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:* [3, с. 307-337].

##### *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**

**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:* [3, с. 358-402]

*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**

**План:**

1. Произвести энергетический и кинематический расчет привода конвейера.

*Литература:* [2, 262-284].

*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**

**План:**

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

*Литература:* [1, с. 414-445].

*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

**12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Тренажеры: В целях обучения студентов, усвоения и контроля полученных знаний используется собственная тестовая база.

Программное обеспечение:

1. MS Windows;
2. Офисный пакет LibreOffice;
3. Web-браузер.

**13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

№ п\п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов, номер ауд.
1.	<p><i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p> <p>Мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийное оборудование (проектор, экран)</p>	<p>184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 3, ауд. 311</p>
2.	<p><i>Лаборатория механики и сопротивления материалов</i></p> <p>Доска, столы ученические, стулья ученические измерительные стенды-12 шт., частотомер-1 шт., цифровые мультиметры-1 шт., электронные секундомеры-3 шт., звуковой генератор-1 шт.</p>	<p>184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 2, ауд. 221</p>
3.	<p><i>Помещение для самостоятельной работы студентов</i></p> <p>Доска аудиторная, столы компьютерные, стулья «Контакт»</p> <p>Мультимедийный проектор Toshiba TLP-X2000 – 1 шт., экран проекционный матовый – 1 шт.</p> <p>13 ПЭВМ</p> <p>Монитор Acer AL 1917 19" – 13 шт., клавиатура – 13 шт., мышь – 13 шт.</p>	<p>184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 5, ЛИТ 3</p>

#### 14. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ.

### ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

профиль Теплофизика

Академический бакалавриат

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	<b>Б1.Б.8</b>						
Дисциплина	<b>Механика</b>						
Курс	<b>1</b>	семестр	<b>2</b>				
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Карначев И. П., д-р техн. наук, профессор кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства						
Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>	<b>216/6</b>	Кол-во семестров	<b>1</b>	Интерактивные формы <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>34/34</b>		
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>16/16</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>50/50</b>	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	-/-	Форма контроля	<b>экзамен</b>

Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Вводный блок</b>			
Не предусмотрен			
<b>Основной блок</b>			
Опрос	4	24	На практических занятиях
Решение задач	4	28	На практических занятиях
Тест	2	8	На практических занятиях
<b>Всего:</b>		<b>60</b>	
Экзамен	Вопрос 1	20	В сроки сессии
	Вопрос 2	20	В сроки сессии
<b>Всего:</b>		<b>40</b>	
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	
<b>Дополнительный блок</b>			
Не предусмотрен			

Шкала оценивая в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

#### 15. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ.

Не предусмотрено.

#### 16. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины *Б1.Б.8 «Механика»* может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.