

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

И.О. декана инженерно-технологического

факультета
 Д.Д. Бакайкин

« 7 » февраля 2018 г.

Кафедра «Прикладная механика»

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.04 ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Направление подготовки **35.03.06 – Агроинженерия**

Профиль – **Технические системы в агробизнесе**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (прикладной)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2018

Рабочая программа дисциплины «Теория механизмов и машин» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 – Агроинженерия, профиль – Технические системы в агробизнесе.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, кафедра «Прикладная механика»
Гребенщикова О.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Прикладная механика»

2 февраля 2018 г. (протокол № 7).

И.о. зав. кафедрой «Прикладная механика»,
кандидат технических наук

И.С. Житенко

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

7 февраля 2018 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии
инженерно-технологического факультета,
кандидат технических наук, доцент

А.П. Зырянов

Директор Научной библиотеки



Е.И. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам	6
4.	Структура и содержание дисциплины	6
4.1.	Содержание дисциплины	6
4.2.	Содержание лекций	7
4.3.	Содержание лабораторных занятий	8
4.4.	Содержание практических занятий	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	10
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	11
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	12
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	12
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий	13
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
	Лист регистрации изменений	27

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: к научно-исследовательской, производственно-технологической, проектной и организационно-управленческой деятельности.

Цель дисциплины — сформировать у обучающегося систему фундаментальных знаний, необходимых бакалавру для эффективного решения практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности и возможности получения дальнейшего образования.

Задачи дисциплины:

- изучение основ структурного, кинематического и динамического анализа различных механизмов, синтеза механизмов;
- ознакомиться с современными механизмами и машинами, применяемыми в сельскохозяйственном производстве, приобрести навыки научного эксперимента;
- овладеть методами решения конкретных технических задач, научиться в прикладных задачах будущей деятельности применять основные законы и методы теории механизмов и машин.

1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	Обучающийся должен знать: основы строения механизмов, методы кинематического и динамического анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, методы кинематического анализа кулачковых (Б1.В.04-3.1)	Обучающийся должен уметь: производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма (Б1.В.04-У.1)	Обучающийся должен владеть: основными методами анализа механизмов (Б1.В.04-Н.1)
ПК-2 – готовность к участию в проведении исследований рабочих и	Обучающийся должен знать: основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов,	Обучающийся должен уметь: определять передаточное отношение зубчатых передач,	Обучающийся должен владеть: основными методами синтеза механизмов (Б1.В.04-Н.2)

технологических процессов машин	кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления (Б1.В.04-3.2)	проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов (Б1.В.04-У.2)	
---------------------------------	---	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.04) основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия, профиль – Технические системы в агробизнесе.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции
Предшествующие дисциплины, практики	
1. Математика	ОПК-4
2. Физика	ОПК-4
3. Теплотехника	ОПК-4, ПК-2
4. Математический анализ в агроинженерии	ОПК-4, ПК-2
5. Теоретическая механика	ОПК-4, ПК-2
Последующие дисциплины, практики	
1. Электротехника и электроника	ОПК-4
2. Гидравлика	ОПК-4, ПК-2
3. Сопротивление материалов	ОПК-4, ПК-2
4. Детали машин и основы конструирования	ОПК-4, ПК-2

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов (далее часов). Дисциплина изучается в 4 семестре.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего)	64
<i>В том числе:</i>	
<i>Лекции (Л)</i>	32

Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	17
Контроль	27
Итого	108

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Введение. Краткая история науки о механизмах. Основы строения механизмов	8	4	-	4	1	х
2.	Кинематический анализ механизмов с низшими парами.	13	6	-	6	2	х
3.	Кинестатический анализ механизмов	12	4	-	6	2	х
4.	Кулачковые механизмы	11	6	-	4	4	х
5.	Механизмы, составленные из зубчатых колес.	11	4	-	6	2	х
6.	Учет сил трения в механизмах машины: трение в поступательных и во вращательных кинематических парах. КПД механизмов при параллельном и последовательном соединениях механизмов.	5	4	-	-	4	х
7.	Уравновешивание сил инерции механизмов. Уравновешивание роторов.	12	4	-	6	2	х
	Контроль	27	х	х	х	х	27
	Итого	108	32	-	32	17	27

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание учебной дисциплины

Введение и основы строения механизмов

Краткая история науки о механизмах: роль отечественных ученых в развитии теории механизмов и машин. Основы строения механизмов: звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, машина; классификация кинематических пар; формула П. Л. Чебышева. Структурные группы Л. В. Ассур; образование механизмов путем наложения структурных групп; виды структурных групп II класса; порядок структурного анализа механизма.

Кинематический анализ механизмов

Аналитический метод исследования механизмов; метод кинематических диаграмм; метод планов скоростей; планы скоростей и ускорений для структурных групп II класса.

Кинестатический анализ механизмов

Задачи силового анализа; характеристика сил, действующих на звенья механизмов; силы инерции; условие статической определимости плоской кинематической цепи; определение реакций в кинематических парах групп II класса; силовой расчет механизма; определение уравновешивающей силы методом Н.Е. Жуковского.

Кулачковые механизмы

Виды кулачковых механизмов и их особенности; анализ движения кулачковых механизмов при заданном профиле кулачка; угол давления и его влияние на работу кулачкового механизма; зависимость между углом давления, кинематическими параметрами толкателя и размерами кулачка; выбор закона движения толкателя; определение минимального радиуса профиля кулачка; построение профиля кулачка по заданному закону движения толкателя.

Механизмы, составленные из зубчатых колес

Передаточное отношение для пары зубчатых колес с неподвижными осями; передаточное отношение для многозвенной зубчатой передачи с неподвижными осями колес (ступенчатый ряд, паразитный ряд); применение эпициклических передач; аналитический способ расчета эпициклических передач; кинематический расчет планетарных передач; автомобильный дифференциал; замкнутые эпициклические передачи.

Учет трения в механизмах машин

Природа и законы трения скольжения; трение на горизонтальной и наклонной плоскостях; трение в винтах; трение в кинематической паре шип-подшипник; трение в кинематической паре пята-подпятник; трение гибких звеньев; коэффициент полезного действия при параллельном и последовательном соединении механизмов.

Уравновешивание сил инерции механизмов

Статическая и динамическая неуравновешенности ротора; теорема об уравновешивании роторов двумя противовесов; динамическая балансировка роторов при проектировании; статистическая и динамическая балансировка изготовленных роторов; определение центра масс механизма; статическое уравновешивание механизмов; силы инерции различных порядков; уравновешивание сил и моментов сил инерции; уравновешивание сил инерции группировкой механизмов; уравновешивание механизмов многоцилиндровых двигателей.

4.2. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов
1.	Введение. Краткая история науки о механизмах. Основы строения механизмов: – звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, машина; – классификация кинематических пар; – структурные группы Л.В.Ассура; – образование механизмов путем наслоения структурных групп; – виды структурных групп II класса; – порядок структурного анализа механизма.	4
2.	Кинематический анализ механизмов: – аналитический метод исследования механизмов; – метод кинематических диаграмм; – метод планов скоростей; – задачи силового анализа; – характеристика сил, действующих на звенья механизмов; – силы инерции; – условие статической определимости плоской кинематической цепи	6
3.	Кинетостатический анализ механизмов: – задачи силового анализа; – характеристика сил, действующих на звенья механизмов; – силы инерции; – условие статической определимости плоской кинематической цепи.	4

4.	Кулачковые механизмы: – виды кулачковых механизмов и их особенности; – анализ движения кулачковых механизмов при заданном профиле кулачка; – угол давления и его влияние на работу кулачкового механизма; – зависимость между углом давления, кинематическими параметрами толкателя и размерами кулачка.	6
5.	Механизмы, составленные из зубчатых колес: – аналитический способ расчета эпициклических передач; – кинематический расчет планетарных передач; – автомобильный дифференциал; – замкнутые эпициклические передачи.	4
6.	Учет трения в механизмах машин: – природа и законы трения скольжения; – трение на горизонтальной и наклонной плоскостях; – трение в винтах.	4
7.	Уравновешивание сил инерции механизмов: – статическая и динамическая неуравновешенности ротора; – теорема об уравновешивании роторов двумя противовесов; – динамическая балансировка роторов при проектировании; – статическая и динамическая балансировка изготовленных роторов.	4
	Итого	32

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов
1.	Структурный анализ механизма. Цель – освоить основные понятия ТММ (звено, кинематическая пара, кинематическая цепь и т.д.) Содержание: вычертить в масштабе кинематическую схему механизма, описать движение звеньев, описать кинематические пары, определить по формуле Чебышева степень подвижности механизма, записать формулу строения механизма, указать последовательность построения плана скоростей.	2
2.	План скоростей механизма. Цель – построить план скоростей механизма. Содержание: схема механизма, формула строения, последовательность построения, векторные уравнения, планы скоростей звеньев, структурных групп, механизмов.	2
3.	Работа с планом скоростей механизма. Цель – по планам скоростей определить скорость любой точки данного звена, определить и величины угловых скоростей всех звеньев, указать на плане вектор соответствующий каждому из векторов векторного уравнения. Содержание: схема плана скоростей механизма, векторные уравнения, расчетные формулы, вычисления, иллюстрации по схеме.	2

4.	<p>План ускорений механизма. Цель – построить план ускорений. Содержание: схема механизма, план скоростей, векторные уравнения, расчетные формулы, планы ускорений звеньев, структурных групп, механизма.</p>	2
5.	<p>Работа с планом ускорений механизма. Цель – по плану ускорений определить ускорение любой точки данного звена, величину и направление углового ускорения каждого из звеньев. Содержание: схема механизма, его планы скоростей и ускорений, векторные уравнения, соответствие векторов на плане ускорения векторным уравнениям, расчетные формулы, вычисление, иллюстрация на схеме.</p>	2
6.	<p>Силы инерции звеньев. Цель – определение равнодействующей сил инерции точек звеньев. Содержание: схема механизмов, план скоростей и план ускорений, векторные уравнения, расчетные формулы, вычисления, иллюстрация на схеме.</p>	2
7.	<p>Силовой расчет структурной группы. Цель – определение давления во всех кинематических парах структурной группы. Содержание: схема механизма, план скоростей, план ускорений¹, расчетная схема структурной группы, уравнение равновесия, иллюстрация на схеме.</p>	2
8.	<p>Кулачковые механизмы. Цель – определить минимальные размеры кулачкового механизма заданного типа по углу давления и закону движения толкателя Содержание: построить диаграмму перемещения толкателя от аналога скорости; построить профиль кулачка.</p>	2
9.	<p>Построение профилей зубьев методом огибания. Цель – ознакомиться с методом огибания, подрезом зубьев и его устранением, с элементами эвольвентного зацепления. Содержание: расчет числа зубьев, расчет минимального сдвига рейки, построение фрагмента зубчатого колеса, построение картины зацепления ИПК с зубчатым колесом.</p>	2
10.	<p>Кинематика зубчатых механизмов с неподвижными осями колес. Цель – ознакомиться с кинематической схемой зубчатого механизма и определением его передаточного отношения. Содержание: кинематическая схема, таблица с числами зубьев, расчеты.</p>	2
11.	<p>Кинематика зубчатых механизмов с подвижными осями колес. Цель – ознакомиться с кинематической схемой эпициклической передачи и определение ее передаточного отношения. Содержание: кинематическая схема всего механизма и его эпициклической части, таблица с числами зубьев, расчеты.</p>	2
12.	<p>Уравновешивание ротора. Цель – ознакомиться с расчетом противовесов и наблюдение результата уравновешивания. Содержание: таблица данных, Расчет графический и аналитический, результат наблюдения.</p>	4

13.	Балансировка ротора. Цель – ознакомиться с работой балансировочного станка системы Шитикова. Содержание: балансировка ротора методом 3-х пусков, замеры, расчеты, результат.	4
Итого		32

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	9
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	8
Итого	17

4.5.2. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем или вопросов	Количество часов
1.	Кинематический анализ механизмов с низшими парами.	1
2.	Кинетостатический анализ механизмов	2
3.	Кулачковые механизмы	1
4.	Механизмы, составленные из зубчатых колес.	1
5.	Учет сил трения в механизмах машины: трение в поступательных и во вращательных кинематических парах. КПД механизмов при параллельном и последовательном соединениях механизмов.	1
6.	Уравновешивание сил инерции механизмов. Уравновешивание роторов.	2
Итого		8

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Сливинский Е.В. Методические указания и варианты контрольно-измерительного материала по проверке знаний студентов при изучении дисциплины «Механика. Теория механизмов и машин» [Электронный ресурс] / Е.В. Сливинский; С.Ю. Радин - Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2010. – 68 с. – Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271944>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

Основная:

1. Борисенко Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов [Электронный ресурс]: учебник: рек. УМЦ «Профессиональный учебник» в качестве учеб. пособия для студентов машиностроит. специальностей высш. учеб. заведений / Л.А. Борисенко – Москва: Новое знание, 2011 – 285 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2919.

2. Евдокимов Ю.И. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] / Ю.И. Евдокимов – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2013 – 136 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230467>

3. Капустин А.В. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] / А.В. Капустин; Ю.Д. Нагибин – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014 – 68 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277043>.

4. Чмиль В.П. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] / В.П. Чмиль – Москва: Лань, 2017 – 279 с. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3183.

Дополнительная:

1. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин [Текст]: учеб.пособие для вузов – М.: Наука, 1975 – 256 с.

2. Лачуга Ю.Ф. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет [Текст]: учеб.пособие / Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Воскресенский, М.Ю. Чернов – М.: КолосС, 2008. – 304 с.

Периодические издания: «Российская сельскохозяйственная наука», «Сельскохозяйственные машины и технологии».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Сливинский Е.В. Методические указания и варианты контрольно-измерительного материала по проверке знаний студентов при изучении дисциплины «Механика. Теория механизмов и машин» [Электронный ресурс] / Е.В. Сливинский; С.Ю. Радин - Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2010. – 68 с. – Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271944>.

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: APM WinMachine, Kompas, Ms. Office

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

433, 431 – учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

426 – учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

445 – учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

433 – лаборатория теории механизмов и машин

431 – лаборатория теоретической механики

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Помещения 303, 445 для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

Перечень основного учебно-лабораторного оборудования:

1. Станок ТММ – 1А.
2. Станок ТММ – 1К.
3. Станок ТММ – 47М (модель зацеплений).
4. Станок ТММ – 31А.
5. Станок ТММ – 47М.
6. Установка ТММ – 35А.
7. Установка ТММ – 46/3.

12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия Формы работы	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Проблемные лекции	+	-	-

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **Б1.В.04 ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

Направление подготовки **35.03.06 – Агроинженерия**

Профиль – **Технические системы в агробизнесе**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (прикладной)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа(ов) их формирования в процессе освоения ОПОП....	16
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	16
3. Типовые контрольные задания и(или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	18
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций.....	18
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	18
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	18
4.1.2. Устный ответ на проблемной лекции.....	19
4.1.3. Тестирование.....	20
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	22
4.2.1. Экзамен.....	22

1. Компетенции с указанием этапа(ов) их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена	Обучающийся должен знать: основы строения механизмов, методы кинематического и динамического анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, методы кинематического анализа кулачковых (Б1.В.04-3.1)	Обучающийся должен уметь: производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма (Б1.В.04-У.1)	Обучающийся должен владеть: основными методами анализа механизмов (Б1.В.04-Н.1)
ПК-2 готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	Обучающийся должен знать: основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов, кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления (Б1.В.04-3.2)	Обучающийся должен уметь: определять передаточное отношение зубчатых передач, проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов (Б1.В.04-У.2)	Обучающийся должен владеть: основными методами синтеза механизмов (Б1.В.04-Н.2)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.04-3.1	Обучающийся не знает основы строения механизмов, методы кинематического и динамического	Обучающийся слабо знает основы строения механизмов, методы кинематического и динамического	Обучающийся знает основы строения механизмов, методы кинематического и динамического	Обучающийся знает основы строения механизмов, методы кинематического и динамического

	анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, кинематического анализа кулачковых	анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, кинематического анализа кулачковых	анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, кинематического анализа кулачковых с незначительными ошибками и отдельными пробелами	анализа, способы статистической и динамической балансировки роторов и механизмов, методы ограничения неравномерности хода машин, кинематического анализа кулачковых с требуемой степенью полноты и точности
Б1.В.04-У.1	Обучающийся не умеет производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма	Обучающийся слабо умеет производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма	Обучающийся умеет производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет производить структурный, кинематический и динамический анализ механизма, определять момент инерции маховых масс и среднюю мощность двигателя для привода механизма, произвести анализ и проектирование кулачкового механизма
Б1.В.04-Н.1	Обучающийся не владеет основными методами анализа механизмов	Обучающийся слабо владеет основными методами анализа механизмов	Обучающийся владеет основными методами анализа механизмов	Обучающийся свободно владеет основными методами анализа механизмов
Б1.В.04-3.2	Обучающийся не знает основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов,	Обучающийся слабо знает основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов,	Обучающийся знает основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов,	Обучающийся знает, основы теории трения и расчета коэффициента полезного действия механизмов,

	методы кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления	методы кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления	методы кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления с незначительными ошибками и отдельными пробелами	методы кинематического анализа зубчатых механизмов, основы теории зубчатого зацепления с требуемой степенью полноты и точности
Б1.В.04-У.2	Обучающийся не умеет определять передаточное отношение зубчатых передач, проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов	Обучающийся слабо умеет определять передаточное отношение зубчатых передач, проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов	Обучающийся умеет определять передаточное отношение зубчатых передач, проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет определять передаточное отношение зубчатых передач, проектировать зубчатые зацепления цилиндрических колес, определять коэффициент полезного действия системы механизмов
Б1.В.04-Н.2	Обучающийся не владеет основными методами синтеза механизмов	Обучающийся слабо владеет основными методами синтеза механизмов	Обучающийся владеет основными методами синтеза механизмов	Обучающийся свободно владеет основными методами синтеза механизмов

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап (ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

Сливинский Е.В. Методические указания и варианты контрольно-измерительного материала по проверке знаний студентов при изучении дисциплины «Механика. Теория механизмов и машин» [Электронный ресурс] / Е.В. Сливинский; С.Ю. Радин - Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2010. – 68 с. – Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271944>.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутый этап формирования компетенций по дисциплине «Теория механизмов и машин», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - студент полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

4.1.2. Устный ответ на проблемной лекции

Лекции проблемного характера — один из важнейших элементов проблемного обучения студентов. Процесс усвоения учебной информации не может быть сведен лишь к ее восприятию, запоминанию и воспроизведению. Знания, полученные студентами, становятся глубокими только в результате их собственной познавательной активности. Проблемная лекция – это рассмотрение в поисковом плане одной или нескольких научных проблем на основе анализирующего рассуждения, описания истории открытий, разбора и анализа какой-либо точки зрения и т.д.

Проблемные вопросы на такой лекции отличаются от непроблемных тем, что скрытая в них проблема не содержит однотипного, готового решения. Для ответа на такой вопрос требуется размышление, умение оперировать практической и теоретической информацией. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценки
Оценка 5 (отлично)	- свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновывать свои суждения; - способность решать инженерные задачи; - умение оценивать результаты.
Оценка 4 (хорошо)	- осознанное применение теоретических знаний для решения инженерных задач; - оценивание результатов; - содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала; - затруднение в решении инженерных задач.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- отсутствие необходимых теоретических знаний (искажен смысл); неспособность решения инженерных задач; - незнание основного материала учебной программы, грубые ошибки.

4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов. По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

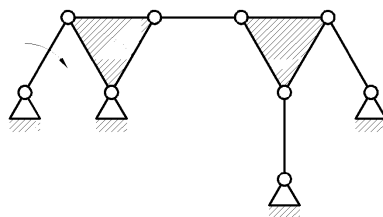
Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания

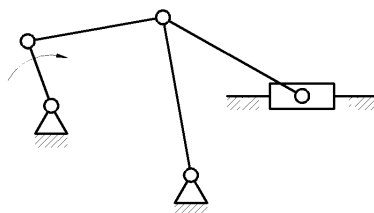
1. Что представляет собой данная механическая система?

- 1) кинематическую цепь;
- 2) ферму;
- 3) механизм;
- 4) группу Ассура.



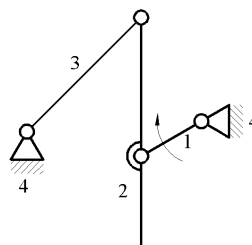
2. Сколько кинематических пар в механизме качающегося конвейера?

- 1) четыре;
- 2) пять;
- 3) шесть;
- 4) семь.



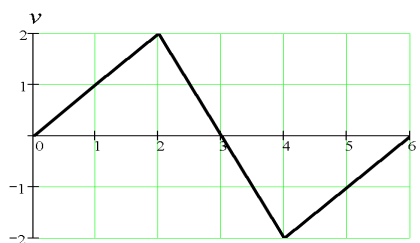
1. Какое звено механизма сеноворошилки является шатун

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



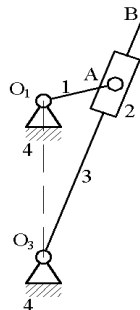
4. Задан график скорости ползуна $v = v(t)$. В каком положении перемещение будет максимальным?

- 1) 0;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



5. Какое выражение неправильное?

- 1) $\vec{v}_{A_2} = \vec{v}_{A_3} + \vec{v}_{A_2A_3}$
- 2) $\vec{v}_B = \vec{v}_{O_3} + \vec{v}_{BO_3}$
- 3) $v_B = v_{A_3} \frac{O_3B}{O_3A}$
- 4) $\vec{v}_B = \vec{v}_{O_1} + \vec{v}_{BO_1}$



6. На каком принципе теоретической механики основан кинетостатический расчёт механизма?

- 1) возможных перемещений;
- 2) Даламбера;

- 3) сохранения кинетической энергии;
- 4) сохранения количества движения.

7. В какой последовательности ведут силовой расчёт структурных групп механизма?

- 1) в порядке присоединения групп Ассур к исходному механизму;
- 2) с группы, наиболее удалённой от ведущего звена;
- 3) со звена, к которому приложена сила полезного сопротивления.

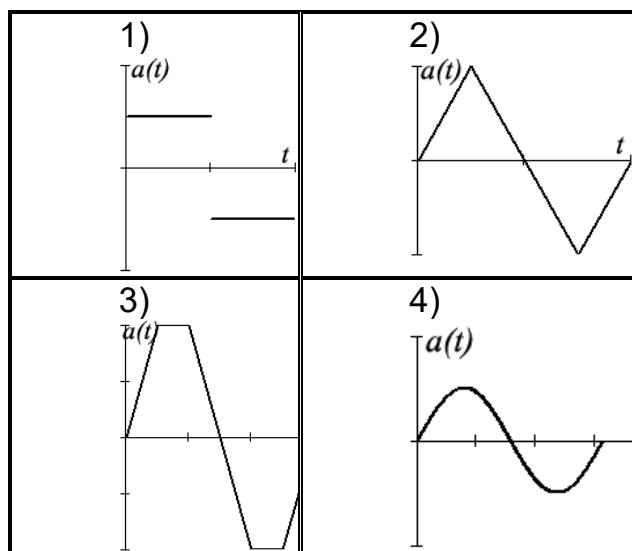
8. Какая сила определяется по методу жёсткого рычага Н. Е. Жуковского?

- 1) движущая;
- 2) полезного сопротивления;
- 3) уравнивающая.

9. Каким условием определяется приведённый момент $M_{пр}$ какой-либо силы?

- 1) равенство мгновенных мощностей;
- 2) равенство кинетических энергий;
- 3) равенство сил;
- 4) равенство масс.

10. При каком графике ускорения толкателя кулачкового механизма будут возникать мягкие удары?



4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме

экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном виде. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более 6 обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> - ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены пробелы, не искажившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене: неполно или не последовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

Вопросы к экзамену

1. Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм.

2. Назвать все звенья и кинематические пары механизма, определить род, указанной кинематической пары.
3. Формула Чебышева П. Л.
4. Структурная группа, виды структурных групп.
5. Формула строения механизма, её применение.
6. Передаточное отношение двух зацепляющихся колес и многозвенного зубчатого механизма с неподвижными осями колес.
7. Эпициклические зубчатые механизмы. Передаточное отношение при условно неподвижном водиле.
8. Передаточное отношение планетарного зубчатого механизма.
9. Применение эпициклических передач. Кинематика автомобильного дифференциала.
10. Методы изготовления зубчатых колес и их сравнительная характеристика.
11. Аналитическое исследование кинематики кривошипно-ползунного механизма.
12. Уравновешивание сил инерции масс кривошипно-ползунного механизма.
13. Кулачковые механизмы, назначение, виды, классификация.
14. Угол давления в кулачковом механизме. Влияние угла давления на работу кулачкового механизма.
15. Зависимость между углом давления, кинематическими параметрами толкателя и размерами кулачка.
16. Определение минимального радиуса кулачка.
17. Геометрический синтез профиля кулачка по заданному закону движения толкателя и минимальному радиусу профиля кулачка.
18. Фазы движения толкателя. Кинематический анализ кулачкового механизма.
19. Теорема об уравновешивании ротора двумя противовесами.
20. Статическая и динамическая неуравновешенность ротора. Порядок расчёта противовесов для уравновешивания.
21. Балансировка ротора. Порядок проведения. Расчёт дисбалансов и углов установки противовесов.
22. Трение скольжения, коэффициент трения, угол трения, конус трения.
23. Трение на наклонной плоскости. Самоторможение. Коэффициент полезного действия.
24. Универсальный шарнир. Конструкция, кинематические свойства. Применение сдвоенного универсального шарнира.
25. Планы скоростей и ускорений механизма шарнирного четырёхзвенника.
26. Планы скоростей и ускорений кривошипно-ползунного механизма.
27. Силы инерции звена, совершающего вращательное движение.
28. Силы инерции звена, совершающего плоскопараллельное движение.
29. В какой последовательности и почему выполняется силовой анализ. Цели силового анализа.
30. Сформулировать принцип Даламбера для системы материальных точек.
31. Что называется системой материальных точек? Что называется связями и реакциями связей? Какие связи называются идеальными? Какие силы называются активными?
32. Сформулировать принцип возможных перемещений для системы с идеальными связями. Как быть, если связи не идеальны?
33. Применение метода Н.Е. Жуковского к силовому расчёту механизма.
34. Каков физический смысл момента силы относительно полюса плана скоростей на рычаге Жуковского Н. Е? Обоснование рычага Жуковского Н. Е.
35. Коэффициент полезного действия для группы механизмов: а) при их последовательном соединении; б) при их параллельном соединении.
36. Что представляет собой кулачковый механизм? Некоторые типы. Основное достоинство.
37. Задание на синтез кулачкового механизма.
38. Что называется углом давления? Показать его на схеме.
39. Как влияет угол давления на работу кулачкового механизма?
40. Что такое минимальный радиус кулачка и что такое минимальный радиус кривизны профиля? Как обосновать формулы для расчёта радиуса ролика?

41. Что называется аналогом скорости? Его связь со скоростью.
42. Как построить зависимость аналога скорости от перемещения? Какова особенность этой зависимости при определении минимального радиуса кулачка?
43. Как определить угол давления в заданном положении кулачкового механизма?

