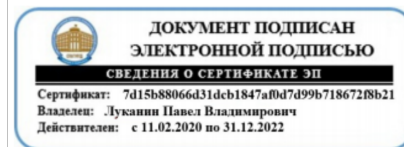


УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.24** Теория механизмов и машин

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z150302.22-1\_22-15.plx

Кафедра: **13** Основ конструирования машин

Направление подготовки:  
 (специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
 (специализация) Оборудование химических производств

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	6		8	90	4	3	Зачет
	РПД	6		8	90	4	3	
4	УП	6	12		81	9	3	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	6	12		81	9	3	
Итого	УП	12	12	8	171	13	6	
	РПД	12	12	8	171	13	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Петров С.Г.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой основ конструирования машин

Рокотов Н.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Евдокимов А.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области знаний, умений и навыков об общих методах структурных, кинематических и динамических исследований механизмов и машин, проектирование их схем. Теория механизмов и машин является одной из базовых общетехнических дисциплин.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- освоение общих принципов реализации движения с помощью механизмов;
- развитие навыков, позволяющих устанавливать взаимодействия в машинах и механизмах, обуславливающие их кинематических и динамические свойства;
- привитие системного подхода к проектированию машин и механизмов с поиском их оптимальных параметров по заданным критериям.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Детали машин

Основы проектирования

Высшая математика

Физика

Инженерная графика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования;**

**Знать:** методологию теории механизмов и машин применительно к типовым задачам расчета и проектирования в машиностроении

**Уметь:** применять типовые методы теории механизмов и машин к задачам расчета и проектирования в машиностроении

**Владеть:** навыками использования типовых методов теории механизмов и машин применительно к задачам расчета и проектирования в машиностроении

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Структурный анализ	3					
Тема 1. Современное определение теории механизмов и машин. Её место среди технических дисциплин. Краткий очерк развития ТММ, достижения отечественной школы ТММ. Основные определения и понятия: машина, машинный агрегат, механизм, прибор, аппарат, автоматическая линия, манипулятор, робот. Классификация машин.		2			28	ГД
Тема 2. Основы структурного анализа механизма – звенья, кинематические пары и их классификация. Структурные группы и их классификация по Ассуре и Артоболовскому. Значение структурной теории Л.В. Ассура. Лабораторная работа №1 - Кинематический анализ плоских шарнирных механизмов. Метод кинематических диаграмм. Метод планов положений. Построение кинематических диаграмм. Графическое дифференцирование и интегрирование. Аналитический метод кинематического анализа.		2		8	27	
Раздел 2. зубчатые механизмы						
Тема 3. Основные виды зубчатых механизмов. Исходные положения теории зацепления зубчатых механизмов. Передаточное отношение зубчатого механизма. Основная теорема зацепления. Эвольвента и её свойства. Уравнение эвольвенты. Применение эвольвенты в качестве профиля зуба. Аналитическое определение длины рабочего участка линии зацепления. Понятие о явлении подреза. Определение минимального числа зубьев, при котором отсутствует подрез. Определение сдвига рейки из условия отсутствия подреза. Понятие о коррекции зубчатых колес. Основные виды зацеплений.		1		33		

Тема 4. Многозвенные зубчатые механизмы. Передаточное отношение многоступенчатой зубчатой передачи. Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы. Передаточное отношение планетарного зубчатого механизма. Кинематический анализ планетарного механизма. Зубчатые механизмы с коническими зубчатыми колесами. Зубчатые механизмы с цилиндрическими зубчатыми колесами. Зубчатые механизмы с шевронными зубчатыми колесами. Геометрия и кинематика. Червячные передачи.		1			2	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		6		8	90	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 3. Силовой анализ механизмов						
Тема 5. Силы, действующие в машинном агрегате. Теорема об изменении кинетической энергии применительно к механизму. Основные режимы работы машинного агрегата. Кинетостатический анализ плоских механизмов. Постановка задачи. Последовательность кинетостатического анализа. Приведение сил и приведение масс и моментов инерции в механизме. Исследование установившегося движения. Понятие о неравномерности хода машин. Приделы изменения коэффициента неравномерности хода. Понятие о маховике.	4	1	1		8	
Тема 6. Уравновешивание механизмов. Метод разнота масс. Уравновешивание плоского ротора. Уравновешивание пространственного ротора с точечными массами. Полное уравновешивание механизмов. Виброзащита машин. Динамическое гашение колебаний. Вибрационные машины.		2	1		1	
Тема 7. Основные параметры манипуляторов, маневренность, угол сервиса, Коэффициент сервиса. Основные схемы кинематических цепей манипуляторов, предназначенных для обслуживания пространств прямоугольных, цилиндрических и сферических. Захватные устройства промышленных роботов.		1	6		2	
Раздел 4. Кинематический анализ						

Тема 8. Понятие о синтезе плоских шарнирных механизмов. Условие существования кривошипа. Методы оптимизации синтеза рычажных механизмов с применением ЭВМ. Синтез механизмов по методу приближения функций. Синтез по положениям звеньев.	2			30	
Тема 9. Методы оптимизации синтеза рычажных механизмов с применением ЭВМ. Синтез механизмов по методу приближения функций. Синтез по положениям звеньев.		4		40	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	12		81	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		2,5		6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		34,75		177,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** -закрепить знания студентов, полученные при изучении дисциплины «Теория механизмов и машин» и предшествующих дисциплин.  
-привить навыки использования общих методов проектирования и исследования механизмов для создания конкретных машин разнообразного назначения.  
-закрепление навыков работы со справочной и технической литературой, рациональной организации самостоятельной работы, составлению пояснительных записок и оформлению графической части в соответствии с требованиями ЕСКД.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Анализ и синтез механизмов различных машин в соответствии с выданным техническим заданием.

**4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):**  
Исходным документом для проектирования является задание, включающее кинематическую схему механизма, график технологических сил сопротивления, схемы кулачкового и зубчатого механизмов, указания к выполнению графической части.  
Проект выполняется студентом, с использованием компьютерного класса.  
Результаты представляются в виде графической части, объемом четыре листа формата А1, содержащей следующие обязательные элементы:  
-структурно-кинематический анализ стержневого механизма;  
-синтез кулачкового механизма;  
-синтез эвольвентного зацепления;  
-силовой расчет механизма  
и пояснительной записки, в которой представлены пояснения и расчеты по графическому материалу.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-13	Демонстрирует способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания. Курсовой проект.

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее знание основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций.	Полностью выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Правильно выполнил расчет и без ошибок сделал чертеж. Пояснительная записка и графический материал выполнены в полном объеме в соответствии с требованиями ЕСКД.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает хорошее знание основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций. Решил задачу, но допустил неточности.	Полностью выполнил курсовой проект в соответствии с заданием, но были допущены неточности. Выполнил расчет с незначительными ошибками. На чертеже имеются неточности и исправления.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает низкий уровень знания основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций. Допускает неточности в основных определениях. Решил задачу, но с большим количеством ошибок.	Выполнил курсовой проект в соответствии с заданием, но с большим количеством неточностей. Выполнил расчет с ошибками. На чертеже имеются ошибки.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине, не может сформулировать основные законы механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов, плохо ориентируется в основных понятиях. Не смог решить задачу.	Курсовой проект выполнен в неполном объеме, допущены принципиальные ошибки в расчетах; оформление пояснительной записки и графических материалов не соответствует требованиям ЕСКД; студентом не даны ответы на вопросы при защите. Не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Выполнил не свое задание.
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов расчета, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях.	Правильно решает задачи, проводит все необходимые вычисления, грамотно интерпретирует полученный результат.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины; не может сформулировать основные принципы дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Не смог корректно решить задачу, не может воспользоваться формулами, не в состоянии устранить ошибки даже под руководством преподавателя

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Основные определения и понятия: машина, машинный агрегат, механизм, прибор, аппарат, автоматическая линия, манипулятор, робот.
2	Классификация машин
3	Основы структурного анализа
4	Структурные группы и их классификация по Ассуре и Артоболовскому
5	Значение структурной теории Л.В. Ассура
6	Кинематический анализ плоских шарнирных механизмов
7	Метод кинематических диаграмм
8	Построение кинематических диаграмм
9	Понятие о синтезе плоских шарнирных механизмов
10	Основные разновидности кулачковых механизмов

11	Постановка задачи кинематического анализа
12	Кинематический анализ кулачкового механизма с роликовым толкателем и кулачкового механизма с роликовым коромысловым толкателем
13	Геометрический синтез кулачкового механизма с роликовым толкателем и кулачкового механизма с роликовым коромысловым толкателем.
14	Эвольвента и её свойства
15	Основные геометрические соотношения нормального зацепления
16	Аналитическое определение длины рабочего участка линии зацепления
17	Понятие о коррекции зубчатых колес
18	Основные виды зацеплений
19	Многозвенные зубчатые механизмы
20	Передаточное отношение многоступенчатой зубчатой передачи
21	Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы
22	Зубчатые механизмы с коническими зубчатыми колесами
23	Червячные передачи
24	Силы, действующие в машинном агрегате
25	Теорема об изменении кинетической энергии применительно к механизму
26	Основные режимы работы машинного агрегата
27	Кинетостатический анализ плоских механизмов
28	Последовательность кинетостатического анализа
29	Виброзащита машин. Динамическое гашение колебаний. Вибрационные машины
30	Динамика приводов. Электропривод, гидропривод и пневмопривод механизмов
Курс 4	
31	Приведение сил и приведение масс и моментов инерции в механизме
32	Исследование установившегося движения
33	Понятие о маховике
34	Уравновешивание механизмов. Уравновешивание плоского ротора
35	Основные параметры манипуляторов, маневренность, угол сервиса
36	Аналитическое определение длины рабочего участка линии зацепления
37	Основные геометрические соотношения нормального зацепления

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. На вал АВ ворота намотана верёвка, поддерживающая груз Q. Радиус R колеса С, насаженного на вал, в шесть раз больше радиуса барабана r вала; другие размеры указаны на рис. 7. Верёвка, намотанная на окружность колеса и натягиваемая грузом P весом 60 Н, сходит с колеса по касательной, наклоненной к горизонту под углом  $\alpha=30^\circ$ . Определить вес груза Q, при котором ворот остаётся в равновесии, а также реакции подшипников А и В, пренебрегая весом вала и трением на блоке D. Дано: Вал АВ с барабаном. Вес груза P=60 Н.

2. Однородная прямоугольная рама весом G=20 Н прикреплена к стене при помощи шарового шарнира А и петли В и удерживается в горизонтальном положении верёвкой СЕ, привязанной в точке С рамы и к гвоздю Е, вбитому в стену на одной вертикали с А, причём  $\angle ECA = \angle BAC=30^\circ$  (рис. 9). Определить натяжение верёвки S и опорные реакции.

3. Зубчатая передача приводится в движение грузом 1, подвешенным к колесу 2. На одной оси с колесом 2 укреплено колесо 3, которое сцепляется с колесом 4.

Определить скорость и ускорение точки М на ободу колеса 4 в момент времени  $t=1$  с.

Радиусы колёс соответственно:  $r_2 = 10$  см,  $r_3 = 6$  см,  $r_4 = 8$  см.



### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты представляют результаты выполнения курсового проекта в виде чертежей и пояснительной записки, объемом 25 страниц. Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, сдают выполненную контрольную работу, отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель в праве задать несколько дополнительных вопросов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
С.Г. Петров, В.Е. Головкин, М.О. Трубицын	Теория машин и механизмов .Ч.2. [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/tmm-kul-mech.htm">http://nizrp.narod.ru/tmm-kul-mech.htm</a>
С.Г. Петров, В.Е. Головкин, М.О. Трубицын	Теория машин и механизмов. Ч.4. [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб. : СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/teormash4.htm">http://nizrp.narod.ru/teormash4.htm</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.В. Михеев [и др.]	Теория механизмов и машин [Текст] : методические указания и задания для выполнения курсового проекта	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб. : СПбГТУРП	2008	<a href="http://nizrp.narod.ru/teormeximash.htm">http://nizrp.narod.ru/teormeximash.htm</a>
С.Г. Петров [и др.]	Теория механизмов и машин [Текст] : учебно-лабораторный практикум	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2006	<a href="http://nizrp.narod.ru/tmmuchlabpr.htm">http://nizrp.narod.ru/tmmuchlabpr.htm</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду