

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Белорусско-Российского университета

Ю.В. Машин

(подпись)

«17» 06 2022 г.

Регистрационный № УД- 37 /уч

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

Специальность 1-36 11 01 «Инновационная техника для строительного комплекса»

(по направлениям)

(код и наименование специальности)

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 11 01-2021, учебного плана рег. № I 36-1-023-1 от 28.05.2021 г. и учебного плана рег. № I 36-1-023-2 от 28.05.2021 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

кандидат технических наук, доцент Комар В.Л.

РЕЦЕНЗЕНТЫ*:**


Николай Алексеевич Коваленко, к.т.н., доцент
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Андрей Валентинович Галковский, директор ОАО «Автопарк №4»
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Основы проектирования машин»
(протокол № 8 от 16.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



А.П. Прудников

Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета
(протокол № 7 от 15.06.2022 г.)

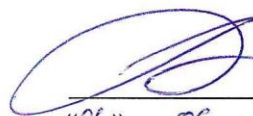
Зам. председателя
научно-методического совета



С.А. Сухоцкий

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического
отдела



В.А. Кемова

«01» 06 2022 г.

Ведущий библиотекарь

Иль О.С. Илюстов

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является обучение будущих инженеров общим методам исследования и проектирования схем механизмов, применимых к любым практическим задачам. Эти знания необходимы не только при проектировании новых механизмов, но и для грамотной их эксплуатации.

1.2 Задачи учебной дисциплины

Задачами учебной дисциплины являются основы строения механизмов; моделирование геометрических и кинематических связей в механизмах; математическое моделирование движения машин и механизмов с жесткими связями, использование численных методов и компьютеров для решения уравнений движения; силовой анализ, трение и изнашивание в механизмах; оценка энергопотребления и динамической нагруженности машин и механизмов; исследование движения машин и механизмов с упругими звеньями; вибрации в механизмах и машинах; синтез рычажных, кулачковых, зубчатых механизмов, механизмов прерывистого движения; структура машин-автоматов; системы управления машин-автоматов и их проектирование.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

- основные теоретические положения строения, кинематики, динамики и управления системами машин, отдельными машинами и механизмами;
- измерительную аппаратуру для определения кинематических и динамических параметров механизмов и машин;
- принципы проектирования основных видов механизмов;

уметь:

- составлять расчетные схемы (модели) машин и механизмов, пригодные для решения технических задач, выполнения кинематических и динамических расчетов, применять результаты расчетов для получения оптимальных характеристик механизмов и машин;
- разрабатывать алгоритмы программ расчета параметров на ПК, выполнять конкретные расчеты;

владеть:

- основными принципами проектирования, анализа и синтеза различных механизмов ПТМ и СДМ;
- методами проектирования основных видов механизмов;
- методами расчета динамической нагруженности машин и механизмов.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к модулю «Механика и конструирование» (компонент учреждения высшего образования). Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- теоретическая механика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- детали машин и основы конструирования;
- технология производства и ремонта машин.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке дипломного проекта.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
БПК-5	Выполнять и анализировать кинематические схемы механизмов и машин, владеть основными теоретическими положениями кинематики и динамики для понимания принципов устройства механизмов и машин и их аналитического исследования.

1.5 Распределение учебной дисциплины по семестрам

	Форма получения высшего образования
	Очная (дневная)
Курс	2
Семестр	3
Лекции, часы	34
Практические (семинарские) занятия, часы	16
Экзамен, семестр	3
Аудиторных часов по учебной дисциплине (в том числе часы на управляемую самостоятельную работу)	50 (6)
Самостоятельная работа, часы	58
Всего часов по учебной дисциплине /зачетных единиц	108/3

2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Номера тем	Наименование тем	Содержание
1	Основы строения механизмов. Структура механизмов. Структурный синтез и анализ механизмов.	Введение. Очерк истории машин и механизмов. Основные понятия ТММ: машина, механизм, звено, кинематическая пара, структурная и кинематическая схемы. Структура механизмов. Классификация кинематических пар по форме контакта, по числу связей и числу степеней свободы. Условное изображение кинематических пар по ГОСТ 2770-68. Кинематические цепи. Основные виды механизмов. Плоские, пространственные механизмы с низшими парами. Кулачковые, зубчатые, фрикционные механизмы. Механизмы с гибкими звеньями. Волновая передача. Число степеней свободы. Обобщенные координаты. Начальные звенья. Структурный синтез плоских механизмов путем наслаения групп Асура. Структурный анализ механизмов. Замена высших пар низшими.
2	Методы исследования кинематических характеристик механизмов и машин.	Кинематический анализ механизмов. Задачи анализа. Масштабные коэффициенты. План положения механизма. Задача о скоростях. План скоростей. Свойства плана скоростей. Планы ускорений. Свойства плана ускорений. Кинематика кулисного механизма. Метод кинематический диаграмм. Аналитический метод кинематического анализа. Функция положения. Метод замкнутых векторных контуров. Аналитический метод кинематического анализа плоских рычажных механизмов с низшими парами.
3	Силовой анализ механизмов и машин.	Силовой анализ механизмов. Задачи силового анализа механизмов. Классификация сил механизмов металлорежущих станков. Расчет сил инерции. Кинетостатика механизма. Кинетостатическая определимость группа Асура. Планы сил плоских механизмов. Метод Жуковского. Силы трения.

4	Математическое моделирование и исследование машин и механизмов с жесткими связями.	Динамический анализ механизмов. Задачи динамики машин. Приведение сил и масс в плоских механизмах. Уравнение движения одномассовой модели механизма. Механические характеристики машин. Решение уравнений движения. Периоды работы машин. Неравномерность хода машин. Регулирование движения с помощью маховика. Автоматический регулятор скорости.
5	Проектирование схем основных видов рычажных механизмов.	Синтез механизмов с низшими парами. Этапы синтеза механизмов. Входные и выходные параметры синтеза. Ограничения. Основные и дополнительные условия синтеза. Условия существования кривошипа в шарнирном четырехзвеннике. Условия существования кривошипа в кривошипно-ползунном механизме. Синтез по коэффициенту производительности. Синтез с учетом угла давления: синтез по положениям звеньев, синтез направляющих механизмов, синтез передаточных механизмов.
6	Проектирование и исследование зубчатых механизмов.	Проектирование зубчатых зацеплений. Классификация зубчатых механизмов. Основной закон зацепления. Эвольвента окружности. Уравнения эвольвенты в параметрической форме. Свойства эвольвенты. Геометрия эвольвентного колеса. Исходный контур. Смещенные и нулевые колеса. Минимальное число зубьев. Минимальное смещение инструмента. Три типа зубчатых передач. Расчет толщины зубца по начальной окружности. Методика синтеза зубчатых механизмов с применением ЭВМ. Геометрический расчет зубчатой передачи при заданных смещениях. Построение картины эвольвентного зацепления. Коэффициент перекрытия. Косозубые колеса. Передаточное отношение и передаточное число. Схемы планетарных механизмов. Аналитический метод кинематического анализа планетарных механизмов. Графический способ исследования планетарных механизмов. Синтез планетарных механизмов с учетом условия соосности. Условия соседства и сборки.
7	Синтез и анализ кулачковых механизмов.	Синтез кулачковых механизмов. Виды кулачковых механизмов. Достоинства и недостатки. Область применения. Заменяющие механизмы. Элементы кулачка. Выбор закона движения толкателя. Задача анализа кулачковых механизмов. Метод обращенного движения. Анализ кулачковых механизмов с плоским, игольчатым и роликовым толкателем Угол давления. Выбор допускаемого угла давления. Определение размеров кулачка из условия ограничения угла давления. Определение основных размеров из условия выпуклости кулачка. Построение профиля кулачка по заданному закону движения для центрального, дезаксильного, коромыслового, тарельчатого механизма. Выбор радиуса ролика.
8	Системы управления машин-автоматов.	Основные понятия. Системы управления машин-автоматов. Аналоговые и числовые системы управления. Системы управления по времени. Основы синтеза логических систем управления машинами-автоматами. Синтез избирательных систем управления. Синтез систем управления по пути. Пример синтеза управления автооператором.
9	Промышленные роботы и манипуляторы.	Промышленные роботы и манипуляторы. Задача роботостроения. Виды манипуляторов. Классификация промышленных роботов. Структурный синтез манипуляторов. Виды исполнительных устройств промышленных роботов. Системы управления промышленными роботами и манипуляторами. Рабочий объем и классификация движений захвата, маневренность манипулятора. Зоны обслуживания. Угол и коэффициент сервиса. Алгоритмы управления манипуляторами. Применение роботов в машиностроении и сварочном производстве.

3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины для очной формы обучения

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы		Практические (семинарские) занятия	Часы		Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
		в т.ч. часы на УСР			в т.ч. часы на УСР				
2 семестр									
Модуль 1									
1	Тема 1. Основы строения механизмов. Структура механизмов. Структурный синтез и анализ механизмов	2					2		
2	Тема 1. Основы строения механизмов. Структура механизмов. Структурный синтез и анализ механизмов	2		Пр. р. № 1 Анализ и синтез плоских рычажных механизмов	2			КР	5
3	Тема 2. Методы исследования кинематических характеристик механизмов и машин	2					2		
4	Тема 2. Методы исследования кинематических характеристик механизмов и машин	2		Пр. р. №2 Определение угловых скоростей и ускорений звеньев. Построение планов скоростей и ускорений шатунных механизмов (РГР № 1)	2	2	2	КР ЗРГР	5 5
5	Тема 3. Силовой анализ механизмов и машин	2					2		
6	Тема 3. Силовой анализ механизмов и машин	2		Пр. р. №3 Метод Жуковского. Расчет сил инерции.	2			КР	5
7	Тема 4. Математическое моделирование и исследование машин и механизмов с жесткими связями	2					2		
8	Тема 4. Математическое моделирование и исследование машин и механизмов с жесткими связями	2		Пр. р. № 4 Силовой анализ механизмов методом планов сил (РГР № 2)	2	2	2	КР ЗРГР ПКУ	5 5 30
Модуль 2									
9	Тема 5. Проектирование схем основных видов рычажных механизмов.	2					2		
10	Тема 5. Проектирование схем основных видов рычажных механизмов.	2		Пр. р. № 5 Аналитический расчет планетарных механизмов.	2		2	КР	5
11	Тема 6. Проектирование и исследование зубчатых механизмов.	2					2		
12	Тема 6. Проектирование и исследование зубчатых механизмов.	2		Пр. р. № 6 Кинематический анализ зубчатых механизмов.	2		2	КР	5
13	Тема 6. Проектирование и исследование зубчатых механизмов.	2					2		
14	Тема 7. Синтез и анализ кулачковых механизмов.	2		Пр. р. № 7 Синтез зубчатых механизмов (РГР № 3)	2	2	2	КР ЗРГР	5 10
15	Тема 7. Синтез и анализ кулачковых механизмов.	2					2		
16	Тема 8. Системы управления машин-автоматов	2		Пр. р. № 8 Анализ и кулачковых механизмов.	2			КР	5
17	Тема 9. Промышленные роботы и манипуляторы.	2					2	ПКУ	30
18-21							30	ТА (экзамен)	40
Итого за 2 семестр		34			16	6	58		100

Принятые обозначения:

КР – контрольная работа;

ЗРГР – защита расчетно-графической работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ТА – текущая аттестации.

Итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей:

Экзамен

Оценка	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Баллы	100-94	93-87	86-80	79-72	71-65	64-58	57-51	50-41	40-17	16-1	0

3.2 Управляемая самостоятельная работа

3.2.1 Содержание управляемой самостоятельной работы

При выполнении управляемой самостоятельной работы студенты, используя имеющиеся на кафедре методические рекомендации (см. п. 4.7.1), основную и дополнительную литературу (см. п. 4.5 и 4.6), изучают учебный материал под методическим руководством преподавателя, выполняют расчетно-графические работы №1–№3 и восемь контрольных работ для оценки изученности учебного материала.

3.2.2 Требования к выполнению управляемой самостоятельной работы

Расчетно-графическая работа должна быть написана или напечатана на стандартных листах А4 в соответствии с требованиями ЕСТД. Графическая часть должна быть выполнена на отдельных листах формата А4 (карандашом на бумаге или с помощью 2D графического пакета).

Изучение учебного материала, выносимого на управляемую самостоятельную работу, осуществляется путем изучения учебников и учебных пособий, приведенных в п. 4.5 и 4.6.

3.2.3 Критерии оценки управляемой самостоятельной работы

Расчетно-графические работы №1–№2, выполняемые в первом модуле, оцениваются до 5 баллов. Полный ответ должен включать:

- описательную часть (оценивается до 1 балла);
- расчетную схему (оценивается до 2 баллов);
- расчетные зависимости с необходимыми пояснениями (оценивается до 2 баллов).

Расчетно-графическая работа №3, выполняемая в первом модуле, оценивается до 10 баллов. Полный ответ должен включать:

- описательную часть (оценивается до 2 балла);
- расчетную схему (оценивается до 3 балла);
- расчетные зависимости с необходимыми пояснениями (оценивается до 5 баллов).

Основанием для простановки неполного балла являются ошибки в терминологии, расчетных схемах и расчетных зависимостях.

Оценка изученности учебного материала, выносимого на управляемую самостоятельную работу, осуществляется с помощью проводимой контрольной работы. Каждая контрольная работа оценивается до 5 баллов и включает два теоретических вопроса:

- первый теоретический вопрос касается общих сведений по курсу (понятия, классификации, геометрические параметры и т. д) и оценивается до 2 баллов в зависимости от полноты ответа.

- второй теоретический вопрос касается методов и методик расчёта кинематических, силовых и прочностных параметров и оценивается до 3 баллов в зависимости от полноты ответа.

4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Образовательные технологии

Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические	
1	Мультимедиа	Темы 1-9		34
2	Расчетные		1-8	16
	ИТОГО	34	16	50

4.2 Оценочные средства

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Задания для контрольных работ	8
4	Задания для расчетно-графических работ	3

4.3 Перечень используемых средств диагностики

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

- письменная;
- устно-письменная.

Для оценки уровня знаний студентов используются следующие средства диагностики:

К письменной форме относятся средства диагностики:

- контрольная работа;
- письменный экзамен.

К устно-письменной форме относятся средства диагностики:

- отчеты по расчетно-графическим заданиям с их устной защитой.

4.4 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- выполнение расчетно-графических заданий.

Выполнение расчетно-графических заданий осуществляется для выданных преподавателем кинематических схем по методикам, изложенным на практических занятиях, а также в основной и дополнительной литературе, приведенной в п.4.5 и п.4.6.

4.5 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экземпляров/ URL
1	Борисенко Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебник. - Минск : «Новое знание», Москва «ИНФРА-М»: 2018. – 283 с.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по машиностроительным специальностям Рекомендовано Учебно-методическим центром «Профессиональный учебник-в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений	https://znanium.com/catalog/product/960078

4.6 Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экземпляров/ URL
1	Зубчатые передачи и трансмиссии в Беларуси: проектирование, технология, оценка свойств / В.Б.Альгин [и др.]; под общей редакцией В.Б.Альгина, В.Е.Старжинского.– Минск: Белорусская наука, 2017.– 406 с.– ISBN 978-985-08-2119-5.	Без грифа	4
2	Чмиль В.П. Теория механизмов и машин: учеб.метод. пособие / В.П.Чмиль.- СПб.;М.;Краснодар:Лань, 2012.-288 с.	Без грифа	20
3	Тимофеев , Г.А. Теория механизмов и машин: учеб.пособие для вузов / Г.А.Тимофеев.- 2-е изд. , перераб. и доп. – М.:Юрайт, 2010.- 351 с.	Доп. УМО в качестве учеб.пособия для студентов вузов	2
	Смелягин, А.И. Теория механизмов и машин: учеб. пособие /А.И.Смелягин.- М.:Инфра – М, 2009. 263 с.	Доп. УМО вузов по образованию в обл. автоматизированного машиностроения	1

4.7 Перечень наглядных и других пособий, методических указаний по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

4.7.1 Методические рекомендации

1. Пузанова О.В. Теория механизмов и машин. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальностей 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)»; 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям); 1-37 01 07 «Автосервис» дневной и заочной формы обучения – Могилев, Белорусско-Российский университет, 2018. - 48 с. (30 экз.).

2. Теория механизмов и машин. Методические рекомендации к управляемой самостоятельной работе для студентов специальности 1-36 11 01 «Инновационная техника для строительного комплекса» (по направлениям) – Могилев, Белорусско-Российский университет. (электронный вариант)

4.7.2 Плакаты, мультимедийные презентации

Тема 1 – Основы строения механизмов. Структура механизмов. Структурный синтез и анализ механизмов;

Тема 2 – Методы исследования кинематических характеристик механизмов и машин;

Тема 3 – Силовой анализ механизмов и машин;

Тема 4 – Математическое моделирование и исследование машин и механизмов с жесткими связями;

Тема 5 – Проектирование схем основных видов рычажных механизмов;

Тема 6 – Проектирование и исследование зубчатых механизмов;

Тема 7 – Синтез и анализ кулачковых механизмов;

Тема 8 – Системы управления машин-автоматов;

Тема 9 – Промышленные роботы и манипуляторы.

4.7.3 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе

Свободно распространяемое ПО WPS Office – используется для чтения лекций по темам 1 - 22 (см. п. 3.1).

5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА


В рамках образовательного процесса у обучающихся формируются:

- стремление к формированию нравственных ценностных ориентаций и их использование в своей деятельности;
- национальное самосознание, чувство патриотизма;
- социально активное и ответственное поведение, осознание и руководство в своей деятельности конституционными правам и обязанностям;
- проявление толерантности, готовности и способности к взаимопониманию, диалогу и сотрудничеству, руководство принятыми в обществе нравственными нормами и общечеловеческими ценностями;
- эстетическое отношение к миру, ко всем сферам жизнедеятельности общества;
- потребность в самореализации и самосовершенствовании, проявление эмоциональной зрелости;
- готовность к профессиональному самоопределению на основе знаний и учета своих возможностей, способностей и интересов;
- руководство правилами охраны окружающей среды и рационального природопользования, следование принципам здорового образа жизни, физического самосовершенствования;
- неприятие вредных привычек и способность противодействовать асоциальным явлениям.

Для формирования у обучающихся личностных качеств применяются следующие методы:

- личный пример преподавателя;
- использование в качестве примеров выдающихся белорусских ученых и их вклада в мировую науку;
- применение инновационных методов обучения;
- организация групповой проектной и научно-исследовательской деятельности;
- реализация на занятиях условий, необходимых для формирования целей воспитательного процесса.

6. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебных дисциплин, (циклов дисциплин), с которыми требуется согласование / специальности	Название кафедры, обеспечивающей дисциплину / выпускающей кафедры	Предложения об изменениях в содержании программы	Подпись заведующего кафедрой	Решение, принятое кафедрой, разработавшей программу (с указанием даты и номера протокола)
1-36 11 01 Инновационная техника для строительного комплекса (по направлениям), Технология производства и ремонта машин	Транспортные и технологические машины	Предложений нет	 _____ (И.В. Лесковец)	протокол № 8 от 16.03.2022 г.