

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет»

РАБОЧИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГАТУ



Н.Н. Романюк

«15» декабря 2023 г.

Регистрационный № УД- 1524/уч.

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальностей:

6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной
продукции»,

профилизация: «Технические средства и технологии»;

6-05-0812-02 «Техническое обеспечение хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции»,

профилизация: «Технологическое оборудование для переработки
сельскохозяйственной продукции»;

6-05-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

профилизация: «Технический сервис машин и оборудования»

Учебная программа составлена на основе учебных планов специальностей: 6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции»; 6-05-0812-02 «Техническое обеспечение хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; 6-05-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном комплексе, утвержденных 18.14.2023 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

И.С. Крук, проректор по научной работе-директор НИИМЭСХ учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

А.Н. Орда, профессор кафедры механики материалов и деталей машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор технических наук, профессор;

В.А. Шкляревич, старший преподаватель кафедры механики материалов и деталей машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра машиноведения и деталей машин Белорусского национального технического университета;

А.С. Воробей, научный сотрудник Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой механики материалов и деталей машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
протокол № ____ от _____ 202_ г.

Заведующий кафедрой _____ В.Н. Еднач

Научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», протокол № ____ от _____ 202_ г.

Председатель НМС _____ В.К. Корнеева

Научно-методическим советом агромеханического факультета учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
протокол № ____ от _____ 202_ г.

Председатель НМС _____ Т.А. Непарко

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
протокол № ____ от _____ 202_ г.

Председатель НМС _____ А.В. Миранович

Нормоконтроль:

Начальник ЦНМ и УР _____ А.А. Бренч

Директор библиотеки _____ С.П. Драницына

Ответственный за научное редактирование и выпуск: В.Н. Еднач

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Теория механизмов и машин» разработана в соответствии с учебными планами для специальностей 6-05-0812-01, 6-05-0812-02, 6-05-0812-03.

Учебная дисциплина «Теория механизмов и машин» является одной из базовых в структуре подготовки специалистов с высшим техническим образованием. Являясь научной основой для последующего изучения специальных учебных дисциплин, она ставит перед студентами задачи по изучению общих методов исследования и проектирования механизмов и машин. При освоении курса «Теория механизмов и машин» студенты изучают различные виды механизмов, их структуру, кинематические и динамические свойства, что необходимо для понимания принципов работы отдельных механизмов и их взаимодействия в машинах. Успешное освоение этого курса зависит от уровня усвоения теоретического материала и умения применять его на практике

Цель учебной дисциплины – формирование у будущих инженеров системы знаний по использованию общих методов исследования и проектирования схем механизмов, необходимых для соединения машин, установок, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих современным требованиям эффективности, точности, надежности и экономичности.

Задачи учебной дисциплины – получение студентами знаний о строении основных видов механизмов, методах определения кинематических и динамических характеристик механизмов и управляемых кинематических цепей; методах определения параметров механизмов, удовлетворяющих заданным требованиям технологического процесса; методах защиты человека и машины от вибрации; методах увеличения надежности и долговечности машин и механизмов, об управлении движением систем механизмов и машин, формирование личности студента как гражданина Республики Беларусь.

Подготовка специалиста в рамках учебной дисциплины «Теория механизмов и машин» должна обеспечить формирование следующих компетенций:

УК-2 Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

УК-5 Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

УК-6 Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

СК Решать инженерные задачи с использованием основных положений и законов механики.

В результате изучения учебной дисциплины «Теория механизмов и машин» студент должен:

знать:

– методы определения структурных, кинематических и динамических характеристик механизмов и управляемых кинематических цепей;

– методы определения параметров механизмов, удовлетворяющих заданным требованиям технологического процесса и методы защиты человека и машины от вибрации;

– методы проектирования новых систем механизмов и машин и повышения их надежности и долговечности;

– методы управления движения систем механизмов и машин;

уметь:

– определять структуру механизмов и производить ее анализ;

– определять кинематические и динамические характеристики механизмов;

– по исходным кинематическим и динамическим параметрам технологического процесса подбирать вид механизма, рассчитывать его геометрические размеры;

– оптимизировать параметры проектируемого механизма по заданным критериям с использованием современной вычислительной техники;

– работать в команде и глубоко осознавать общегражданские цели своей профессиональной деятельности;

иметь навык:

– исследования механизмов машин, определения кинематических и динамических характеристик механизмов и управляемых кинематических цепей;

– определения параметров механизмов, удовлетворяющих заданным требованиям технологического процесса;

– синтеза систем механизмов и машин.

Учебная дисциплина «Теория механизмов и машин» базируется на знаниях, полученных при изучении следующих учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика». Знания и навыки, приобретаемые студентами при изучении учебной дисциплины «Теория механизмов и машин», необходимы для успешного освоения таких специальных учебных дисциплин, как «Сельскохозяйственные машины», «Тракторы и автомобили», «Машины и оборудование в животноводстве», «Машины и оборудование в растениеводстве», «Детали машин и подъемно-транспортные механизмы», «Детали машин».

На изучение учебной дисциплины «Теория механизмов и машин» согласно учебным планам отводится 120 часов (3 зачетные единицы), из них аудиторных – 72 часа (лекции – 36 часов, практические занятия – 36 часов) и 60 часов (2 зачетные единицы) на курсовое проектирование.

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ, В Т. Ч. НИСПО)**

Номер и наименование модуля (раздела, темы)	Общее количество часов/зач. единиц на семестр	Ауд. часов	В том числе				Всего УСРС по модулю (час)
			лекции (час)		практические занятия (час)		
			часы по плану	в том числе УСРС	часы по плану	в том числе УСРС	
2 (3, 4) семестр (экзамен), (курсовой проект)	120/3 60/2	72	36	4	36	10	14
М-1 Структурный и кинематический анализ, синтез механизмов		40	20	2	20	4	6
1.1 Введение. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов		6	4		2		
1.2 Кинематическое исследование рычажных механизмов		10	4		6	2	2
1.3 Кинематическое исследование зубчатых механизмов		10	4		6	2	2
1.4 Синтез зубчатых механизмов		8	4		4		
1.5 Исследование и синтез кулачковых механизмов		6	4	2	2		2
М-2 Динамическое исследование механизмов и машин		32	16	2	16	6	8
2.1 Динамическое исследование механизмов и машин. Силовой анализ механизмов. Теорема Н.Е. Жуковского о «жестком рычаге»		14	6		8		
2.2 Динамическая модель механизма. Приведение сил и масс в механизмах. Режим движения механизмов (три стадии движения)		4	2		2		
2.3 Уравнения движения механизма		2	2		-		
2.4 Неравномерность движения механизмов и машин		4	2		2	2	2
2.5 Уравновешивание масс механизмов		4	2		2	2	2
2.6 Трение в кинематических парах. Коэффициент полезного действия		4	2	2	2	2	4

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ, В Т. Ч. НИСПО)**

Номер и наименование модуля (раздела, темы)	Общее количество часов/зач. единиц на семестр	Ауд. часов	В том числе				Всего УСРС по модулю (час)
			лекции (час)		практические занятия (час)		
			часы по плану	в том числе УСРС	часы по плану	в том числе УСРС	
3 (4, 5) семестр (экзамен), (курсовой проект)	120/3 60/2	18	8		10		
Структурный и кинематический анализ, синтез механизмов		12	6		6		
1.1 Введение. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов		4	2		2		
1.2 Кинематическое исследование рычажных механизмов		4	2		2		
1.3 Кинематическое исследование зубчатых механизмов		3	1		2		
1.4 Исследование и синтез кулачковых механизмов		1	1				
Динамическое исследование механизмов и машин		6	2		4		
2.1 Динамическое исследование механизмов и машин. Силовой анализ механизмов		6	2		4		

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

М-1 Структурный и кинематический анализ, синтез механизмов

В результате изучения модуля студент должен:

- **знать:** основные понятия и определения теории строения механизмов и машин, виды и классификацию механизмов, задачи и методы кинематического исследования механизмов;
- **уметь:** проводить структурный анализ механизмов и определять их класс, проводить кинематический анализ механизмов аналитическим, графическим и графоаналитическим методами, рассчитывать геометрические параметры зубчатых передач и кулачковых механизмов, определять качество зацепления зубчатых передач;
- **иметь навык:** исследования механизмов машин, определения кинематических характеристик механизмов и управляемых кинематических цепей; определения

параметров механизмов, удовлетворяющих заданным требованиям технологического процесса; синтеза систем механизмов и машин.

1.1 Введение. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов

Главенствующая роль машин и механизмов в производстве сельскохозяйственной продукции. Основные задачи машиностроения в создании новых механизмов и машин, автоматизации и механизации производственных процессов. Содержание учебной дисциплины и ее значение для инженерного образования. Связь теории механизмов и машин с другими областями знаний. История развития науки о машинах и механизмах. Основные этапы проектирования машин. Учет технологических критериев и факторов при создании новых машин (производительность, надежность, долговечность, быстродействие и т.д.). Многовариантность решения и применение персональных компьютеров при оптимизационном проектировании машин и механизмов.

Основные понятия механизмов и машин. Машина. Механизм как кинематическая основа технологических, энергетических, транспортных и других машин. Звено механизма. Кинематическая пара. Условные изображения звеньев и кинематических пар. Кинематическая цепь. Классификация кинематических пар. Низшие и высшие пары. Замена высших кинематических пар цепями с низшими кинематическими парами. Кинематическое соединение.

Основные виды механизмов, используемых в современном машиностроении, их назначение и особенности применения в машинах сельскохозяйственного производства. Число степеней свободы механизма. Обобщенные координаты механизма.

Начальные (входные) и выходные (исполнительные) звенья. Местные и структурные избыточные связи. Обеспечение заданных свойств механизма устранением избыточных связей. Механизмы с оптимальной структурой. Местные подвижности в механизмах. Метод сборки кинематической цепи для выявления избыточных связей. Проектирование механизмов без избыточных связей – важнейший путь повышения экономичности и долговечности машин. Структурный анализ и синтез механизмов. Образование механизмов методом наложения структурных групп Ассур. Классификация механизмов.

1.2 Кинематическое исследование рычажных механизмов

Задачи и методы кинематического исследования рычажных механизмов. Определение положений звеньев плоских механизмов. План положений механизма. Масштабные коэффициенты. Определение скоростей и ускорений точек звеньев

групп II класса 1-го, 2-го и 3-го видов методом планов. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев. Аналоги скоростей и ускорений. Кинематическое исследование механизмов аналитическим и графическим методами.

Входные и выходные параметры синтеза рычажных механизмов. Согласование входных параметров синтеза с требованиями технологического процесса. Условие существования кривошипа. Углы давления и углы передач. Влияние углов давления на КПД кинематических пар. Метрический синтез рычажных механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев с учетом углов давления. Синтез по коэффициенту изменения средней скорости и заданному перемещению выходного звена. Методы оптимизации и использование персональных компьютеров при синтезе механизмов. Сопоставление выходных параметров синтеза с условиями технологического процесса

1.3 Кинематическое исследование зубчатых механизмов

Назначение механизмов передач. Передаточное отношение. Виды зубчатых механизмов передач и их применение.

Механизмы трехзвенных зубчатых передач с неподвижными осями. Основные кинематические соотношения. Кинематика (определение передаточного отношения) многоступенчатых зубчатых передач с неподвижными осями. Кинематика многоступенчатых передач с подвижными осями. Аналитические и графические методы определения передаточных отношений.

Особенности кинематического анализа других видов механизмов, используемых в сельскохозяйственных машинах (бесступенчатые передачи замкнутым дифференциалом, коробки скоростей, клиноременные вариаторы, цепные передачи, клиноременные передачи), коэффициент полезного действия планетарных механизмов.

1.4 Синтез зубчатых механизмов

Основная теорема зацепления. Эвольвента, ее свойства и уравнения. Свойства эвольвентного зацепления (постоянство передаточного отношения, линия зацепления, активные участки профилей зубьев, угол зацепления, угол перекрытия).

Геометрические элементы зубчатых колес. Качественные показатели зубчатой передачи (коэффициент перекрытия, удельное скольжение).

Методы изготовления зубчатых колес. Исходный производящий контур. Станочное зацепление зубчатого колеса с инструментальной рейкой. Подрезание зубьев. Минимальное число зубьев без подрезания профиля. Коэффициент смещения исходного производящего контура. Определение геометрических размеров передачи, составленной из колес, нарезанных со смещением исходного

контура. Построение картины эвольвентного зацепления.

1.5 Исследование и синтез кулачковых механизмов

Виды и назначение кулачковых механизмов. Кинематический анализ кулачковых механизмов.

Законы движения толкателя. Угол давления и угол передачи движения. Допустимые критические значения этих углов. Зависимость угла давления от размеров кулачкового механизма (аналитическое определение угла передачи движения). Графическое определение минимального радиуса кулачка. Выбор размера ролика толкателя. Синтез кулачковых механизмов. Учет упругости звеньев при проектировании механизмов.

М-2 Динамическое исследование механизмов и машин

В результате изучения модуля студент должен:

- **знать:** характеристики сил, действующих на звенья механизма, методы кинетостатического исследования механизмов, уравнения движения в форме кинетической энергии и в дифференциальной форме, графический метод исследования с помощью уравнения движения в форме кинетической энергии, расчет маховика, уравнивание механизмов, определение сил трения в кинематических парах;
- **уметь:** определять реакции в кинематических парах и величину уравнивающей силы (момента), рассчитывать момент инерции маховика, определять массы противовесов и силы трения в кинематических парах;
- **иметь навык:** исследования механизмов машин, определения динамических характеристик механизмов и управляемых кинематических цепей; определения параметров механизмов, удовлетворяющих заданным требованиям технологического процесса.

2.1 Динамическое исследование механизмов и машин. Силовой анализ механизмов. Теорема Н.Е. Жуковского о «жестком рычаге»

Основные задачи динамики. Силы, действующие на входные и выходные звенья машинных агрегатов и их характеристика. Механические характеристики. Учет сил инерции звеньев. Условия статической определимости кинематических цепей. Задачи и методы силового анализа механизмов. Силовой анализ структурных группы II класса 1-го, 2-го и 3-го видов.

Силовой анализ начальных звеньев. Теорема Н. Е. Жуковского о «жестком рычаге» и ее применение для определения уравновешивающей силы.

2.2 Динамическая модель механизма. Приведение сил и масс в механизмах. Режимы движения механизмов (три стадии движения)

Динамическая модель механизма. Приведенные силы и приведенные моменты сил. Кинетическая энергия механизма. Приведенная масса и приведенный момент инерции. Примеры определения. Три стадии движения механизмов. Характеристика стадий движения с точки зрения кинематики и динамики.

2.3 Уравнения движения механизма

Уравнение движения в форме закона кинетической энергии. Дифференциальное уравнение движения механизма. Уравнения движения механизмов с несколькими степенями свободы. Исследование движения с помощью уравнения кинетической энергии.

2.4 Неравномерность движения механизмов и машин

Общая постановка задачи. Средняя скорость машины и ее коэффициент неравномерности. Связь между приведенными моментами инерции, приведенными силами и коэффициентом неравномерности движения механизма. Определение момента инерции маховика по диаграмме энергомасс. Назначение и расчет основных размеров махового колеса. Динамические гасители и их назначение.

2.5 Уравновешивание масс механизмов

Действие сил инерции на фундамент и основание машины. Неуравновешенность механизмов и ее виды. Условия уравновешенности механизмов.

Метод замещения масс. Статическое уравновешивание вращающихся звеньев.

Неуравновешенность ротора и ее виды. Статическая и динамическая балансировка роторов. Автоматическая балансировка.

Статическое уравновешивание механизмов тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин: статическое уравновешивание шарнирного четырехзвенного механизма; полное и частичное уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.

Защита человека-оператора и технических объектов от вредного воздействия колебаний. Основные методы виброзащиты. Виброизоляция. Полезное применение

вибрации в технологических процессах сельскохозяйственного производства: транспортировка грузов, очистка зерна от примесей, сортировка картофеля, уплотнение и перемешивание строительных смесей.

2.6 Трение в кинематических парах. Коэффициент полезного действия механизмов

Взаимодействие элементов кинематических пар при относительном движении. Общие сведения о силах трения. Трение в поступательной паре. Трение во вращательной паре. Трение в передачах гибкими звеньями. Трение качения и скольжение в высших парах. Коэффициент полезного действия механизмов. Коэффициент полезного действия при последовательном и параллельном соединении механизмов. Самоторможение.

Требования к курсовому проектированию

Тематика курсового проекта по теории механизмов и машин – «Исследование и синтез механизмов» – полностью соответствует содержанию курса учебной дисциплины «Теория механизмов и машин». Вариативность заданий на курсовое проектирование обеспечивается множеством схем рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов и изменяемыми исходными данными для их расчета и проектирования.

Цель курсового проекта – приобретение навыков самостоятельного решения практических инженерных задач и овладение общими методами исследования и синтеза рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов, применяемых в современном сельскохозяйственном производстве и машиностроении.

В начале курсового проектирования каждому студенту выдается индивидуальное задание установленной формы с указанием тематики, исходных данных, содержания, структуры, сроков выдачи, графика выполнения курсового проекта и сроков сдачи. Задание, утвержденное заведующим кафедрой, подписывает руководитель проекта и студент. Комплекты заданий разрабатываются преподавателями для каждой из учебных групп в отдельности и утверждаются заведующим кафедрой.

Курсовой проект по теории механизмов и машин состоит из 3 листов графической части формата А1 и пояснительной записки в объеме 50-60 листов формата А4.

В первом разделе проекта необходимо произвести структурный, во втором – кинематический, а в третьем – динамический анализ плоского рычажного механизма и для заданного значения коэффициента неравномерности движения произвести расчет и подбор маховика.

В четвертом разделе – спроектировать кулачковый механизм наименьших размеров, обеспечивающий воспроизведение заданного закона движения его выходного звена (толкателя либо коромысла).

В пятом разделе – выполнить картину внешнего эвольвентного зацепления пары прямозубых цилиндрических зубчатых колес с заданными числами зубьев.

В шестом – произвести кинематический анализ заданного зубчатого механизма аналитическим и графическим методами.

Согласно графику выполнения курсового проекта по окончании выполнения каждого этапа проектирования студент представляет руководителю проекта оформленные листы пояснительной записки и соответствующий лист графической части проекта. Правильно выполненные разделы проекта преподаватель подписывает на штампе соответствующего листа графической части.

В соответствии с учебными планами на выполнение курсового проекта по теории механизмов и машин отведено 60 часов (2,0 зачетные единицы).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ, В Т. Ч. НИСПО)

Номер модуля	Номер занятия	Наименование модуля (раздела, темы), занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов						
			всего на модуль, занятия	лекции	практические занятия	управляемая самостоятельная работа студентов	материальное обеспечение занятия	литература	форма контроля знаний
1	2	3	4	5	6	7	8	8	10
М-1		Структурный и кинематический анализ, синтез механизмов	40	18	16	6			
	1.1-1.2	Введение. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов	4	4				[1, 2, 5, 8]	
	1.3	Составление структурных схем и структурная классификация плоских механизмов	2		2			[2, 7, 8]	
	1.4-1.5	Кинематическое исследование рычажных механизмов	4	4				[1, 2, 4, 5, 7, 8]	
	1.6-1.8	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом	6		4	2		[4, 5, 7, 9]	Проверка индивид. заданий
	1.9-1.10	Кинематическое исследование зубчатых механизмов	4	4				[1, 2, 4, 5, 7, 8]	
	1.11	Кинематический анализ зубчатых механизмов	2		2			[2, 5, 7]	
	1.12-1.13	Кинематический анализ одноступенчатых, многоступенчатых и планетарных механизмов	4		2	2		[2, 5, 7]	Проверка индивид. заданий
	1.14-1.15	Синтез зубчатых механизмов	4	4				[4, 6, 8, 9]	
	1.16-1.17	Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки	4		4			[2, 4, 9]	
	1.18	Исследование и синтез кулачковых механизмов	2	2				[2, 4, 6, 9]	
	1.19	Построение кинематических диаграмм движения толкателя	2		2			[2, 4, 6, 9]	
	1.20	Контроль по модулю М-1	2			2		[2, 3, 7]	Проверка конспектов лекций. Контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7	8	8	10
М-2		Динамическое исследование механизмов и машин	32	14	10	8			
	2.1	Динамическое исследование механизмов и машин	2	2				[1, 2, 5, 8]	
	2.2-2.3	Силовой анализ механизмов. Теорема Н.Е. Жуковского о «жестком рычаге»	4	4				[1, 2, 5, 8]	
	2.4	Определение сил инерции звеньев плоских рычажных механизмов	2		2			[1, 2, 5, 8]	
	2.5-2.7	Силовой расчет плоских рычажных механизмов кинестатическим методом	6		6			[1, 2, 4, 5, 7, 8, 9]	
	2.8	Динамическая модель механизма. Приведение сил и масс в механизмах. Режимы движения механизмов (три стадии движения)	2	2				[1, 2, 5, 7, 8]	
	2.9	Определение приведенных сил (моментов) и приведенных масс (моментов инерции) в плоских рычажных механизмах	2		2			[1, 2, 4, 5, 7, 8]	
	2.10	Уравнения движения механизма	2	2				[1, 2, 8]	
	2.11	Неравномерность движения механизмов и машин	2	2				[1, 2, 7, 8]	
	2.12	Определение закона движения звена приведения	2			2		[2, 7]	Проверка индивид. заданий
	2.13	Уравновешивание масс механизмов	2	2				[1, 2, 7, 8]	
	2.14	Статическое и динамическое уравновешивание ротора с известным расположением масс	2			2		[2, 6, 8]	Проверка индивид. заданий
	2.15	Определение КПД винтового и червячного механизмов	2			2		[2, 6]	Проверка индивид. заданий
	2.16	Контроль по модулю М-2	2			2		[2, 3, 7]	Проверка конспектов лекций. Контрольная работа

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ, В Т. Ч. НИСПО)

Номер раздела	Номер занятия	Наименование модуля (раздела, темы), занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов						литература	форма контроля знаний
			всего на модуль, занятия	лекции	практические занятия	управляемая самостоятельная работа студентов	материальное обеспечение занятия			
1		Структурный и кинематический анализ, синтез механизмов	12	6	6					
	1.1	Введение. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов	2	2				[1, 2, 5, 8]		
	1.2	Составление структурных схем и структурная классификация плоских механизмов	2		2			[2, 7, 8]		
	1.3	Кинематическое исследование рычажных механизмов	2	2				[1, 2, 4, 5, 7, 8]		
	1.4	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом	2		2			[4, 5, 7, 9]		
	1.5	Кинематическое исследование зубчатых механизмов	1	1				[1, 2, 4, 5, 7, 8]		
	1.6	Кинематический анализ зубчатых механизмов	2		2			[2, 5, 7]		
	1.7	Исследование и синтез кулачковых механизмов	1	1				[2, 4, 6, 9]		
2		Динамическое исследование механизмов и машин	6	2	4					
	2.1	Динамическое исследование механизмов и машин. Силовой анализ механизмов	6	2	4			[1, 2, 4, 5, 7, 8, 9]		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень практических работ

1. Составление структурных схем и структурная классификация плоских механизмов.
2. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом.
3. Кинематический анализ зубчатых механизмов.
4. Кинематический анализ одноступенчатых, многоступенчатых и планетарных механизмов.
5. Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки.
6. Построение кинематических диаграмм движения толкателя.
7. Определение сил инерции звеньев плоских рычажных механизмов.
8. Силовой расчет плоских рычажных механизмов кинетостатическим методом.
9. Определение приведенных сил (моментов) и приведенных масс (моментов инерции) в плоских рычажных механизмах.
10. Определение закона движения звена приведения.
11. Статическое и динамическое уравнивание ротора с известным расположением масс.
12. Определение КПД винтового и червячного механизмов.

Перечень материального обеспечения занятий

1. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Теория механизмов и машин».
2. Электронный курс лекций по учебной дисциплине «Теория механизмов и машин» с использованием мультимедийных средств обучения.
3. Методические указания для практических занятий и курсового проектирования.
4. Лабораторные установки и приборы:
 - прибор для построения зубьев методом огибания ТММ-42;
 - прибор для определения КПД винтовых пар ТММ-33М;
 - установка для определения КПД червячного редуктора ТММ-39;
 - установка для уравнивания вращающихся масс ТММ-35А;
 - установка для определения приведенного момента инерции механизма экспериментальным методом ТММ-25.
5. Плакаты по всем разделам дисциплины «Теория механизмов и машин».
6. Макеты рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов.

6. Программы для расчета и графических построений на персональных компьютерах.

Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

1. Индивидуальные задания.
2. Задания для контроля по модулям;
3. Вопросы для проведения устного опроса.
4. Вопросы к экзамену.
5. Экзаменационные билеты.
6. Тесты.

Управляемая самостоятельная работа студентов

Самостоятельное решение индивидуальных заданий по темам:

М-1. Структурный и кинематический анализ плоских механизмов:

1. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом.

2. Кинематический анализ зубчатых механизмов.

3. Самостоятельно изучить и законспектировать материал лекции на тему «Исследование и синтез кулачковых механизмов».

М-2. Динамическое исследование механизмов и машин:

1. Определение закона движения звена привода.

2. Статическое и динамическое уравнивание ротора.

3. Определение КПД винтового и червячного механизмов.

4. Самостоятельно изучить и законспектировать материал лекции на тему «Трение в кинематических парах. Коэффициент полезного действия».

Литература

Основная

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учебник для студентов вузов / И. И. Артоболевский. - 8-е изд. - Москва : ЛЕНАНД, 2019. - 640 с.

2. Теория механизмов и машин. Практикум : учебное пособие / А. Н. Орда [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 244 с.

3. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Теория механизмов и машин» для специальностей: 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства; 1-74 06 02 Техническое обеспечение

процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве; 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники / Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ", АМФ, Кафедра теоретической механики и теории механизмов и машин ; сост.: А. Н. Орда [и др.]. - Электронные данные (98 214 312 байт). - Минск : БГАТУ, 2021.

Дополнительная

4. Теория машин и механизмов. Курсовое проектирование : пособие для студентов вузов группы специальностей 74 06 "Агроинженерия" / А. А. Козик [и др.]. - Минск, 2012. - 136 с.

5. Орда, А. Н. Теория механизмов и машин : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 : Основы строения и исследования механизмов / А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, С. В. Алешкевич. – Минск : БГАТУ, 2012. – 144 с.

6. Орда, А. Н. Теория механизмов и машин : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 : Синтез механизмов / А. Н. Орда [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 140 с.

7. Козик, А. А. Теория механизмов и машин в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / А. А. Козик, И. С. Крук. - Минск, 2009. - 220 с.

8. Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и машин : учебник и практикум для прикладного бакалавриата : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / Г. А. Тимофеев ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 430 с.

9. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин : учебно-методическое пособие / БГАТУ, Кафедра теоретической механики и теории механизмов и машин ; [сост.: А. А. Козик, И. С. Крук, А. С. Коротченко]. - Минск, 2006. - 124 с.

10. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин : [учебное пособие] / А. А. Козик [и др.]. - Астана : КАТУ им. С. Сейфуллина, 2013. - 228 с.

11. Смелягин, А. И. Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование : учебное пособие / А. И. Смелягин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

12. Левитский, Н. И. Теория механизмов и машин : учебное пособие / Н. И. Левитский. – 2-е изд. - Москва : Наука, 1990. - 592 с.

13. Попов, С. А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин : учебное пособие / С. А. Попов, Г. А. Тимофеев ; ред. К. В. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1998. - 351 с.

14. Теория механизмов и машин : учебник / К. В. Фролов [и др.] ; под ред. К. Ф. Фролова. - Москва : Высшая школа, 1987. - 496 с.

15. Лачуга, Ю. Ф. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет : учебное пособие / Ю. Ф. Лачуга, А. Н. Воскресенский, М. Ю. Чернов. - Москва : КолосС, 2007. - 304 с.

16. Филонов, И. П. Теория механизмов, машин и манипуляторов : учебное пособие / И. П. Филонов, П. П. Анципорович, В. К. Акулич. - Минск : Дизайн ПРО, 1998. - 656 с.

17. Леонов, И. В. Теория механизмов и машин. Основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности : учебник / И. В. Леонов, Д. И. Леонов ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. - Москва : Юрайт, 2017. - 240 с.

18. Тимофеев, С. И. Теория механизмов и механика машин : учебное пособие / С. И. Тимофеев. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2011. - 349 с.

19. Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 279 с.

20. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов : учебное пособие / Л. А. Борисенко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2011. - 288 с.

Технические нормативно-правовые акты

21. ГОСТ 2.104-2006. Основные надписи : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 2.104-68 ; введ. 2007-03-01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 22 с.

22. ГОСТ 2.301-68. Форматы : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 3450-60 ; введ. 1971-01-01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 8 с.

23. ГОСТ 2.302-68. Масштабы : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 3451-59 ; введ. 1971-01-01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 8 с.

24. ГОСТ 2.303-68. Линии : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 3456-59 ; введ. 1971-01-01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 12 с.

25. ГОСТ 2.703-2011. Правила выполнения кинематических схем : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 2.703-68 ; введ. 2013-11-01. – Минск : Госстандарт, 2013. – 12 с.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Сельскохозяйственные машины	Сельскохозяйственные машины		
Тракторы и автомобили	Тракторы и автомобили		
Машины и оборудование в животноводстве	Технологии и механизация животноводства и переработка сельскохозяйственной продукции		
Машины и оборудование в растениеводстве	Сельскохозяйственные машины		
Детали машин и подъемно-транспортные механизмы	Механика материалов и детали машин		
Детали машин	Механика материалов и детали машин		

Заведующий кафедрой

В.Н. Еднач

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БГАТУ

_____ А.В. Миранович

«___» _____ 20__ г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН на / учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры механики материалов и деталей и машин (протокол № ___ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

В.Н. Еднач

Нормоконтроль:

Начальник ЦНМ и УР

А.А. Бренч

Согласовано:

Декан агро-механического
факультета

В.Б. Ловкис

«__» _____ 202_ г.

Заместитель декана факультета
«Технический сервис в АПК»

А.Л. Вольский

«__» _____ 202_ г.