

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ОД.7 Теория механизмов и машин  
для направления 35.03.06 Агроинженерия профили «Технические системы в  
агробизнесе», «Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции», «Технический сервис в агропромышленном  
комплексе» - академический бакалавриат

квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Факультет агроинженерный

Кафедра прикладной механики

Форма обучения	Всего зач. ед./ часов	Курс	Семестр	Лекции	Семинарские за- нятия	Практические за- нятия	Лабораторные за- нятия	Курсовая работа (проект), (указать семестр)	Самостоятельная работа	Зачет (указать семестр)	Экзамен (указать семестр/часы)
очная	4/144	2	4	40	-	-	34	4	43	-	4/27
заочная	4/144	3	5	10	-	-	8	5	99	-	5/27

Преподаватели: доцент Беляев А.Н.  
доцент Шередекин В.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.03.06 "Агроинженерия" (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России N 1172 от 20.10.2015 г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной механики (протокол № 010118-04 от 17.11.2015 г)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  (Беляев А.Н.)

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 010100-03 от 18.11.2015 г).

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_  (Костиков О.М.)

## 1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Цель изучения дисциплины - изучить общие методы исследования и проектирования схем механизмов, необходимых для создания машин, установок, приборов автоматических устройств и комплексов, отвечающих современным требованиям эффективности, точности, надежности и экономичности.

Задачи изучения дисциплины - дать обучающимся знания о строении основных видов механизмов, кинематических и динамических характеристиках механизмов с жесткими и упругими звеньями и управляемых кинематических цепей, знания о методах определения параметров механизмов по требуемым условиям, методах виброзащиты человека и машин, знания об управлении движением систем механизмов и машин.

Место дисциплины в структуре ОП. Б1.В.ОД.7

Данная дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-3	- способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию	- знать основные виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики; принципы работы отдельных механизмов и их взаимодействие в машине; общие теоретические основы анализа и синтеза механизмов и машин; современную технику измерений кинематических и динамических параметров машин; - уметь находить кинематические и динамические параметры заданных механизмов и машин; определять оптимальные параметры отдельных механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам; производить работы по обоснованию подбора двигателя к рабочей машине; - иметь навыки и /или опыт деятельности: разрабатывать и использовать графическую техническую документацию
ОПК-4	- способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	- знать основные виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики; принципы работы отдельных механизмов и их взаимодействие в машине; общие теоретические основы анализа и синтеза механизмов и машин; современную технику измерений кинематических и динамических параметров машин; - уметь находить кинематические и динамические параметры заданных механизмов и машин; определять оптимальные параметры отдельных механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам; производить работы по обоснованию подбора двигателя к рабочей машине; - иметь навыки и /или опыт деятельности: пользования методами структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин при решении современных инженерных задач

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	- готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	- знать основные виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики; принципы работы отдельных механизмов и их взаимодействие в машине; современную технику измерений кинематических и динамических параметров машин; - уметь находить кинематические и динамические параметры заданных механизмов и машин; определять оптимальные параметры отдельных механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам; - иметь навыки и /или опыт деятельности: проведения натурального и модельного экспериментов методами структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин.

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	всего зач.ед./часов	
	2 курс 4 семестр	3 курс 5 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	4/144	4/144
Контактная работа * обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч.	74	18
Аудиторная работа: **	74	18
Лекции	40	10
Практические занятия	-	-
Семинары	-	-
Лабораторные работы	34	8
Другие виды аудиторных занятий	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.	43	99
Подготовка к аудиторным занятиям	4	10
Выполнение курсовой работы (курсового проекта)	30	30
Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ	-	-
Другие виды самостоятельной работы	9	89
Экзамен/часы	27	27
Вид промежуточного контроля (зачёт, экзамен)	экзамен	экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	СЗ	ПЗ	ЛР	СР
очная форма обучения						
1.	<b>Раздел 1.</b> Введение. Структурный анализ и классификация механизмов.	4	-	-	4	4
2.	<b>Раздел 2.</b> Анализ и синтез зубчатых зацеплений.	8	-	-	10	4
3.	<b>Раздел 3.</b> Исследование кинематики различных типов механизмов.	8	-	-	8	6
4.	<b>Раздел 4.</b> Динамика машин.	8	-	-	8	10
5.	<b>Раздел 5.</b> Трение в механизмах и машинах.	2	-	-	-	3
6.	<b>Раздел 6.</b> Анализ и синтез кулачковых механизмов.	4	-	-	2	5
7.	<b>Раздел 7.</b> Уравновешивание механизмов.	2	-	-	2	5
8.	<b>Раздел 8.</b> Виброзащита и виброустойчивость.	2	-	-	-	3
9.	<b>Раздел 9.</b> Введение в теорию регулирования.	2	-	-	-	3
Всего		40	-	-	34	43
заочная форма обучения						
1.	<b>Раздел 1.</b> Введение. Структурный анализ и классификация механизмов.	2	-	-	2	7
2.	<b>Раздел 2.</b> Анализ и синтез зубчатых зацеплений.	2	-	-	2	15
3.	<b>Раздел 3.</b> Исследование кинематики различных типов механизмов.	2	-	-	2	15
4.	<b>Раздел 4.</b> Динамика машин.	2	-	-	2	19
5.	<b>Раздел 5.</b> Трение в механизмах и машинах.	-	-	-	-	5
6.	<b>Раздел 6.</b> Анализ и синтез кулачковых механизмов.	2	-	-	-	8
7.	<b>Раздел 7.</b> Уравновешивание механизмов.	-	-	-	2	6
8.	<b>Раздел 8.</b> Виброзащита и виброустойчивость.	-	-	-	-	12
9.	<b>Раздел 9.</b> Введение в теорию регулирования.	-	-	-	-	12
Всего		8			10	99

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

#### *Раздел 1. Введение. Структурный анализ и классификация механизмов*

Теория механизмов и машин (ТММ) - научная основа создания новых машин и механизмов для комплексной автоматизации и механизации процессов сельскохозяйственного производства. Место ТММ среди других общенаучных, инженерных и специальных дисциплин. Основные термины дисциплины: машина, механизм, энергетическая машина,

передаточный механизм, машинный агрегат, машина - автомат. История развития науки о механизмах и машинах и роль отечественных ученых в создании научных школ.

Электронно-вычислительная машина. Промышленный робот. Использование ЭВМ в системах управления машинами-автоматами.

Структурный анализ и классификация механизмов

### **1.1. Основы строения машин и механизмов.**

Основные понятия теории механизмов и машин. Звено механизма. Кинематическая пара. Кинематическая цепь.

### **1.2 . Кинематические пары и соединения.**

Классификация кинематических пар и цепей. Низшие и высшие пары. Кинематическое соединение.

### **1.3. Система механизмов.**

Основные виды механизмов, используемых в современном машиностроении; их назначение и особенности.

### **1.4. Структурный анализ механизмов.**

Число степеней свободы механизма. Обобщенные координаты механизма. Структурные формулы плоских и пространственных механизмов. Особенности структуры механизмов, основу которых составляют замкнутые и разомкнутые кинематические цепи. Избыточные связи и местные подвижности, их выявление. Классификация механизмов по Ассуру. Особенности структуры механизмов с.-х. машин. Структурный синтез механизмов без избыточных связей.

### **1.5. Кинематические схемы механизмов.**

Построение схем механизмов с моделями и с натуры машин. Структурные модификации. Виды схем - структурные, кинематические, динамические. Линейный масштаб схемы.

## ***Раздел 2. Анализ и синтез зубчатых зацеплений***

### **2.1. Классификация зубчатых механизмов.**

Рядовые и ступенчатые зубчатые механизмы с неподвижными осями колес. Редукторы, мультипликаторы, коробки передач. Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы. Червячная зубчатая передача. Коническая зубчатая передача. Винтовая и гипоидная передачи. Волновые передачи. Передаточное отношение.

### **2.2. Синтез эвольвентного зацепления.**

Цилиндрическая зубчатая передача. Теория зацепления. Относительное движение звеньев, находящихся в зацеплении. Сопряженные поверхности - взаимоогibaемые кривые. Геометрические элементы зубчатого венца. Модуль зацепления. Шаг зацепления. Определение геометрических параметров (расшифровка) зубчатых колес. Основной закон зацепления. Эвольвента и ее свойства. Уравнение эвольвенты в параметрической форме. Инволютная функция. Эвольвентное зубчатое колесо и эвольвентное зацепление. Линия зацепления. Угол зацепления. Государственная стандартизация зубчатых колес. Цилиндрическая зубчатая передача, составленная из колес с косыми зубьями.

### **2.3. Методы изготовления зубчатых колес.**

Станочное зацепление заготовки с реечным инструментом. Типы зубчатых колес: - нулевое, положительное, отрицательное. Делительная окружность. Смещение исходного про-

изводящего контура. Выбор коэффициентов смещения. Подрезание ножки и заострение головки зуба.

#### **2.4. Качественные показатели зубчатого зацепления.**

Коэффициенты перекрытия, относительных скольжений, удельного давления. Проектирование зубчатой передачи эвольвентного зацепления с учетом качественных показателей и с применением ЭВМ.

#### **2.5. Многозвенные зубчатые механизмы.**

Эпициклические зубчатые механизмы. Планетарные зубчатые механизмы и их синтез. Использование ЭВМ при проектировании планетарных механизмов. Автомобильный дифференциал. Волновые передачи. Аналитические и графические методы определения передаточных отношений сложных многоступенчатых зубчатых механизмов.

#### **2.6. Другие виды зацеплений.**

Передачи, составленные из косозубых колес. Передачи М.Л. Новикова и области их применения. Коническая зубчатая передача, ее геометрический расчет. Червячная передача и особенности ее расчета.

### ***Раздел 3. Исследование кинематики различных типов механизмов***

#### **3.1. Кинематические схемы механизмов.**

Кинематические схемы механизмов машин с.-х. производства. Механизм шарнирного четырехзвенника и его структурные модификации. Кривошипно-ползунный механизм двигателей и рабочих машин. Кулисные механизмы. Механизм универсального шарнира. Двойной универсальный шарнир.

#### **3.2. Задачи кинематического анализа.**

Три задачи кинематики механизмов. Определение положений, скоростей и ускорений звеньев и отдельных точек звеньев. Кинематические характеристики.

#### **3.3. Графоаналитический метод исследования кинематики.**

Метод планов положений, скоростей и ускорений. Масштабы графических построений планов.

#### **3.4. Графический метод исследования кинематики.**

Графические представления периодических зависимостей линейных и угловых перемещений, скоростей и ускорений выходных звеньев по обобщенной координате и времени. Аналоги линейных и угловых скоростей, линейных и угловых ускорений. Графическое дифференцирование и графическое интегрирование. Связь между масштабами графиков.

#### **3.5. Аналитический метод исследования кинематики.**

Аналитические зависимости кинематических параметров звеньев механизмов. Синтез рычажных механизмов с использованием кинематических характеристик.

### ***Раздел 4. Динамика машин***

#### **4.1. Классификация сил, действующих в механизме и машине и их характеристики.**

Движущие силы. Силы полезного (производственного) сопротивления. Силы вредного сопротивления (трения и других непроизводственных сопротивлений). Реакции в кинемати-

ческих парах. Силы инерции. Место сил инерции звеньев в общей классификации сил и в кинетостатических расчетах. Определение результирующих значений сил и пар сил инерции звеньев механизма.

#### **4.2. Силовой (кинетостатический) расчет механизмов.**

Условие статистической определенности механизма и его структурных групп (групп Ассура) при силовом (кинетостатическом) расчете. Общая методика силового расчета. Кинетостатика структурных групп Ассура. Кинетостатика начального звена (кривошипа). Уравновешивающая сила (пара сил). Графоаналитический метод силового расчета механизмов. Планы сил. Определение реакций в кинематических парах и силового нагружения опоры стойки. Определение уравновешивающей силы по методу жесткого рычага проф. Н.Е. Жуковского. Определение мощности двигателя для данной рабочей машины.

#### **4.3. Исследование движения машины с жесткими звеньями.**

Движение машинного агрегата под действием заданных сил. Динамическая схема механизма. Уравнение движения машины в форме кинетической энергии для механической системы. Энергетическая форма. Уравнение движения машины в дифференциальной форме (форма моментов). Три стадии движения машины. Установившееся равновесное и неравновесное движение машины. Цикл установившегося движения механизма. Задачи динамического анализа механизма. Приведение сил и масс в механизме. Приведенные сила и пара сил. Приведенные масса и момент инерции механизма. Ведущее и ведомое звенья механизма. Динамическая модель механизма. Различные виды дифференциальных уравнений динамической модели, возможности их решения. Исследование движения машинного агрегата графоаналитическим методом Виттенбауэра. Аналитические и численные методы решения уравнения движения с использованием ЭВМ.

#### **4.4. Динамика приводов.**

Динамика приводов. Динамическая схема механизма. Три стадии движения машины. Установившееся равновесное и неравновесное движение машины. Цикл установившегося движения механизма. Решение уравнения движения машины с электроприводом, подбор электродвигателя. Динамика переходных режимов движения машин.

Электропривод, гидропривод, пневмопривод механизмов. Типовые схемы приводов. Выбор типа приводов. Характеристики электродвигателей, насосов. Учет сопротивления и потерь в схемах гидро-и пневмопривода.

### ***Раздел 5. Трение в механизмах и машинах***

#### **5.1. Силы трения в кинематических парах.**

Силы трения в кинематических парах в зависимости от характера относительного движения элементов пар. Сухое и жидкостное трение. Силы реакции в кинематических парах при наличии трения.

#### **5.2. Коэффициент трения.**

Факторы, влияющие на коэффициент трения. Угол трения и круг трения в кинематических парах. Равновесие ползуна на наклонной плоскости с учетом сил трения. Клинчатый ползун. Трение в винтовой кинематической паре с прямоугольной и остроугольной нарезкой. Трение во вращательной кинематической паре. Экспериментальное определение приведенного коэффициента трения в подшипниках скольжения и качения. Трение гибкой связи. Условие "чистого" качения и скольжения.

#### **5.3. Коэффициенты полезного действия механизмов машин**



Место сил трения в уравнении передачи работ для периодического движения механизма. Цикловой коэффициент полезного действия механизма. Мгновенный коэффициент полезного действия механизма. КПД отдельных механизмов. КПД машины при различных способах соединения механизмов, входящих в ее состав. Условие самоторможения.

## ***Раздел 6. Анализ и синтез кулачковых механизмов***

### **6.1. Структурные особенности кулачковых механизмов.**

Типы кулачковых механизмов. Кинематический цикл, термины применительно к кулачковому механизму клапанного газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания. Рычажный механизм - структурный аналог кулачкового механизма.

### **6.2. Анализ кулачковых механизмов.**

Определение кинематических характеристик выходного звена графическими методами. Обращение движения (метод инверсии) для определения кинематических характеристик относительного движения подвижных звеньев пары. Обоснование характеристики пружины для силового замыкания высшей пары по графику ускорений толкателя. Угол давления и его роль в силовом анализе механизма.

### **6.3. Синтез кулачковых механизмов.**

Синтез кулачкового механизма по заданному углу давления и закону движения толкателя.

Центровой и действительный профили кулачка. Расчет координат центрального профиля кулачка с использованием программы расчета на ЭВМ. Обоснование выбора закона движения выходного звена - сравнительный анализ. Условие качения ролика и обоснование размера радиуса ролика толкателя.

## ***Раздел 7. Уравновешивание механизмов***

### **7.1. Неуравновешенность механизмов. Статическое и динамическое уравновешивание.**

Неуравновешенность роторов и ее виды. Статическое и полное уравновешивание ротора. Теоретическое обоснование расчетного и экспериментального методов уравновешивания роторов. Экспериментальная проверка расчетного метода уравновешивания ротора. Статическая и динамическая балансировка ротора.

### **7.2. Уравновешенный механизм.**

Статическое уравновешивание масс рычажных механизмов с.-х. машин. Проектирование схем самоуравновешивающихся механизмов. Уравновешивание машины на фундаменте.

## ***Раздел 8. Виброзащита и виброустойчивость***

Неуравновешенные механизмы - источники вибраций в машине. Вредное воздействие вибраций на организм человека. Виброзащита. Виброзащита человека-оператора при работе на машинах с.-х. назначения. Виброизоляция. Динамические виброгасители. Вибрационные транспортеры.

## ***Раздел 9. Введение в теорию регулирования***

### **9.1. Регулирование хода машины при установившемся неравновесном движении.**

Причины неравномерного вращения главного вала (звена приведения) машинного агрегата. Периодические и непериодические колебания угловой скорости. Средняя скорость

машины и коэффициент неравномерности ее движения при установившемся неравновесном движении. Динамический анализ машинного агрегата при установившемся режиме и роль маховика. Определение момента инерции маховика по заданному коэффициенту неравномерности движения. Размеры, масса и место маховика в машине.

### 9.2. Регулирование движения машины при неустановившемся движении.

Механический, конический, прямого действия центробежный регулятор. Диаграмма равновесия регулятора. Степень неравномерности регулятора. Характеристика регулятора. Устойчивость работы регулятора. Степень нечувствительности регулятора. Динамика центробежного регулятора.

### 4.3. Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч	
		форма обучения	
		Очная	Заочная
1.	Введение. Структурный анализ и классификация механизмов. Обзор механизмов по группам.	4	2
2.	Зубчатые передачи. Исследование и проектирование зубчатых механизмов с круглыми цилиндрическими колесами. Угловая коррекция зубьев.	6	1
3.	Эпициклические передачи. Проектирование планетарных передач.	2	1
4.	Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом.	6	1
5.	Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов аналитическим и графическим методами.	2	1
6.	Кинестатика механизмов. Теорема Жуковского.	2	1
7.	Трение в механизмах и машинах.	2	-
8.	Энергетические характеристики механизмов. КПД машин. Приведенные силы, моменты, массы.	2	-
9.	Исследование движения машинного агрегата.	2	1
10.	Проектирование маховых масс.	2	1
11.	Анализ и синтез кулачковых механизмов.	4	1
12.	Уравновешивание механизмов.	2	-
13.	Виброзащита и виброустойчивость.	2	-
14.	Введение в теорию регулирования.	2	-
Всего		40	10

**4.4. Перечень тем практических занятий**

«Не предусмотрено».

**4.5. Перечень тем лабораторных работ**

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объём, ч	
		Форма обучения	
		Полный курс обучения	
		Очная	Заочная
1	2	3	4
1.	Структурный анализ механизмов. Снятие кинематической схемы механизмов	4	2
2.	Подбор чисел зубьев планетарного редуктора на ЭВМ	2	-
3.	Построение эвольвентных профилей зубьев методом огибания	2	1
4.	Расчет кинематических параметров зубчатого эвольвентного зацепления на ЭВМ, определение качественных показателей зацепления	2	-
5.	Определение параметров колеса методом обмера	2	1
6.	Исследование кинематики зубчатых механизмов	2	2
7.	Синтез рычажных механизмов и расчет их кинематических параметров с помощью ЭВМ	4	-
8.	Исследование кинематики механизма универсального шарнира	2	-
9.	Силовой анализ рычажных механизмов	4	-
10.	Определение коэффициента полезного действия планетарной передачи	2	-
11.	Определение момента инерции маховика методом выбега	2	-
12.	Исследование и проектирование кулачковых механизмов на ЭВМ	2	-
13.	Динамическая балансировка ротора	2	2
14.	Экспериментальное исследование кинематики и динамики механизмов и машин	2	-
Всего		34	8

Лабораторные работы по деталям машин и основам конструирования ставят своей основной целью изучение обучающимися реальных элементов деталей машин, экспериментальную проверку теоретических знаний и анализ возможных соответствий (несоответствий) теории и эксперимента.

Для их проведения имеются лаборатория №304, компьютерный класс №104, соответствующее лабораторное оборудование. Лабораторные работы предусмотрены по основным разделам курса детали машин и основы конструирования. В системе дистанционного обучения используются виртуальные лабораторные работы и видеофильмы натуральных ла-

бораторных работ, для реализации которых применяется мультимедийный комплекс.

#### 4.6. Виды самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся при изучении дисциплины складывается из самостоятельной работы на аудиторных занятиях и внеаудиторной самостоятельной работы.

Методическое руководство, консультации и контроль за самостоятельной работой обучающихся организуется в группах преподавателями, ведущими лабораторные занятия, руководящими выполнением курсового проекта и лектором. Самостоятельная работа осуществляется в двух формах: под контролем преподавателя в лаборатории и компьютерном классе и в библиотеке (дома) по материалам основной и дополнительной литературы.

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

1. Систематизация знаний путем проработки пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам, пособиям, специальной литературе, журнальным статьям и справочникам.

2. Изучение вопросов, не читавшихся в лекционном курсе (по рекомендации лектора).

3. Подготовка к лабораторным занятиям в соответствии с предложенными контрольными вопросами через проработку теоретического материала по соответствующей теме.

5. Выполнение курсового проекта.

6. Подготовка к текущему и итоговому контролю.

##### 4.6.2. Перечень тем курсовых проектов

№ п/п	Тема курсового проектирования, курсовой работы
1	Проектирование и исследование механизмов сеного прессы
2	Проектирование и исследование механизмов строгального станка
3	Проектирование и исследование механизмов компрессора
4	Проектирование и исследование механизмов двигателя внутреннего сгорания
5	Проектирование и исследование механизмов прошивочного прессы
6	Проектирование и исследование механизмов соломонабивателя зерноуборочного комбайна
7	Проектирование и исследование механизмов конвейера
8	Проектирование и исследование механизмов картофелекопалки
9	Проектирование и исследование механизмов привода режущего аппарата жатки
10	Проектирование и исследование механизмов прессы
11	Проектирование и исследование механизмов гильотины

Курсовой проект по теории механизмов и машин по своему содержанию охватывает основные разделы курса и является одним из важнейших видов самостоятельного его изучения, способствующего развитию навыков проектирования и всестороннего исследования механизмов и машин, а также закреплению знаний, полученных при изучении теоретического материала.

Задание на курсовой проект является комплексным, предусматривающим проектирование и исследование основных видов механизмов, объединенных в систему какой-либо машины, прибора или устройства.

Задание курсового проекта - выполнить проектирование, структурное, кинематическое и динамическое исследование взаимосвязанных механизмов блочной системы, состоящей из двигателя, передачи, рычажного и кулачкового механизмов и маховика. Функционально-конструктивное название всей системы дается по названию ее главной части - рычажного механизма.

Осуществление задания состоит из выполнения следующих разделов:

1. Геометрический синтез планетарного редуктора и эвольвентного зацепления одной из передач.
2. Структурный анализ, синтез и кинематическое исследование рычажного механизма.
3. Динамический анализ рычажного механизма (силовой расчет).
4. Динамический синтез рычажного механизма по коэффициенту неравномерности хода главного вала (расчет маховика)
5. Проектирование кулачкового механизма.

Проект предусматривает выполнение пяти разделов с оформлением соответственно пяти листов чертежей графической части общего формата А1 и необходимых расчетов в виде текстовой части расчетно-пояснительной записки в объеме до 30 страниц.

На листах изображаются:

1. Картина эвольвентного зацепления одной из передач, кинематическая схема планетарного механизма, картины линейных и угловых скоростей звеньев и точек звеньев планетарного механизма.
2. Планы положений, скоростей и ускорений точек звеньев механизма. Кинематические диаграммы движения заданной точки.
3. План механизма в выбранном к силовому исследованию положении, исследуемые структурные группы, планы сил и “рычаг” Жуковского Н Е.
4. Графики приведенных моментов и работ сил движущих и сил сопротивлений, приращения кинетической энергии, приведенного момента инерции механизма, диаграмма энергомасс и масштабный эскиз маховика.
5. Диаграммы движения толкателя, график определения минимального радиуса кулачка, профиль кулачковой шайбы, построенный методом обращения движения.

В целях обучения обучающихся современным автоматизированным методам расчета и проектирования деталей машин и элементов конструкций в курсовом проектировании по теории механизмов и машин внести следующие элементы:

1. В разделе «Проектирования планетарного механизма и зубчатой передачи»:
  - подбор чисел зубьев планетарного механизма проводить с помощью программы Sint (свидетельство регистрации 2013614305);
  - проверку его работоспособности осуществлять «вручную»;
  - схему планетарного механизма выполнять на листе формата А3 в графическом редакторе Компас;
  - картины линейных скоростей и угловых скоростей не выполнять;
  - геометрический расчет зубчатой передачи и расчет качественных характеристик проводить с использованием программного модуля АРМ Trans автоматизированной системы АРМ Win Machine; схему зубчатого зацепления выполнять с помощью программы Shema с последующей «ручной» доработкой; проверку решений осуществлять по коэффициенту перекрытия, определяемому расчетным и графическим путем.
2. В разделе «Структурный анализ, синтез и кинематическое исследование рычажного механизма»:
  - расчет скоростей точек звеньев механизма и угловых скоростей вращающихся звеньев проводить с использованием программного модуля АРМ Slider автоматизированной системы АРМ Win Machine; план скоростей и ускорений выполнять для одного заданного положения механизма; оценку правильности решения проводить сравнением результатов графоаналитического и компьютерного расчетов;
  - схему рычажного механизма, план скоростей и ускорений выполнять на листе формата А3 в графическом редакторе Компас;

- график перемещений заданной точки механизма, графики скоростей и ускорений получить с использованием программного модуля APM Slider автоматизированной системы APM Win Machine.

3. Динамический анализ рычажного механизма (силовой расчет):

- схему рычажного механизма, схемы групп звеньев, планы сил, «рычаг» Жуковского и план ускорений выполнять на листе формата А3 в графическом редакторе Компас;  
- оценку правильности расчета проводить сравнением значения уравнивающей силы, полученной двумя различными приемами, в виде процентного расхождения.

4. Динамический синтез рычажного механизма по коэффициенту неравномерности хода главного вала (расчет маховика):

- расчет значений приведенных моментов сил сопротивлений и приведенного момента инерции механизма, построение графика приведенного момента и приведенного момента инерции механизма проводить с использованием Microsoft Office Excel и выводить на форматах А4; графики работ сил движущих и сил сопротивлений, приращения кинетической энергии, диаграмму энергомасс построить ручной доработкой полученных распечаток; - масштабный эскиз маховика выполнять на листе формата А4 в графическом редакторе Компас.

5. Проектирование кулачкового механизма:

- диаграммы движения толкателя получить с использованием программного модуля APM Cam автоматизированной системы APM Win Machine в виде распечатки на листе формата А4, график определения минимального радиуса кулачка заменить таблицей расчета в APM Cam;

- профиль кулачковой шайбы получить с использованием программного модуля APM Cam автоматизированной системы APM Win Machine в виде распечатки на листе формата А4 с последующей ручной доработкой и проверкой методом обращения движения.

#### 4.6.3. Перечень тем расчетно-графических работ

«Не предусмотрено».

#### 4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
1.	<b>Раздел 1.</b> Введение. Структурный анализ и классификация механизмов.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 21 - 53. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шередекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 15 - 49.	4	7

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
2.	<b>Раздел 2.</b> Анализ и синтез зубчатых зацеплений.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 54 - 109. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шередекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 50 - 95.	6	15
3.	<b>Раздел 3.</b> Исследование кинематики различных типов механизмов.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 110 - 150.	8	15
4.	<b>Раздел 4.</b> Динамика машин.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 151 - 214. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шередекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 117 - 155.	10	19
5.	<b>Раздел 5.</b> Трение в механизмах и машинах.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 215 - 225. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шередекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 117 - 155.	3	5
1	<b>Раздел 6.</b> Анализ и синтез кулачковых механизмов.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 226 - 264. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шередекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 212 - 250.	5	8

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
7.	<b>Раздел 7.</b> Уравновешивание механизмов.	. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шердекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 265 - 280. 2. Беляев А.Н. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Беляев А.Н., Шердекин В.В., Василенко С.В., Крюков В.И. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. - С. 212 - 250.	5	6
8.	<b>Раздел 8.</b> Виброзащита и виброустойчивость.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шердекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 280 - 307.	3	12
9.	<b>Раздел 9.</b> Введение в теорию регулирования.	1. Беляев А.Н. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ А.Н. Беляев, В.В. Шердекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 308 - 325.	3	12
Всего			47	99

#### 4.6.5. Другие виды самостоятельной работы обучающихся.

1. Проработка отдельных глав теоретического курса с изучением вопросов, не читавшихся в лекционном курсе, не выносившихся на лабораторные и не входящих в курсовой проект (по рекомендации лектора, в том числе и с комментариями по выбору путей освоения разделов курса).

На лекциях указываются разделы тем для самостоятельного изучения, в том числе и с комментариями по выбору путей освоения этих разделов.

2. Выполнение курсового проекта с элементами научных исследований.

3. Выполнение курсового проекта с применением элементов автоматизированного проектирования.

4. Работа обучающихся над изучением отдельных вопросов курса на консультациях под руководством преподавателя.

5. Участие обучающихся в исследовательских и учебно-исследовательских работах кафедры. Освоение имеющихся и разработка новых компьютерных программ по анализу и синтезу различных типов механизмов.

Завершается работа кратким отчетом или докладом на научной студенческой конференции (в том числе тематической).

6. Участие лучших обучающихся в олимпиадах по дисциплине.

Для организации самостоятельной работы и ее контроля составляется график проведения консультаций обучающихся.



**4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме**

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	Лабораторное занятие	Структурный анализ механизмов. Снятие кинематической схемы механизмов	Мозговой штурм	4
2	Лабораторное занятие	Расчет кинематических параметров зубчатого эвольвентного зацепления на ЭВМ, определение качественных показателей зацепления	Метод кейсов (case study)	2
3	Лабораторное занятие	Синтез рычажных механизмов и расчет их кинематических параметров с помощью ЭВМ.	Метод кейсов (case study)	2
4	Лабораторное занятие	Исследование и проектирование кулачковых механизмов на ЭВМ	Мозговой штурм	2
5	Лабораторное занятие	Определение коэффициента полезного действия планетарной передачи	Снежный ком	2
6	Лабораторное занятие	Экспериментальное исследование кинематики и динамики механизмов и машин	Интерактивная экскурсия и групповое обсуждение	2
7	Лекция	Структурный анализ механизмов	Интерактивная экскурсия	2
8	Лекция	Анализ и синтез кулачковых механизмов.	Интерактивная экскурсия	2
9	Лекция	Введение в теорию регулирования.	Интерактивная экскурсия	2

**5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в соответствующем разделе УМК.

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Рекомендуемая литература.

#### 6.1.1. Основная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз. в библи.
1	Беляев А.Н., Шередекин В.В.	Теория механизмов и машин. - Режим доступа: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b80911.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b80911.pdf</a>	УМО по агроинженерному образованию	ВГАУ	2012	200
2	Лачуга Ю.Ф. Воскресенский А.Н. Чернов М.Ю.	Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет	МСХ РФ	М.: КолосС	2008	225
3	Беляев А.Н., Шередекин В.В. Василенко С.В. Крюков В.И.	Лабораторный практикум по теории механизмов и машин - Режим доступа: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60468.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60468.pdf</a>	УМО по агроинженерному образованию	ВГАУ	2009	260
4	Чмиль В. П.	Теория механизмов и машин [электронный ресурс] - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=3183">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=3183</a> >		Москва: Лань,	2012	электронный ресурс

#### 6.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Борисенко Л. А.	Теория механизмов, машин и манипуляторов: Учебное пособие [электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/go.php?id=369685">http://znanium.com/go.php?id=369685</a> .	Москва; Минск: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"	2013
2	Смелягин А. И.	Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование: Учебное пособие [электронный ресурс] - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/go.php?id=389906">http://znanium.com/go.php?id=389906</a> >	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"	2014
3	Беляев А.Н., Попов Е.М.	Анализ и синтез кулачковых механизмов	Воронеж: ВГАУ	2004
4	Беляев А.Н., Шередекин В.В. Климов Г.Д.	Проектирование кулачковых механизмов	Воронеж: ВГАУ	2008

**6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Беляев А.Н. и др.	Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по дисциплине «Теория механизмов и машин»	ВГАУ	2012

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины.**

1. Росстат – <http://www.gks.ru>
2. Всемирная торговая организация – <http://www.wto.org>
3. Организация экономического сотрудничества и развития – <http://www.oecd.org>
4. STANDARD.RU - портал о стандартах <http://www.standard.ru/iso9000>
5. Роспотребнадзор - <http://rospotrebnadzor.ru/news>
6. ISO портал <http://www.iso.staratel.com/ISO>
7. Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ (<http://library.vsau.ru/>)

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет
ЭБС «Znanium.com»	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
ЭБС издательства «Проспект науки»	ООО «Проспект науки»	<a href="http://www.prospektnauki.ru">www.prospektnauki.ru</a>
ЭБС «Национальный цифровой ресурс «РУ-КОНТ»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a>
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnsheb.ru/terminal/">http://www.cnsheb.ru/terminal/</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Электронный архив журналов зарубежных издательств	НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru/">http://archive.neicon.ru/</a>
Национальная электронная библиотека	Российская государственная библиотека	<a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>

**6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (\*).****6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Лабораторные занятия, лекции	PowerPoint, Word, ИСС "Кодекс"/"Техэксперт"			+
2	Самостоятельная	Internet Explorer,			+

	работа	КОМПАС, АРМ Win-Machine Microsoft Excel, ИСС "Кодекс"/"Техэксперт"			
3	Самостоятельная работа	eLearning server	+	+	+
4	Промежуточный контроль	АСТ-Тест	+		

### 6.3.2. Аудио- и видеопособия.

№ п/п	Вид пособия	Наименование
1.	Видеоролики	Видеофильмы лабораторных работ

### 6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов.

№ п/п	Наименование	Тип
1	Введение. Структурный анализ	Презентация Microsoft Power Point
2	Исследование и проектирование зубчатых механизмов	Презентация Microsoft Power Point
3	Эпициклические передачи	Презентация Microsoft Power Point
4	Кинематический анализ плоских механизмов	Презентация Microsoft Power Point
5	Динамика машин	Презентация Microsoft Power Point
6	Уравнение движения машины	Презентация Microsoft Power Point
7	Расчет маховика	Презентация Microsoft Power Point
8	Уравновешивание машин	Презентация Microsoft Power Point
9	Трение в механизмах и машинах	Презентация Microsoft Power Point
10	Анализ и синтез кулачковых механизмов	Презентация Microsoft Power Point
11	Основы теории центробежного регулятора	Презентация Microsoft Power Point

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	Лекционные аудитории (№109 м.к., №218 м.к., аудитории главного корпуса и модуля)	№109 м.к. и №218 м.к., а также аудитории главного корпуса и модуля, оснащенные: - видеопроекционным оборудованием для презентаций; - средствами звуковоспроизведения; - экраном; - выходом в локальную сеть и Интернет. Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин.
2.	Аудитория для проведения лабораторных и	Комплект зубчатых колес Установка для определения КПД планетарного редуктора

	практических занятий (№305 м.к.)	<p>Установка для определения КПД винтовой пары.</p> <p>Комплект настольных макетов рычажных механизмов</p> <p>Комплект настольных моделей универсальных одинарных шарниров</p> <p>Комплект настольных моделей и образцы рядовых, ступенчатых, планетарных и дифференциальных зубчатых передач</p> <p>Установка ТММ-44 для экспериментального исследования кинематики и динамики машин</p> <p>Натурные разрезы зубчатых и рычажных механизмов</p> <p>Приборы ТММ-42 для модельного нарезания зубчатых колес методом огибания</p> <p>Установка на маятниковом подвесе ТММ-1 для динамической балансировки ротора</p> <p>Установка для определения момента инерции маховика методом выбега</p> <p>Штангенциркули, тензометры, индикаторные головки, линейки, микрометры.</p>
3.	Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации (№219 м.к. и №321 м.к.)	15 компьютеров в каждой аудитории с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3
4.	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. №305 м.к.)	компьютер, принтер
5.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (№219 м.к. и №321 м.к., читальный зал ауд. 232а, читальный зал научной библиотеки)	50 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, профессиональным базам данных ИСС "Кодекс"/"Техэксперт", Гарант, Консультант+, Компас, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу.
6.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (лаборантские ауд. №306 м.к., отдел оперативного обеспечения учебного процесса ауд. 118а)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- компьютер, сканер, принтер;</li> <li>- специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники</li> </ul>

## 8. Междисциплинарные связи

**Протокол**  
согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Физика	Физики	согласовано	
Теоретическая механика	Высшей математики и теоретической механики	согласовано	
Надежность и ремонт машин	Технического сервиса и технологии машиностроения	согласовано	
Тракторы и автомобили	Тракторов и автомобилей	согласовано	



