

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры  
  
И. В. Ярмоленко  
« 20 » \_\_\_\_\_ 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС  
  
А. В. Белоусов  
« 20 » \_\_\_\_\_ 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

Системы автоматизированного проектирования

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023 от 14 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

Д. А. Бушуев  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5. Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил	ОПК-5.1. Разрабатывает нормативно-техническую документацию при проектировании роботизированных систем	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> о современных тенденциях развития методов, средств и систем автоматизированного проектирования; классификацию систем автоматизированного проектирования (САПР), состав нормативно-технической документации при проектировании роботизированных систем <b>Уметь:</b> использовать методы автоматизированного проектирования при документировании роботизированных систем <b>Владеть:</b> средствами автоматизированного проектирования при решении задач проектирования мехатронных и роботизированных систем
	ОПК-9. Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.1. Использует системы автоматизированного проектирования для разработки нового технологического оборудования	<b>Знать:</b> принципы действия и характеристики типовых узлов технологического оборудования <b>Уметь:</b> применять методы автоматизированного проектирования для разработки и исследования нового технологического оборудования <b>Владеть:</b> навыками использования систем автоматизированного проектирования при разработке нового технологического оборудования

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.1. Организовывает разработку алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием с применением систем автоматизированного проектирования	<b>Знать:</b> назначение и характеристики используемых в процессе проектирования современных систем CAD/CAE <b>Уметь:</b> разрабатывать виртуальные прототипы элементов и узлов мехатронных систем и проводить совместное моделирование динамики систем автоматики и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР; <b>Владеть:</b> методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием компьютерных средств инженерного анализа

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-5.** Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы автоматизированного проектирования

**2. Компетенция ОПК-9.** Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы автоматизированного проектирования
2	Методология проектно-конструкторских разработок
3	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика

**3. Компетенция ОПК-11.** Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы автоматизированного проектирования
2	Специализированное программное обеспечение робототехнических систем
3	Проектирование робототехнических систем
4	Методы контроля и диагностики робототехнических систем

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
лекции	17	17
лабораторные	51	51
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
курсовой проект		
курсовая работа	36	36
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	72
экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
<b>1. Основы систем автоматизированного проектирования</b>					
	Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР. Современные тенденции развития методов, средств и систем автоматизированного проектирования. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования, назначение и характеристики, используемых в процессе проектирования современных систем инженерного анализа	2			6
<b>2. Современное программное обеспечение САПР</b>					
	CAD/CAE/CAM системы. Технологии интеграции CAD и CAE. Математические основы. Основы проектирования РТС и РТК с использованием САПР.	6			6
<b>3. Методы кинематического, конечно-элементного и динамического анализа сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования.</b>					
	Разработка модели РТС в САПР. Подготовка 3D модели деталей и узлов в САД системе и определение характеристик. Импорт модели в среду для кинематического и динамического анализа на основе САЕ системы. Устранение избыточности, задание зависимостей и ограничений. Определение динамических характеристик. Создание приводов и анализ линейной динамики. Добавление нелинейных эффектов, гибких звеньев в механических звеньях и сравнение результатов с линейными моделями. Совместное моделирование механических объектов с системами управления.	5		20	82
<b>4. Применение САПР для проектирования мехатронных и робототехнических систем в целом</b>					
	Изучение САПР категории CADD (Computer Aided Design and Drafting). Назначение и возможности. Создание принципиальных схем. Создание проекта, назначение каталожных данных. Создание кабелей и проводов, перекрестных ссылок, отчетов, собственных УГО, работа со свойствами проекта. Создание	4		28	36

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
	монтажной панели.				
	<b>ВСЕГО</b>	17		51	108

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<i>семестр №2</i>				
1.	4	Формирование технической документации по проекту автоматизации в САПР	28	36
2.	2	Оптимизация нагрузок в кривошипно-ползунном механизме в составе помольно-смесительного агрегата с автоматической балансировкой	6	9
3.	2	Создание виртуального прототипа привода постоянного тока с системой управления	6	9
4.	3	Создание и исследование параметрической модели платформы гексапода	6	9
5.	3	Разработка виртуального прототипа робототехнической системы в CAD\CAE системах и исследование ее динамики	5	9
<b>ИТОГО:</b>			<b>51</b>	<b>72</b>

#### 4.4. Содержание курсовой работы

Курсовая работа посвящена разработке и исследованию динамики виртуального прототипа мехатронной или роботизированной системы с системами автоматического управления.

Цель курсовой работы заключается в исследовании влияния нелинейных явлений на динамику систем управления.

Задача выполнения курсовой работы заключается в разработке виртуального прототипа мехатронной или роботизированной системы с детальной проработкой нелинейных явлений и оценку их влияния на динамику системы управления при совместном моделировании динамики.

В курсовой работе студенты выполняют анализ и (или) синтез системы управления мехатронной или роботизированной системы.

Курсовая работа должна носить творческий характер, использовать результаты учебно-исследовательской работы студента и самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины. Курсовая работа состоит из пояснительной записки объемом 25-30 листов рукописного или машинописного текста. В графическую часть входят отображение в графической форме полученных технических результатов и характеристик.

В пояснительной записке приводится описание проектируемого прототипа, постановка задачи анализа и (или) синтеза, основные расчеты, список используемой литературы.

#### **Тематика курсовых работ:**

1. Построение и исследование виртуального прототипа мобильного робота
2. Построение и исследование виртуального прототипа портальной системы
3. Построение и исследование виртуального прототипа мехатронного устройства подачи заготовок на зигочный станок
4. Построение и исследование виртуального прототипа оснастки для манипулятора
5. Построение и исследование виртуального прототипа мехатронного устройства
6. Построение и исследование виртуального прототипа элементов экзоскелета
7. Построение и исследование виртуального прототипа электропривода постоянного тока, функционирующего под различной механической нагрузкой

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

#### **5.1. Реализация компетенций**

**1. Компетенция** ОПК-5. Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-5.1. Разрабатывает нормативно-техническую документацию при проектировании роботизированных систем	Защита лабораторных работ, экзамен

**2. Компетенция** ОПК-9. Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-9.1. Использует системы автоматизированного проектирования для разработки нового технологического оборудования	Защита лабораторных работ, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, экзамен

**3. Компетенция** ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-11.1. Организует разработку алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием с применением систем автоматизированного проектирования	Защита лабораторных работ, текущий контроль, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, экзамен

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень типовых вопросов и заданий для экзамена

#### ОПК-5

1. Построить принципиальную и монтажную схему реверсивного дистанционного пуска 3-х фазного асинхронного двигателя
2. Построить монтажную схему шкафа управления
3. Разработать клеммный блок
4. Построить схему силового питания элементов
5. Создать собственное условно-графическое изображения элемента

#### ОПК-9

6. Собрать механическую модель манипулятора с тремя степенями свободы
7. Получить нагрузочные характеристики приводов механических систем
8. Построить модель аксиального кривошипно-ползунного механизма
9. Построить модель механизма пантографа
10. Реализовать модель неуравновешенного ротора на упругих опорах
11. Реализовать линейный актуатор с электроприводом
12. Решить задачу статики в теоретической механике при помощи системы инженерного анализа MSC.Adams. Верифицировать ее с теоретическими расчетами
13. Решить задачу кинематики\динамики в теоретической механике при помощи системы инженерного анализа MSC.Adams. Верифицировать ее с теоретическими расчетами

14. Запрограммировать движение модели манипулятора в соответствии с заданным законом изменения положения рабочего органа

#### **ОПК-11**

15. Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР.
16. Современные тенденции развития методов, средств и систем автоматизированного проектирования.
17. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах.
18. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования.
19. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования.
20. Назначение и характеристики, используемых в процессе проектирования современных систем инженерного анализа.
21. Современное программное обеспечение САПР. CAD/CAE/CAM системы. Технологии интеграции CAD и CAE. Математические основы.
22. Основы проектирования технических объектов с использованием САПР.

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы**

#### **ОПК-11**

1. Какие нелинейные эффекты моделируются в механической части виртуального прототипа?
2. Какие показатели качества изменились при учете нелинейных эффектов?
3. Как учитываются полученные результаты при синтезе системы управления?
4. Учитывалась ли податливость деталей?
5. Какие нелинейные эффекты не были учтены при моделировании?
6. Насколько влияет моделирование механических нелинейностей на время счета?
7. Какие характеристики получены в процессе проектирования?
8. Для чего производился их расчет?
9. Как система управления взаимодействует с моделью, задающую механику?
10. Какой должен быть максимальный коммуникационный период для полученной модели? И как его можно определить?

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Формирование технической документации по проекту автоматизации в САПР (ОПК-5)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите общий алгоритм разработки проектной документации в системе Autodesk Autocad Electrical Professional</li> <li>2. Из каких документов состоит проектная документация по автоматизации?</li> <li>3. Сформулируйте два подхода к решению задачи выбора характеристик технических средств.</li> <li>4. Какие существуют способы формирования табличных документов? В чем их отличия?</li> <li>5. Зачем нужны провода и кабели в Autocad Electrical? Как они создаются?</li> <li>6. Зачем создается собственное УГО?</li> <li>7. Какие существуют атрибуты компонентов?</li> <li>8. Как создать собственное УГО? Опишите последовательность действий</li> <li>9. Какая принята в Autocad Electrical структура имени файла для УГО?</li> <li>10. Как и для чего назначаются каталожные данные?</li> <li>11. Что такое многозвенные цепи?</li> <li>12. Какие этапы жизненного цикла продукции позволяет автоматизировать Autodesk Autocad Electrical Professional?</li> <li>13. Как изменить тип семейства при размещении компонента?</li> <li>14. Как добавить новый цвет в таблицу БД кабелей?</li> <li>15. Реализуйте участок схемы</li> <li>16. Как создается монтажная панель?</li> <li>17. Для чего предназначен редактор клемм, и как с ним работать?</li> <li>18. Когда необходимо создавать клеммы вручную?</li> <li>19. Как создать нулевую шину из клемм?</li> </ol>
2	Оптимизация нагрузок в кривошипно-ползунном механизме в составе помольно-смесительного агрегата с автоматической балансировкой (ОПК-9)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Место технологии виртуального прототипирования в жизненном цикле производства продукции</li> <li>2. Каков общий алгоритм разработки виртуального прототипа механических систем?</li> <li>3. Зачем нужны системы автоматической балансировки?</li> <li>4. Какие процессы вы моделировали и зачем?</li> <li>5. Опишите общую последовательность действий при осуществлении моделирования</li> <li>6. Как вы решали задачу оптимизации?</li> <li>7. Какой вид математической модели вы получили?</li> <li>8. Как проводится верификация виртуальных прототипов?</li> <li>9. Какие системы виды автоматических систем могут быть использованы для автоматической балансировки?</li> <li>10. Как работает помольно-смесительный агрегат с автоматической балансировкой?</li> </ol>
3	Создание виртуального прототипа привода постоянного тока с системой управления (ОПК-11)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите принцип действия двигателя постоянного тока</li> <li>2. Выведите математическую модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением</li> <li>3. Каков общий алгоритм разработки виртуального прототипа электродвигателя в среде MSC.Adams и</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>Simulink?</p> <p>4. Какие модули среды MSC.Adams использовались в лабораторной работе, для чего и каким образом?</p> <p>5. Какие процессы вы моделировали и зачем?</p> <p>6. Опишите общую последовательность действий при осуществлении моделирования</p> <p>7. Как осуществляется совместное моделирование динамики механических объектов с системами управления? Что дает такой подход?</p> <p>8. Как проводилась верификация полученного виртуального прототипа?</p> <p>9. Как используется технология виртуального прототипирования при разработке теоретических моделей производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний</p> <p>10. Какие нелинейные явления и эффекты учитываются в построенных моделях? Как они влияют?</p> <p>11. Где могут использоваться в дальнейшем полученные компьютерные модели?</p> <p>11. Какой вид математической модели вы получили?</p>
4	Создание и исследование параметрической модели платформы гексапода (ОПК-11)	<p>1. Сколько степеней подвижности имеет гексапод?</p> <p>2. Где используются гексаподы?</p> <p>3. Что такое параметрическая модель и в чем ее достоинства?</p> <p>4. Какие существуют задачи оптимизации гексапода?</p> <p>5. Что такое функция LOC_RELATIVE_TO?</p> <p>6. Какие задачи динамики решались в лабораторной работе?</p> <p>7. Задайте модель гексапода с другим расположением приводов</p>
5	Разработка моделей узлов манипулятора в CAD\CAE системах (ОПК-11)	<p>1. Опишите последовательность создания модели робота в среде MSC Adams</p> <p>2. Приведите последовательность построения модели робота с применением Autodesk Inventor</p> <p>3. Постройте 3D-модель многозвенного манипулятора в одной из сред моделирования</p> <p>4. Постройте 3D-модель мобильного робота в одной из сред моделирования</p> <p>5. В чем отличие CAD и CAE систем?</p> <p>6. Для чего решается прямая и обратная задача кинематики манипулятора?</p> <p>7. Какие методы решения обратной задачи кинематики вы знаете?</p> <p>8. Какие методы планирования траекторий движения рабочего органа манипулятора вы знаете?</p> <p>9. Как получаются нагрузочные характеристики приводов звеньев манипулятора?</p> <p>10. Как используется технология виртуального прототипирования при разработке мехатронных и робототехнических систем?</p> <p>11. Как осуществляется связь при расчете механической модели с системой управления?</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		12. Как верифицируются полученные компьютерные модели манипуляторов?

В качестве текущего контроля (устного опроса) на лекциях используются вопросы с выбором варианта ответа.

### Типовые вопросы для текущего контроля

1. **При математическом моделировании в качестве объекта моделирования выступают...**
  - а) графики переходного процесса, описывающие объект по уравнениям;
  - б) исходные уравнения, представляющие математическую модель объекта;
  - в) процессы, протекающие в математической модели.
2. **Что такое физическое моделирование?**
  - а) метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на математических моделях;
  - б) метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии;
  - в) метод математического изучения различных физических явлений, основанный на их математическом подобии.
3. **Как расшифровывается аббревиатура САПР?**
  - а) система автоматизированного производства;
  - б) система автоматизированного проектирования;
  - в) системный анализ производства.
4. **Выберите верный вариант ответа. CAD (Computer-Aided Design) – это:**
  - а) система управления проектными данными;
  - б) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства;
  - в) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации.
5. **Выберите верный вариант ответа. CAM (Computer-Aided Manufacturing) – это:**
  - а) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации;
  - б) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
  - в) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства.
6. **Выберите верный вариант ответа. CAE (Computer-Aided Engineering) – это:**

- а) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
- б) система управления проектными данными;
- в) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации.

**7. Выберите верный вариант ответа. PDM (Product Data Management) – это:**

- а) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
- б) система управления проектными данными;
- в) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства.

**8. Программное обеспечение MSC Adams относится к**

- а) САД системам;
- б) САМ системам;
- в) САЕ системам;
- г) решениям в области PLM;
- д) решениям в области PDM.

**9. В среде MSC Adams используются уравнения движения механических тел составленные на основе**

- а) принципа Даламбера;
- б) уравнений Эйлера-Лагранжа;
- в) теоремы об изменении кинетической энергии;
- г) всего вышеперечисленного;

**10. Какие из этапов проектирования реальных РТК в среде MSC Adams являются обязательными**

- а) Построение модели механической системы, которая включает перемещающиеся части, шарниры, податливые связи и приложенные силы.
- б) Тестирование, моделируя движение модели в соответствие с физическим действием.
- в) Подтверждение модели, сравнивая физические экспериментальные данные с результатами виртуального моделирования.
- г) Усложнение модели так, чтобы виртуальные расчетные данные соответствовали физическим экспериментальным данным.
- д) Оптимизация конструкции, чтобы найти лучшую комбинацию конструктивных параметров для достижения максимальных эксплуатационных показателей.
- е) Автоматизация шагов процесса проектирования для быстрого испытания различных вариантов конструкции.

**11. С помощью ПО MSC Adams можно (выбрать лишнее)**

- а) решить прямую задачу кинематики манипулятора;
- б) решить обратную задачу кинематики манипулятора;
- в) исследовать непрерывные системы управления;

г) проводить анализ чувствительности конструкции к различным изменениям.

## 12. Выберите возможности Adams View?

- а) построение твердотельной модели;
- б) выполнение интегрирования уравнений движения;
- в) определение расстояний между объекта в процессе расчета;
- г) создание функциональных измерителей.

## 13. С каким шагом интегрируются уравнения при совместном моделировании

- а) С переменным, максимальное значение которого устанавливается параметром Communication Interval
- б) С фиксированным, максимальное значение которого устанавливается параметром Communication Interval
- в) Можно изменить в настройках соответствующих программ

## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение использовать современные САД/САЕ системы при проектировании и изготовлении деталей и узлов
	Умение разрабатывать детализированные виртуальные прототипы сложных механических систем и проводить совместное моделирование систем автоматизации и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР
	Использовать методы автоматизированного проектирования при документировании роботизированных систем
Навыки	Владеть методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием компьютерных систем инженерного анализа
	Владеть навыками работы с САПР для решения задач проектирования задач проектирования мехатронных и роботизированных систем

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительным и знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать современные CAD/CAE системы при	Не умеет использовать современные CAD/CAE системы при	Умеет использовать только отдельные возможности современных	Умеет использовать базовые возможности современных	Умеет использовать некоторые продвинутые возможности

проектировании	проектировании	CAD/CAE системы при проектировании	CAD/CAE системы при проектировании	современных CAD/CAE системы при проектировании
Умение разрабатывать детализированные виртуальные прототипы сложных механических систем и проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР	Не умеет разрабатывать детализированные виртуальные прототипы сложных механических систем и проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР	Умеет разрабатывать виртуальные прототипы простейших механических систем	Умеет разрабатывать виртуальные прототипы простейших механических систем и проводить совместное моделирование типовых систем автоматики и механических систем	Умеет разрабатывать детализированные виртуальные прототипы сложных механических систем и проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем в рамках выполнения инженерного анализа при помощи САПР
Умение использовать методы автоматизированного проектирования при документировании роботизированных систем	Не умеет использовать методы автоматизированного проектирования при документировании роботизированных систем	Использует методы автоматизированного проектирования при документировании отдельных элементов роботизированных систем	Использует методы автоматизированного проектирования при документировании простых роботизированных систем	Использует методы автоматизированного проектирования при документировании и элементарных роботизированных систем

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием	В принципе не понимает как использовать методы автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием компьютерных	Имеет поверхностное представление о том как используется методы автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с	Владеет базовыми методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием компьютерных систем	Владеет охватываемыми учебной программой методами автоматизированного проектирования, кинематического и динамического анализа сложных технических систем с использованием

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
М компьютерных систем инженерного анализа	систем инженерного анализа	использованием компьютерных систем инженерного анализа	инженерного анализа	компьютерных систем инженерного анализа
Владение навыками работы с САПР для решения задач проектирования мехатронных и роботизированных систем	В принципе не понимает как использовать САПР для решения задач проектирования мехатронных и роботизированных систем	Имеет поверхностное представление о том как используется САПР для решения задач проектирования мехатронных и роботизированных систем в целом или отдельных узлов и агрегатов	Владеет навыками работы с САПР для решения несложных задач проектирования мехатронных и роботизированных систем в целом или отдельных узлов и агрегатов	Владеет навыками работы с САПР для решения задач проектирования мехатронных и роботизированных систем в целом или отдельных узлов и агрегатов

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления УК 4, № 231	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, ноутбук; проектор с переносным экраном; 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет; стенд для исследования мобильных роботов, шкаф автоматизации лабораторной установки для изучения САР уровня
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017

2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	MathWorks	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 бессрочная

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012. 608 с. (5 экз.)

2. Бушуев, Д.А. Лабораторный практикум по курсу «Системы автоматизированного проектирования»: учебное пособие [электронный ресурс] / Д.А. Бушуев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 97 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Book/LoadPdfReader/2018112016133775500000652581>

3. Булгаков А. Г. Автоматизация и роботизация строительства / Инфра-М. 2013. (1 экз.)

4. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2765](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765).

5. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке / Лань. 2011 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1804](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1804).

6. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие /. – СПб. : Лань, 2012. – 608 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM)

7. Коровин, Б. Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами : учеб. пособие для вузов / Б. Г. Коровин, Г. И. Прокофьев, Л. Н. Рассудов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 352 с.

8. Шипов Д.Н. «Начальные шаги работы с ADAMS/View. Обучающее руководство». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 58 стр.

9. Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Г. Козырев. - М. : КНОРУС, 2011. - 488 с.

10. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. - М. : Машиностроение, 1990. - 415 с.

11. Технологические основы гибких производственных систем: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ В. А. Медведев, В. П. Вороненке, В. Н. Брюханов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева.— 2-е изд., испр.— М.: Высш. шк., 2000.— 255с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР. [Электронный ресурс] / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2017. – 196 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90060> – Загл. с экрана.

2. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР. [Электронный ресурс] / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2017. – 196 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90060> – Загл. с экрана.

3. Семикопенко И. А. Механизация и роботизация строительства / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2009 (5 экз.).

4. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ). 2016 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22407>.

5. Каляев И.А., Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В. Интеллектуальные роботы / Машиностроение. 2007. [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=769](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=769).

6. Сольницев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольницев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 415 с.

7. Иванов А.А. «MSC.Adams: Теория и элементы виртуального конструирования и моделирования». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 97 с

8. Феоктистов М.Н. «Моделирование динамических эффектов управляемости автомобиля с использованием программных пакетов MSC.Adams и MSC.Nastran». – Нижний Новгород.: MSC Software Corp, 2004. – 40 с

9. Буров А.Г. «Совместное использование вычислительных пакетов MSC.Adams и MATLAB». – Санкт-Петербург.: MSC Software Corp, 2004. – 43 стр.

10. Георгиев А.Ф. «Моделирование динамических систем с помощью MSC.Adams и MSC.EASY5» – М.: MSC Software Corp, 2005. – 29 стр.

11. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1988 г. — 392 с.

## **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека

2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова
8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В. Г. Рубанов  
подпись ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ И.В. Ярмоленко  
подпись ФИО