

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.06**

**Динамический анализ конструкций, механизмов и машин**

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **13** Основы конструирования машин

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного производства

Уровень образования: Магистратура

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	<b>Всего</b>	<b>324</b>		
	Аудиторные занятия	<b>48</b>		
	Лекции	16		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	32		
	Самостоятельная работа	<b>240</b>		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2		
	Зачет			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>9</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очное		<b>9</b>								
Очно-заочное										
Заочное										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № m150402-12\_20

Кафедра-разработчик: Основы конструирования машин

Заведующий кафедрой: Варганов В.О.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области динамического анализа конструкций, механизмов и машин, изучить основы динамического анализа конструкций.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть возможности современных пакетов автоматизированного проектирования для динамического анализа конструкций, механизмов и машин;
- Раскрыть принципы динамического анализа конструкций, механизмов и машин;
- Продемонстрировать особенности применения систем автоматизированного проектирования для динамического анализа конструкций, механизмов и машин.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
ПК - 20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Основные принципы создания математических и физических моделей. Уметь: 1) Разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере. 2) Разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов Владеть: 1) Основными принципами динамического моделирования и анализа конструкций, механизмов и машин в программе Autodesk Inventor		
ПК - 23	способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: Средства автоматизированного проектирования позволяющего Уметь: 1) Анализировать патентную базу и формировать список обзора типовых решений. 2) Подготовить техническое задания на разработку проектных решений. 3) Разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий Владеть: 4) Навыками работы с различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения.		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Основные принципы создания математических и физических моделей</b>			
Тема 1. Разработка физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	10		
Тема 2. Выбор объекта для исследования и поиск его аналогов. Анализ патентной базы и формирование обзора типовых решений.	20		
Тема 3 Обзор программного обеспечения для динамического моделирования и анализа конструкций, механизмов и машин. Возможности программы Inventor для обеспечения представленных задач.	10		
Тема 4 Подготовка технического задания (ТЗ) с целью усовершенствования объекта исследования на основе выявленных недостатков.	20		
Тема 5 Изучения динамического моделирования механизмов и машин в программе Autodesk Inventor в соответствии с ТЗ.	10		
Тема 6. Анализ конструкций механизмов и машин в программе Autodesk Inventor в соответствии с ТЗ.	19		
Текущий контроль 1 (опрос)	1		
<b>Учебный модуль 2. Методики и организация проведения эксперимента с анализом их результатов</b>			
Тема 7. Использование устройств графического ввода. Симулятор	20		
Тема 8. Конструирование рабочих условий в программе Inventor	10		
Тема 9. Добавление к физической модели сил трения и скользящего соединения.	20		
Тема 10. Экспорт в АМКЭ	10		
Тема 11. Публикация результатов в Inventor Studio	20		
Тема 12. Движение механизмов с учётом нагрузки в сборке	20		
Тема 13. Изучение степеней свободы в сборке	10		
Тема 14. Текущий контроль 2 (опрос)	10		
Тема 15. Автоматическое преобразование зависимостей	18		
Тема 16. Добавление шарнирного соединения	20		
Тема 17. Построение 2D контакта	10		
Тема 18. Добавление пружины, амортизатора и домкрата	10		
Тема 19. Создание силы тяжести	19		
Текущий контроль 2 (опрос)	1		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>324</b>		

**3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

**3.1. Лекции**

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	2				
3	2	2				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
7	2	2				
8	2	2				
9	2	2				
10	2	2				
11	2	2				
12	2	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>16</b>				

### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование И форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Практическое занятие. Выбор объекта для исследования и поиск его аналогов. Анализ патентной базы и формирование обзора типовых решений.	2	6				
4	Подготовка технического задания (ТЗ) с целью усовершенствования объекта исследования на основе выявленных недостатков.	2	2				
5	Практическое занятие. Изучения динамического моделирования и анализа конструкций механизмов и машин в программе Autodesk Inventor в соответствии с ТЗ.	2	8				
6	Практическое занятие. Изучение степеней свободы в сборке	2	2				
13	Практическое занятие. Движение механизмов с учётом нагрузки в сборке	2	2				
14	Текущий контроль 2 (опрос) Методики и организация проведения эксперимента с анализом их результатов	2	2				
15	Практическое занятие. Автоматическое преобразование зависимостей	2	2				
16	Практическое занятие. Добавление шарнирного соединения.	2	2				
17	Практическое занятие. Построение 2D контакта.	2	2				
18	Практическое занятие. Добавление пружины, амортизатора и домкрата	2	2				
19	Практическое занятие. Создание силы тяжести	2	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>32</b>					

### 3.3. Лабораторные занятия

не предусмотрено

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2	Опрос	2	2				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	60				
Подготовка к опросам	2	20				
Подготовка к практическим занятиям	2	160				
Подготовка к экзамену	2	36				
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>240+36</b>				

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий  
не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная  балльно-рейтинговая

#### 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Журбенко П., Гузненков В. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей: учебное пособие. – Litres, 2014.
2. Юдин К.А. Автоматизация проектирования с применением Autodesk Inventor 2012 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Юдин К.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 129 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28870>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

3. Электронные учебные пособия по Autodesk INVENTOR - <http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2015/RUS/>
4. Autodesk University Russia 2014 Autodesk. - <http://www.autodesk.ru>

##### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы соответствует рекомендуемой литературе (п. 8.1. а, б)

##### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс].  
URL: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system)
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт» - <http://docs.cntd.ru>

##### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. Autodesk Inventor 2015

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

1. Класс с мультимедийным комплексом и выходом в интернет

#### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Образцы заявок на патент

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;</li> <li>• проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь;</li> <li>• работа с ФИПС;</li> <li>• провести работу с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответы на вопросы в рекомендуемой литературе.</li> </ul>
Практические занятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществление поисковой и аналитической деятельности с использованием компьютерных и программных средств;</li> <li>• осуществление проектной деятельности обучающихся с помощью программного обеспечения Inventor</li> </ul>
Самостоятельная работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проработать конспекты лекций и практические задания, изучить рекомендуемую литературу;</li> <li>• при подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов.</li> </ul>

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

#### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

##### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК - 20	Демонстрирует знания основных принципов создания математических и физических моделей. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, осуществлять анализ.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (20 вопросов) 2. Практическое задание (15 заданий)

ПК - 23	Способен разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов Демонстрирует знания основных принципов динамического моделирования и анализа конструкций, механизмов и машин в программе Autodesk Inventor	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (20 вопросов) 2. Практическое задание (15 заданий)
---------	--	--	---

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание использования информационных технологий, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь информационных технологий с современными условиями производства и управления и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание дисциплины и владеет терминологией. Ответил правильно на все вопросы.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний использования информационных технологий, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание дисциплины, владеет терминологией, совершает незначительные ошибки. Ответил правильно на большинство вопросов.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать принципы использования информационных технологий; знает основные понятия и определения, но при этом, допуская большое количество неприципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	В недостаточной мере владеет терминологией, ответил на 2 вопроса из 5.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы использования информационных технологий; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся терминологией не владеет, на вопросы теста не ответил. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.



**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Разработка физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	1
2	Выбор объекта для исследования и поиск его аналогов.	2
3	Анализ патентной базы и формирование обзора типовых решений.	2
4	Обзор программного обеспечения для динамического моделирования и анализа конструкций, механизмов и машин.	3
5	Возможности программы Inventor для обеспечения представленных задач.	4
6	Подготовка технического задания (ТЗ) с целью усовершенствования объекта исследования на основе выявленных недостатков.	5
7	Изучения динамического моделирования механизмов и машин в программе Autodesk Inventor в соответствии с ТЗ.	6
8	Анализ конструкций механизмов и машин в программе Autodesk Inventor в соответствии с ТЗ.	6
9	Использование устройств графического ввода. Симулятор	7
10	Конструирование рабочих условий в программе Inventor	8
11	Добавление к физической модели сил трения и скользящего соединения.	9
12	Экспорт в АМКЭ	10
13	Публикация результатов в Inventor Studio	11
14	Движение механизмов с учётом нагрузки в сборке	12
15	Изучение степеней свободы в сборке	13
16	Текущий контроль 2 (опрос)	14
17	Автоматическое преобразование зависимостей	15
18	Добавление шарнирного соединения	16
19	Построение 2D контакта	17
20	Добавление пружины, амортизатора и домкрата	18

**10.2.2 Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Найти максимальные напряжения в сварном соединении. Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетом $k = 5$ мм. Соединение нагружено силой $F = 3,5$ кН, $l = 200$ мм, $h = 100$ мм.	$\approx 60$ МПа
2	В сварном соединении полосы с косынкой величина нахлестки составляет $L=50$ мм. Определите минимальную толщину полосы, если $F=14$ кН, $[\tau_{ср}]' = 60$ МПа.	4 мм
3	Определите диаметр шипа, на который действует реакция 9 кН. Длина шипа 36 мм, допускаемое напряжение для стали 35 на изгиб 60 МПа	30 мм
4	Определить силу затяжки болтов в соединении, если сила $F = 9$ кН. Болты поставлены с зазором $f = 0,1$ ; $L = 2l$ ; $l = 0,5$ . Коэффициент запаса $K_C = 1,5$	$20\sqrt{10}$
5	Проверьте прочность шпонки на срез в шпоночном соединении передающем крутящий момент $T = 120$ Н·м, если диаметр вала $d = 25$ мм, ширина шпонки $b = 8$ мм, рабочая длина шпонки $l = 30$ мм. Допускаемые напряжения среза $[\tau_{ср}] = 70$ МПа	$\tau = 40$ МПа < $[\tau_{ср}] = 70$ МПа

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 30 минут.