Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.06.2024 12:39:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ /Е.В. Сафонов/

«__» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Основы решения инженерных задач»

Направление подготовки

**27.03.05 «Инноватика»**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Аддитивные технологии»**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., зав. каф. кафедрой
«Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» /А.Г. Матвеев/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Обработка материалов давлением
и аддитивные технологии» к.т.н. /А.Г. Матвеев/

Программа согласована с руководителем
образовательной программы /Б.Ю. Сапрыкин/

## Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 8
5. Методические рекомендации ..... 9
6. Фонд оценочных средств ..... 10

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Основы решения инженерных задач» является формирование системы знаний, умений и навыков в области современных подходов к решению инженерных задач.

Задачи дисциплины:

- овладение теоретическими и практическими методами решения инженерных задач;
- получение навыков работы в современных программных комплексах.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие<br>ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи<br>ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки |
| ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей) | ИОПК-2.1. Знает принципы построения и структуру автоматизированных систем проектирования; современные средства автоматизации; основные направления применения компьютерной техники и информационных технологий в решении задач управления инновационными проектами в области аддитивных технологий;<br>ИОПК-2.2. Умеет ориентироваться в основных задачах моделирования; выбирать программное обеспечение для решения конкретных задач моделирования; применять основные законы естественнонаучных дисциплин и методы математического анализа для теоретического моделирования технических систем и обработки результатов экспериментальных исследований;<br>ИОПК-2.3. Владеет навыками использования компьютеров как элементов системы подготовки производства и |

| | |
|---|---|
| | управления проектами, современными методами математического анализа и моделирования, чтобы эффективно решать исследовательские и технические вопросы в области аддитивных технологий; |
| ОПК-3. Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности | ИОПК-3.1. Способен решать задачи управления в технических системах |
| ОПК-8. Способен решать профессиональные задачи на основе истории и философии нововведений, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере | ИОПК-8.1 Способен решать профессиональные задачи на основе истории и философии нововведений<br>ИОПК-8.2 Способен применять математические методы и модели, компьютерные технологии для решения прикладных задач в области аддитивного производства |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы решения инженерных задач» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 4 семестре.

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- Введение в проектную деятельность;
- Инженерная и компьютерная графика;
- Теоретическая механика;

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа (из них 72 часа – аудиторная работа, в том числе 18 часов лекций, 18 часов лабораторных занятий, 36 часов семинарских занятий и 72 часа самостоятельной работы студента).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 4 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | 72 | 4 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 4 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 36 | 4 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 18 | 4 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | 72 | 4 |
| | В том числе: | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.1 | Подготовка и защита лабораторных работ | 18 | 4 |
| 2.2 | Самостоятельное изучение | 54 | 4 |
| | | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | экзамен | |
| | **Итого** | **144** | |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

| | **Разделы/темы дисциплины** | **Трудоемкость, час** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Тема 1. Введение. Математическое обеспечение автоматизированного решения инженерных задач и проектирования. Общая характеристика автоматизированных и ручных методов решения инженерных задач. | 16 | 2 | - | - | | 6 |
| 2 | Тема 2. Инженерные калькуляторы – специализированные инструменты расчета общемашиностроительных компонентов | 14 | 2 | 4 | 2 | | 6 |
| 3 | Тема 3. Мастера проектирования – специализированные инструменты расчета и проектирования общемашиностроительных компонентов | 20 | 2 | 8 | 4 | | 12 |
| 4 | Тема 4. Анализ напряжений в программном комплексе МКЭ. Доступные виды анализа. Общая характеристика статического и модального анализа. | 20 | 4 | 4 | 4 | | 12 |
| 5 | Тема 5. Алгоритм анализа деталей и сборок методом конечного элемента | 18 | 2 | 8 | 2 | | 12 |
| 6 | Тема 6. Общая характеристика программного комплекса ПА9. Математические модели элементов. Методы обработки данных. | 22 | 4 | 4 | 2 | | 12 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Тема 7. Создание и редактирование топологических схем в среде программного комплекса ПА9. | 34 | 4 | 8 | 4 | | 12 |
| | | 144 | **18** | 36 | **18** | | **72** |

## 3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Математическое обеспечение автоматизированного решения инженерных задач и проектирования. Общая характеристика автоматизированных и ручных методов решения инженерных задач.

Тема 2. Инженерные калькуляторы – специализированные инструменты расчета общемашиностроительных компонентов. Калькулятор ходового винта, колодочного тормоза, сварных соединений.

Тема 3. Мастера проектирования – специализированные инструменты расчета и проектирования общемашиностроительных компонентов. Проектирование болтовых, штифтовых, шпоночных соединений. Проектирование валов, зубчатых передач. Проектирование пружин.

Тема 4. Анализ напряжений в программном комплексе МКЭ. Доступные виды анализа. Общая характеристика статического и модального анализа.

Тема 5. Алгоритм анализа деталей и сборок методом конечного элемента. Упрощение модели, модель материала, задание граничных условий.

Тема 6. Общая характеристика программного комплекса ПА9. Математические модели элементов. Методы обработки данных. Понятия о фазовых переменных. Вывод и анализ полученных данных.

Тема 7. Создание и редактирование топологических схем в среде программного комплекса ПА9.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

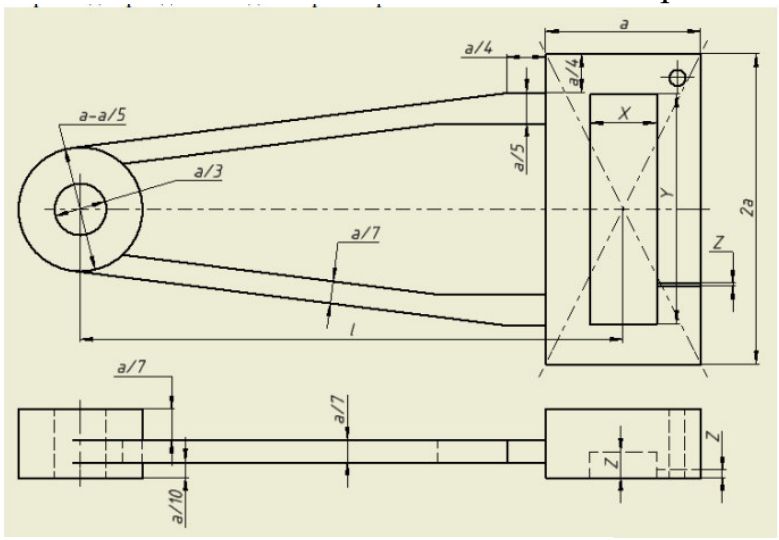
1. Проектирование общемашиностроительных компонентов с использованием специализированного инструмента «Инженерные калькуляторы».
2. Проектирование общемашиностроительных компонентов с использованием специализированного инструмента «Мастера проектирования».
3. Прочностной экспресс-анализ деталей МКЭ
4. Прочностной экспресс-анализ сборок МКЭ
5. Составление топологических схем механических систем в ПК ПА9
6. Исследование кинематических особенностей кривошипно-ползунного механизма
7. Составление топологических схем систем смешанной физической природы

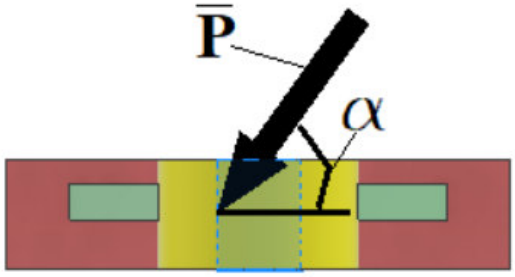
3.4.2. Лабораторные занятия

1. Проектирование общемашиностроительных компонентов с использованием специализированного инструмента «Инженерные калькуляторы»
2. Проектирование общемашиностроительных компонентов с использованием специализированного инструмента Inventor – «Мастера проектирования»
3. Прочностной экспресс-анализ деталей МКЭ
4 Составление топологических схем механических систем в программном комплексе ПА9
5. Исследование кинематических особенностей кривошипно-ползунного механизма
6. Составление топологических схем механических систем в программном комплексе ПА9

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Цель: закрепление навыков решения инженерных задач с использованием современных программных комплексов; Задачи: 1) С помощью мастера проектирования болтовых соединений рассчитать болтовое соединение кронштейна с балкой (плитой); 2) Выполнить построение геометрических моделей элементов конструкции и осуществить сборку. 3) С помощью инженерного калькулятора сварного соединения рассчитать величину катета шва и добавить сварные швы. 4) Используя метод конечного элемента определить коэффициент запаса прочности кронштейна при заданных условиях нагружения. Исходные данные: задаются по вариантам




## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

### 4.2 Основная литература

Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006

А.Н. Божко Компьютерная графика./ Д.М. Жук, В.Б. Маничев МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007

Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для вузов / под ред. Л.И. Живова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 г.

### 4.3 Дополнительная литература

Тремблей Т. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс / Пер. с англ. Л. Талхина. – М.: ДМК Пресс, 2013

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс создан на платформе СДО Университета https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1132

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы в электронном виде, лицензионное программное обеспечение для CAD-моделирования.

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://kompas.ru/

Аудитории и лаборатории кафедры «ОМДиАТ» АВ2508, АВ2509, а также лаборатория САПР ТП АВ2514 и АВ5001(1). Аудитории оснащены, компьютерной и проекционной техникой.

**Оборудование и аппаратура:**

Персональные компьютеры с установленным ПО

## 5. Методические рекомендации

### 5.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Основы решения инженерных задач» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

При проведении занятий по дисциплине применяется система СДО - lms.mospolytech.ru. На платформе СДО по дисциплине могут быть размещены учебные, методические и иные материалы способствующие освоению дисциплины студентом.

При проведении занятий также могут быть реализованы такие формы как вебинары (на платформе ZOOM, Webinar, ТОЛК), онлайн тестирование, промежуточная аттестация с применением электронных средств.

### 5.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов аддитивного производства, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

**Задачи самостоятельной работы студента**:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету или экзамену.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- выполнение заданий по решению типичных задач и упражнений;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;

## 6. Фонд оценочных средств

### 6.1 Оценочные средства

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- Выполнение практических занятий.
- Выполнение и защита лабораторных работ
- Курсовой проект
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и ТЕСТИРОВАНИЕ.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос (З - зачет, Э - экзамен) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Перечень вопросов, Комплект билетов |
| 2 | Практические работы (ПР) | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов | Перечень работ |
| 3 | Лабораторные работы | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов | Перечень лабораторных работ и их оснащение |
| 4 | Курсовой проект | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом | Комплект заданий для выполнения курсового проекта |

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку или не допустить к промежуточной аттестации.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено», «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы решения инженерных задач».

## 6.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| *Отлично* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| *Хорошо* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |
| *Удовлетворительно* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| *Неудовлетворительно* | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 6.3 Оценочные средства

*Пример экзаменационного билета*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**
**высшего образования**
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт/Факультет Машиностроения Кафедра ОМДиАТ

Дисциплина ОСНОВЫ РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ
Направление (специальность) 27.03.05 «Инноватика»

Курс___, группа _____, форма обучения очная

**БИЛЕТ № Х**

1. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования. Классификация методов проектирования по степени использования технических средств.
2. С помощью мастера проектирования Autodesk Inventor построить геометрическую модель вала размеры участков: - цилиндрические (слева направо dxh [мм]) 20x40; 30x8; 26x32; 32x32. - конический участок (крайний правый D/dxh [мм]) 32/25.6x50. На консольных участках фаска 0.5x45°. Галтельные переходы цилиндрических участков вала 1 мм. На участке 20x40 сквозное отверстие перпендикулярное оси вала диаметром 8 мм на расстоянии 10 мм от торца вала, без зенковки. 2. Выполнить расчет на статическую прочность: материал вала – сталь библиотеки Inventor; условия закрепления: консольный цилиндрический участок – по центру опора в свободном состоянии; консольный конический участок – по центру фиксированная опора; условия нагружения – радиальная сила по центру участка 26x32 величиной 3.2 кН; осевая сила по центру участка 32x32, направленная к коническому участку, величиной 1.3 кН.

Утверждено на заседании кафедры «___» _____ 20__ г., протокол №___

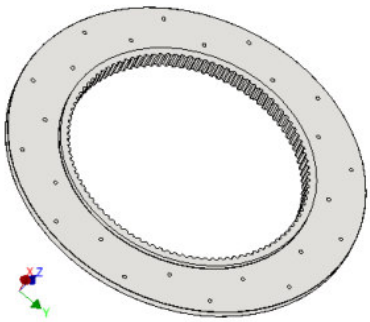
Зав. кафедрой _____ /_____/

| **Вопросы к экзамену** |
|---|
| Основные требования, предъявляемые к математическим моделям в машиностроении. |
| Место САПР в общей системе проектирования общемашиностроительных компонентов. |
| Общие закономерности проектирования в машиностроении. |
| Выходные, внутренние и внешние параметры объектов проектирования. |
| Математическое обеспечение автоматизированного проектирования. Классификация методов проектирования по степени использования технических средств. |
| Общая характеристика и особенности неавтоматизированных (ручных) методов проектирования. |
| Общая характеристика и особенности автоматизированных методов проектирования. |
| Задача проектирования в математической постановке. |
| Нисходящее и восходящее проектирование в машиностроении. |
| Назначение и общая характеристика программного комплекса ПА9. |
| Математические модели элементов программного комплекса ПА9 с точки зрения разработчика. |
| Математические модели элементов программного комплекса ПА9 с точки зрения пользователя. |

| |
|---|
| Методы обработки данных, используемые программным комплексом ПА9. |
| Фазовые переменные типа потока для систем различной физической природы. |
| Фазовые переменные типа потенциала для систем различной физической природы. |
| Схемный графический редактор программного комплекса ПА9. Понятие топологической схемы объекта проектирования, его качественная и количественная определенность. |
| Особенности определения величин, не являющихся фазовыми переменными типа потока или потенциала в программном комплексе ПА9. |
| Компоненты топологических схем объектов моделирования программного комплекса ПА9. Задание и корректирование атрибутов компонентов. |
| Формирование задания на расчет в программном комплексе ПА9. Способы представления результатов расчета. Особенности задания атрибутов операторов расчета для систем различной физической природы. |
| Диагностические сообщения программного комплекса ПА9 и действия пользователя по ним. |
| Последовательность действия по анализу деталей и сборок методом конечного элемента в Autodesk Inventor. |
| Упрощение и подготовка моделей и сборок к статическому анализу: цель проведения, основные способы. |
| Добавление нагрузок в Autodesk Inventor: доступные типы нагрузок и особенности их применения. |
| Добавление зависимостей (закреплений) в Autodesk Inventor при статическом анализе: типы зависимостей, особенности их применения. Определение силовых факторов в опорах. |
| Задание материалов в Autodesk Inventor. Допущения по поведению материалов. |
| Специализированные инструменты Autodesk Inventor для проектирования общемашиностроительных компонентов. |
| Работа со сварными соединениями в Autodesk Inventor. Калькулятор сварного соединения. |
| Использование мастеров проектирования Autodesk Inventor для разработки общемашиностроительных компонентов |
| Параметры статического анализа напряжений Autodesk Inventor |

Задания для практических работ по вариантам

Задание 1. С помощью мастера проектирования Autodesk Inventor построить геометрическую модель и выполнить проверочный расчет вала зубчатого редуктора включающего в себя прямозубые коническую и цилиндрическую передачи (см. рисунок). Вал передает мощность 14 кВт, при частоте вращения 306 об/мин. При расчетах принять материал вала – сталь. Размеры участков вала (все участки цилиндрические [мм]): 50х45; 55х60; 60х10; 52х50; 40х45. На консольных участках фаска 2х45. Галтельные переходы участков вала 1 мм. Варианты формируются путем изменения величин в исходных данных.



Вариант 2. Выполнить расчет на статическую прочность детали «Диск ведомый». Материал – сталь библиотеки Inventor. Условия закрепления – по цилиндрической поверхности центрального отверстия. Условия нагружения – угловая скорость 18000 град/с. (геометрическая модель детали выдается преподавателем). Варианты формируются изменением условий нагружения и закрепления.

Вариант 3. Средствами программного комплекса ПА9 для горизонтального дезаксиального кривошипно-ползунного механизма суммирующего типа (входное звено – кривошип; выходное – ползун) построить зависимости перемещение и скорость ползуна от угла поворота кривошипа. Исходные данные: радиус кривошипа 80 мм, коэффициент шатуна 0,3, угловая скорость кривошипа 7 $с^{-1}$. Варианты формируются изменением исходных данных.