

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧАХ**

Б1.В.ДВ.05.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и
оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	27
4.4 Практические занятия.....	27
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	27
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	30
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.....	31
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	50
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	51
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	52
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	57
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	58
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	59

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование системы знаний и умений в области инженерного проектирования и применения современных информационных технологий для организации и проведения инженерных расчетов и работ.

Задачи дисциплины

Научить осуществлять техническое проектирование и моделирование с использованием информационных компьютерных технологий.

Код компетенции 1	Содержание компетенций 2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине 3
ОПК-7	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	знать: современные информационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; уметь: пользоваться системами автоматизированного проектирования конструкторской документации, анализировать проектные решения; владеть: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных компьютерных технологий и специального программного обеспечения.
ПК-5	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.	знать: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ; уметь: в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин; владеть: навыками инженерного проектирования наземных транспортно-технологических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Компьютерные технологии в инженерных задачах относится к вариативной части.

Дисциплина Компьютерные технологии в инженерных задачах базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Начертательная геометрия и инженерная графика, Информатика, Автоматизация инженерно-графических работ, Введение в специальность.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Компьютерные технологии в инженерных задачах представляют основу для изучения дисциплин: Детали машин и основы конструирования, Конструкция наземных транспортно-технологических машин.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	72	34	17	17	-	38	-	зачет
Заочная	4	-	72	8	4	4	-	60	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	72	6	4	2	-	62	-	зачет
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	8	34
Лекции (Лк)	17	-	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	8	17
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к практическим занятиям	28	-	28

Подготовка к зачету в течение семестра	10	-	10
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	72	-	72
зач. ед.	2	-	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	35	7	8	20
1.1.	Классификация информационных технологий.	6	1	-	5
1.2.	Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности.	11	2	4	5
1.3.	Программное обеспечение.	7	2	-	5
1.4.	САПР в машиностроении.	11	2	4	5
2.	Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	37	10	9	18
2.1.	Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	18	5	5	8
2.2.	Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	19	5	4	10
	ИТОГО	72	17	17	38

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	34	2	2	30
1.1.	Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности.	12	1	1	10
1.2.	САПР в машиностроении.	22	1	1	20
2.	Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	34	2	2	30
2.1.	Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	17	1	1	15
2.2.	Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	17	1	1	15
ИТОГО		68	4	4	60

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	34	1	-	33
1.1.	Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности.	34	1	-	33
2.	Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	34	3	2	29

2.1.	Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	12,5	1,5	1	10
2.2.	Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	21,5	1,5	1	19
ИТОГО		68	4	2	62

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

Раздел 1. Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.

Тема 1.1. Классификация информационных технологий.

К числу компонентов ИТ относят также компьютерную технику, средства коммуникаций, офисное оборудование и специфические виды услуг – информационное, техническое и консультационное обслуживание, обучение и т.п. Развитие ИТ способствовало их быстрому распространению и эффективному использованию в управленческих и производственных процессах, практически к повсеместному применению и большому многообразию. ИТ в настоящее время можно *классифицировать* по ряду признаков:

По способам построения компьютерной сети:

- Локальные (несколько компьютеров связаны между собой);
- Многоуровневые (сети разных уровней подчинены друг другу);
- Распределенные (сети автоматизированных банков данных, например, банковские, налоговые и др. службы).

По виду технологии обработки информации (в программном аспекте):

- Текстовая обработка;
- Электронные таблицы;
- Автоматизированные банки данных;
- Обработка графической информации;
- Мультимедийные системы;
- Другие системы (экспертные, системы программирования, интегрированные пакеты).

По типу пользовательского интерфейса (т.е. с точки зрения возможностей доступа пользователя к информационным и вычислительным ресурсам):

С командным интерфейсом – пользователь подает команды компьютеру, а тот выполняет их и выдает результат пользователю. Командный интерфейс реализуется в виде пакетной технологии и технологии командной строки.

С WIMP-интерфейсом (Window – окно, Image – картинка, Menu – меню, Pointer – указатель) – ведение диалога с пользователем с помощью графических образов – меню, окон, других элементов. Примером ИТ с WIMP интерфейсом является операционная система MS Windows.

С SILK-интерфейсом (Speech – речь, Image – картинка, Language – язык, Knowledge – знание). Он наиболее приближен к обычной, человеческой форме общения. В рамках этого интерфейса идет «разговор» человека и компьютера. Разновидности SILK – интерфейс на основе речевой (команды подаются голосом путем произнесения специальных зарезервированных слов – команд) и биометрической технологий (для управления компьютером используется выражение лица человека, направление его взгляда, размер зрачка, рисунок радужной оболочки глаз, отпечатки пальцев и другая уникальная информация). Изображения считываются с цифровой видеокамеры, а затем с помощью специальных программ распознавания образов из этого изображения выделяются команды).

По области управления социально-экономическим процессом: банковские, налоговые, финансовые, страховые, управления торговлей, управления производством и т.д.

Основные тенденции развития информационных технологий:

В настоящее время наблюдается тенденция к объединению различных типов информационных технологий в единый компьютерно-технологический комплекс, который носит название *интегрированного*. Особое место в нем принадлежит *средствам телекоммуникации*, обеспечивающим не только чрезвычайно широкие технологические возможности автоматизации управленческой деятельности, но и являющимся основой создания самых разнообразных сетевых вариантов ИТ. Подобно тому, как железные и шоссейные дороги определяли экономику начала века, инфраструктуру современной экономики составляют *телекоммуникационные технологии*, обеспечивающие дистанционную передачу данных на базе компьютерных сетей и современных технических средств связи. Одна из наиболее важных тенденций в их развитии – это процесс слияния локальных, местных и глобальных компьютерных сетей, который существенно влияет на масштабность экономических процессов, деятельность корпораций и фирм. Это объединение происходит благодаря распространению технологии сети Интернет как наиболее удобного средства взаимодействия различных информационных систем.

Зарубежные специалисты выделяют *5 основных тенденций развития ИТ*:

1. Первая тенденция связана с изменением характеристик *информационного продукта*, который все больше *превращается в гибрид* между результатом расчетно-аналитической работы и специфической услугой, предоставляемой индивидуальному пользователю ПК.
2. Отмечаются способность к параллельному взаимодействию логических элементов ИТ, *совмещение всех типов информации* (текста, образов, цифр, звуков) с ориентацией на одновременное восприятие человеком посредством органов чувств.
3. Прогнозируется *ликвидация всех промежуточных звеньев на пути* от источника информации к ее потребителю, например, становится возможным непосредственное общение автора и читателя, продавца и покупателя, певца и слушателя, ученых между собой, преподавателя и обучающегося, специалистов на предприятии через систему видеоконференций, электронный киоск, электронную почту.
4. В качестве ведущей называется тенденция к *глобализации информационных технологий* в результате использования спутниковой связи и всемирной сети Интернет, благодаря чему люди могут общаться между собой и с общей базой данных, находясь в любой точке планеты.
5. *Конвергенция* рассматривается как последняя черта современного процесса развития ИТ, которая заключается в стирании различий между сферами материального производства и информационного бизнеса, в максимальной диверсификации видов деятельности фирм и корпораций, взаимопроникновении различных отраслей промышленности, финансового сектора и сферы услуг.

Тема 1.2. Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности.

Технология - под технологией материального производства понимают процесс, определяемый совокупностью средств и методов обработки изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья или материала. Информационные технологии представляют собой системы методов и способов, которые ориентированы на получении, хранении, обработку использования и распространения информации с появлением компьютеров.

Компьютерные технологии - это совокупность не методов, а средств и использования информации на базе вычислительной технологии и телекоммуникативных средств из широкого получения математических методов. Информационные технологии основаны на обработке и хранении информации.

Компьютерные информационные технологии включают в себя:

- 1) Информацию
- 2) Математические методы

- 3) алгоритмы
- 4) вычислительную технику
- 5) программы

В истории развития информационных технологий различают следующие основные этапы:

- 1) домеханический (до второй половины XIX века);
- 2) механический (начался в 1642г.);
- 3) Электромеханический;
- 4) Электронный.

Домеханический отличается от всех последующих отсутствием вычислительных средств, автоматической передачи единиц из низшего разряда в высший.

Механический. Под ним понимается устройство, построенное на механических элементах и обеспечивающие автоматическую передачу из низшего разряда в низший.

Электромеханический. На этом этапе впервые наблюдается переход от машин к системам. Механические элементы заменяются электромеханическим реле, а также начинает использоваться электричество в качестве источника энергии.

Электронный этап. Характерное отличие электрических устройств от механических заключается в том, что они регистрируют не перемещение элементов конструкции, а состояние электронных компонентов. Компьютерные информационные технологии делятся на базовые и прикладные.

Базовые используются в различных предметных областях в независимости от специфики этих областей. К ним относят следующие технологии:

1. Обеспечение жизнедеятельности вычислительных систем (сервисные программы и т.д.).
2. Защита информационных систем в целом (защита пароля, антивирусы);
3. Работа в сети (сетевые технологии, интернет и т.д.);
4. Программирование (языки программирования и т.д.);
5. Работа с базами данных (система управления базами данных Exel);
6. Выполнение общих задач пользователя (пакет Microsoft ofiss);

К прикладным технологиям относят технологии, ориентированные на использование конкретной области.

Информация- совокупность фактов, явлений, событий, представляющих интерес и подлежащих регистрации и обработке.

Имеется несколько взглядов на понятие информации:

- 1) С точки зрения философии информации- это философская категория, представляющая собой отражение объективного мира, его причины и следственных связей.
- 2) Теория информации. Информация- это мера устранения неопределенности состояния системы. Мера её упорядочения.

В теории информации используется термин ДАННЫЕ. Под данными понимают сведения о состоянии любого объекта. Данные - это факты, понятия и команды, представленные в виде удобном для передачи интерпритации и обработки. Сведения, представленные в удобном для обработки виде верные отражения их в сознании человека называют ЗНАНИЯМИ.

- 3) Технологический подход к понятию информации. В этом случае при любой обработке сведения на входе процедуры обработки не являются ещё информацией, таковой является лишь сведения на выходе процедуры.

К основным свойствам информации относят следующие:

Адекватность- это степень соответствия информации, полученной потребителем, тому, что автор вложил в её содержание.

Достоверность- это соответствие объективной реальности окружающего мира.

Полнота информации - это достаточность для принятия решения.

Избыточность- потеря даже значительной информации позволяет понимать её содержание.

Доступность- это мера возможности получить ту или иную информацию.

Актуальность- степень соответствия к текущему моменту времени.

Объективность. Более объективной принято считать ту информацию, которую методы вносят меньший субъективный элемент.

Информацию классифицируют по ряду признаков:

- 1) Способу восприятия человеком
- 2) Формы представления
- 3) Области применения общественному значению.
 - По способу восприятия информация делится на:
 - Визуальную
 - Звуковую
 - Тактичную
 - Обонятельную
 - Вкусую

По форме представления информация делится на:

- 1) Числовую
- 2) Текстовую
- 3) Графическую
- 4) Звуковую
- 5) Видеоинформация

По области применения информация делится на:

1. Научную
2. Экономическую
3. Управленческую
4. Правовую
5. Производительную
6. Техническую
7. Патентную
8. Военную

По общественным значениям информация делится на:

- 1) Массовую
- 2) Специальную
- 3) Личную

Информация общества - это повсеместное внедрение комплекса мер, направленных на обеспечение полного и своевременного использования достоверных информации, обобщенных знаний во всех социально-значительных видах человеческой деятельности.

Если раньше каждый пользователь должен был сам программировать алгоритмы в своей профессиональной деятельности, то сегодня "кустарное" программирование стало ненужным. Его заменяет знание и умение пользоваться существующими информационными технологиями в каждой профессиональной области. И это в первую очередь касается специалистов в области машиностроения и металлообработки. В ней созданы системы автоматического проектирования, такие, как AutoCAD, КОМПАС-3D, *системы автоматизированного проектирования технологических процессов* (САМ), технологии обеспечения жизненного цикла изделия от маркетинга до утилизации отслужившего свой срок изделия или детали (CALS).

До изобретения компьютеров все проектирование новых изделий велось по так называемой бумажной технологии. Любое конструкторское бюро представляло собой зал с рядами чертежных столов - кульманов, за которыми конструкторы разрабатывали чертежи нового изделия на бумаге. Далее эти чертежи копировали на кальку и затем размножали их. Вся документация хранилась на бумаге. Все инженерные расчеты производились с помощью арифмометров и логарифмических линеек. При изготовлении опытных образцов изделий и их серийном производстве наладка станков производилась вручную. Далее производились натурные испытания изготовленных опытных образцов. По их результатам вносились необходимые изменения в конструкцию, корректировались чертежи и начиналась подготовка к серийному выпуску изделия.

С изобретением компьютеров многие этапы создания новых изделий подверглись коренным изменениям. Стало возможным перейти на безбумажную технологию. Компьютер, оснащенный соответствующими программами, совместно с принтером, плоттером и графическим планшетом (дигитайзером) заменил собой кульман, бумагу, карандаш,

арифмометр и логарифмическую линейку. При этом компьютер позволил автоматизировать и значительно ускорить инженерные расчеты.

Примером может служить автоматизированный расчет зубчатой передачи с помощью программы Microsoft Excel. Исходными данными служат передаточное число и модуль данной передачи. Формулы расчета вводятся в соответствующую строку таблицы Excel. Введя в формулы значения передаточного числа и модуля, получаем полный расчет всех параметров зубчатой передачи любого типа.

Другим, гораздо более сложным примером может служить расчет лопаток паровой турбины, требующий привлечения компьютеров большой производительности.

Использование современных компьютерных технологий позволяет существенно сократить длительность проектно-конструкторских работ, по-новому реализовать проектные процедуры и в результате получить более эффективные технические решения.

Аппаратное обеспечение автоматизированных рабочих мест (АРМ) для работников самых различных профессий мало отличается друг от друга. Его основой является профессиональный компьютер. Главное различие состоит в их программном обеспечении, которое и отличает, например, АРМ инженера-проектировщика от АРМ инженера-технолога.

Новейшие компьютерные технологии позволяют организовать автоматизированное рабочее место конструктора-проектировщика. Базовыми программными продуктами АРМ конструктора-проектировщика являются операционная система Microsoft Windows и универсальная графическая платформа AutoCAD 2004 фирмы Autodesk.

Системы автоматизированного проектирования (САПР), называемые в английском переводе САД-системами (Computer Aided Design), применяются для решения разнообразных инженерных и конструкторских задач. К наиболее популярным следует отнести мощную систему машинного проектирования AutoCAD фирмы Autodesk, используемую для создания чертежей.

Применение САПР-технологий позволяет сократить время на выполнение проекта и выпуск изделий, уменьшить возможные ошибки, повысить качество конструкторской документации, а при использовании программно-управляемого оборудования - готовить необходимые для этого данные в нужном формате. Полный спектр задач, решаемых с помощью САПР, чрезвычайно богат, и программ, предназначенных для этого, разработано достаточно много.

Для эффективной работы с программами САПР лучше применять монитор с большим размером экрана. Для получения твердой копии результатов работы (чертежи, схемы) обычно используются плоттеры, позволяющие работать с большими форматами бумаги.

AutoCAD - это графическое ядро систем автоматизированного проектирования (САПР). Богатые функциональные возможности, широкие возможности программирования, связь с базами данных, большой выбор совместимых периферийных графических устройств фактически сделали графический пакет AutoCAD мировым промышленным стандартом в своей области. Выпускаются версии программы для различных платформ и под различные операционные системы. Программа совместима со всеми выпускаемыми видами принтеров и плоттеров.

При создании новых инженерных конструкций может применяться математическое моделирование (машинный эксперимент) - моделирование реально существующих объектов, осуществляемое средствами языка математики и логики с помощью компьютера.

Математическое моделирование основано на создании и исследовании на компьютере математической модели реальной системы - совокупности математических соотношений (уравнений), описывающих эту систему. Уравнения (математическая модель) вместе с программой их решения вводятся в компьютер и, имитируя различные значения входных (по отношению к исследуемой системе) сигналов и условий работы системы, определяют величины, характеризующие поведение системы.

Математическое моделирование, в отличие от материального (экспериментального, предметного), является теоретическим, происходящим только в компьютере, а не в реальности. Оно позволяет обойтись без сложного, дорогого или опасного эксперимента, например при создании автомобилей, самолетов, локомотивов.

Математическое моделирование процесса или явления не может дать полного знания о нем. Это особенно существенно в том случае, когда предметом математического моделирования являются сложные системы, поведение которых зависит от значительного числа взаимосвязанных факторов различной природы. Поэтому иногда математическое моделирование дополняют созданием натуральной модели.

Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Задача, решаемая системой, - моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Чертежный редактор "КОМПАС-График" предоставляет широчайшие возможности автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях промышленности. Он успешно используется в машиностроительном проектировании, при проектно-строительных работах, составлении различных планов и схем.

Сегодня производство сложных машинотехнических изделий стало невозможным без обеспечения информационной поддержки на всех стадиях их жизненного цикла. Информационная поддержка - это целый комплекс вопросов, включающий автоматизацию процессов проектирования, обеспечение технологических процессов производства, автоматизацию управленческой деятельности предприятий, создание электронной эксплуатационной документации, внедрение автоматизированных систем заказа запасных частей и т. д.

Важную роль в жизненном цикле играет маркетинг (англ. marketing, от market - рынок) - система управления, основанная на комплексном анализе производственно-сбытовой деятельности и воздействия на нее с целью получения прибыли.

Маркетинг возник как вид управленческой деятельности во второй половине XX века. Но если вначале он применялся исключительно в целях сбыта произведенной продукции, то со второй половины 1970-х гг. он становится элементом стратегического управления фирмой, философией бизнеса. Отсюда новая концепция маркетинг-менеджмента, то есть построения всей управленческой деятельности фирмы.

Маркетинг включает товарную, ценовую политику, а также политику продвижения товара и продаж.

Основными принципами современного маркетинга являются: производство продукции, основанное на точном знании потребностей покупателя, рыночной ситуации и реальных возможностей фирмы; эффективное решение проблем потребителя; нацеленность фирмы на долгосрочный коммерческий успех; активное воздействие на формирование потребностей на рынке.

Проектирование и производство неразрывно связаны между собой. Конструктор разрабатывает геометрию изделия, устанавливает технические требования и оформляет конструкторскую документацию, а технолог обеспечивает изготовление изделия с учетом специфики производства, технических процессов и оборудования.

Электронное описание изделия дает исчерпывающее описание спроектированного изделия и фактически заменяет бумажную конструкторскую документацию. На его основе появляется возможность автоматизировать планирование технологических процессов. Таким образом, выполняется еще один принцип CALS - принцип безбумажного представления информации.

Организация технологического процесса изготовления опытных образцов и серийного производства изделий осуществляется с помощью систем автоматизированного проектирования технологических процессов, так называемых САМ-систем (Computer Aided Manufacturing). Они обеспечивают наиболее рациональный выбор станочного оборудования, инструментов и режимов обработки деталей.

Комплексные решения при этом базируются на передовых технологиях гибридного моделирования, интегрированных средствах электронного документооборота, а также на широком спектре специализированных модулей, среди которых важное место занимают

программы для виртуального моделирования процессов механической и электроэрозионной обработки с выходом на станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Современные металлообрабатывающие станки и многооперационные обрабатывающие центры оснащены числовым программным управлением (ЧПУ). Это управление обработкой заготовки на станке по программе, заданной в цифровой форме. Устройство ЧПУ выдает управляющие воздействия на исполнительные органы станка в соответствии с программой и информацией о состоянии управляемого объекта. Станки с ЧПУ сочетают высокую производительность, присущую станкам-автоматам, с гибкостью, быстротой переналаживания на другие режимы работы, что характерно для универсальных станков. Обрабатывающий центр оснащен инструментальным магазином большой емкости и устройствами для автоматической смены инструмента. Станок позволяет вести комплексную механическую обработку большого числа поверхностей заготовки различными способами - точением, фрезерованием, сверлением и др.

В современном машиностроении и приборостроении происходит усложнение выпускаемой продукции, номенклатура ее увеличивается, а серийность производства уменьшается. Это ведет к значительному увеличению объемов и сроков выполнения работ в сфере конструкторско-технологической подготовки производства. Требования рыночной экономики заставляют предприятия постоянно улучшать потребительские свойства и качество изделий, а сроки их выпуска максимально сокращать.

Это вызвало к жизни концепцию сквозного цикла проектирования и производства "от идеи до металла". Суть ее состоит в том, что компьютерные системы и оборудование должны рассматриваться как единый информационный технологический процесс на всем протяжении от проектирования до изготовления изделий. Сквозной цикл состоит из блоков CAD/CAM/CAE/PDM. CAM-системы являются частью этой более общей концепции.

Кроме трехмерных (виртуальных) моделей на экране монитора компьютера современные информационные и лазерные технологии дают возможность создавать "твердые" модели отдельных деталей из светочувствительного пластика. Эта технология носит название "лазерная стереолитография". Она основана на использовании фотополимеризации лазерным излучением.

Сначала по проекту конструктора создается компьютерная (виртуальная) модель, которая через минимальное время может быть воплощена в виде реальной модели. Производятся все детали для сборки. Собранный модель можно покрасить, проверить возможность установки и размещения электронных компонентов, оптики, эргономику, предъявить для утверждения дизайнера заказчиком и т.д.

Пластиковая модель легко поддается обработке, покраске, металлизации. Модель может быть использована для проверки идей конструктора, использоваться на презентациях, в маркетинговых акциях и т.п.

Области применения лазерной стереолитографии:

- изготовление оснастки для разных видов литья;
- точное литье по сплошным выжигаемым моделям.

Лазерная стереолитография позволяет создавать детали самой сложной формы с максимальными размерами 250x250x250 мм. Сначала объемный виртуальный образ делят на набор послойных изображений тонких сечений (0,1-0,2 мм). В ванну, наполненную фотополимеризующейся жидкостью, помещают плоскую подставку, на которой впоследствии появится объект, так, чтобы она была погружена на толщину формируемого слоя (те самые 0,1-0,2 мм). Затем поверхность жидкости обрабатывают лучом лазера, и в тех местах, которые он облучает, образуются твердые участки. Так возникает нижний слой модели. Платформу чуть притапливают и формируют второй слой. Операцию повторяют до тех пор, пока модель не будет целиком готова.

Важную роль в машиностроении играет логистика (от англ. logistics - материально-техническое снабжение) - контроль за всеми видами деятельности, связанными с закупкой ресурсов для производства и доставкой готовой продукции покупателю, включая необходимое информационное обеспечение этих процессов. Логистика также координирует взаимоотношения всех членов системы снабжения и распределения. К непосредственным

функциям логистики относятся: транспортировка, складирование, сбор заказов, распределение продукции, упаковка, сервисное обслуживание.

Система логистики включает логистику на входе и логистику на выходе. Первая управляет всеми операциями с сырьем и материалами, начиная с выбора поставщика и заканчивая возвратом некачественного сырья; вторая контролирует распределение готовой продукции, включая ее доставку конечному потребителю.

Логистика используется участниками каналов товародвижения для снижения издержек, повышения качества обслуживания покупателей и поддержания объема запасов на складе на минимальном необходимом уровне.

Так информационные технологии в машиностроении из важного, но вспомогательного средства сегодня превратились в главную организующую силу - реальную сквозную автоматизацию производственных процессов.

Тема 1.3. Программное обеспечение.

Программное обеспечение (ПО)— это совокупность программ обработки данных и необходимых для их эксплуатации документов. Программное обеспечение является очень широким понятием, оно включает в себя системное программное обеспечение, которое отвечает за работоспособность компьютеров; прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач любой предметной области в виде пакетов прикладных программ (ППП); и инструментарий технологии программирования .

Системное программное обеспечение предназначено для функционирования самого компьютера как единого целого. Это в первую очередь операционная система, а также сервисные программы различного назначения — драйверы, утилиты и т. п. Сюда же относятся программы проведения диагностики и профилактики аппаратуры компьютера. В системное программное обеспечение входит сетевой интерфейс, который обеспечивает доступ к данным на сервере.

Операционные системы — главная часть системного ПО. Это комплекс программ, управляющих всеми аппаратными компонентами компьютера, обеспечивая их целостное функционирование, а также предоставляющих пользователю доступ к аппаратным возможностям компьютера. В состав ОС входит большое количество *утилит* — программ вспомогательного назначения. Подробнее операционные системы будут рассмотрены в п. «Операционные системы».

Важным классом системных программ являются *драйверы*. Они расширяют возможности ОС, например позволяют ей работать с тем или иным внешним устройством, обучая ее новому протоколу обмена данными и т. д. Так, первые попавшие в нашу страну версии операционных систем DOS, Windows и OS/2 были английскими и не поддерживали ввод русских букв с клавиатуры. Для устранения этого недостатка были созданы специальные драйверы клавиатуры.

Драйверы обычно входят в комплект поставки ОС. В процессе установки операционной системы активизируются те драйверы, которые нужны для поддержки устройств и функций ОС, указанных пользователем.

Весьма популярный класс системных программ составляют *программы-оболочки*. Они обеспечивают более удобный и наглядный способ общения с компьютером, чем штатные средства ОС. *Средства контроля и диагностики* обеспечивают автоматическую проверку функционирования отдельных узлов ЭВМ, поиск ошибок в их работе. Система программирования позволяет разрабатывать программы на *языках программирования*. Языками программирования называются формальные языки связи человека с ЭВМ, предназначенные для описания данных (информации) и алгоритмов (программ) их обработки на компьютере. Внутренний (машинный) язык любой ЭВМ — цифровой, слова в нем записываются в двоичных кодах, в виде последовательности нулей и единиц. *Трансляторы* и *интерпретаторы* — комплекс программ, обеспечивающий автоматический перевод с алгоритмических языков в машинные коды.

Прикладное программное обеспечение предназначено для непосредственного решения пользовательских задач. Прикладные программы в основном представлены пакетами прикладных программ (ППП) — комплексом взаимосвязанных программ для решения задач определенного класса в конкретной предметной области.

Разработаны и используются сотни тысяч прикладных программ для различных применений. Условно их делят на четыре группы:

- пакеты программ текстовой обработки;
- табличные процессоры;
- пакеты программ графики;
- системы управления базами данных.

Такая классификация не является исчерпывающей, так как в одну группу могут входить программы, выполняющие весьма различающиеся задачи. Например, к пакетам текстовой обработки можно отнести как текстовые редакторы, так и издательские системы; к программам графики — графические редакторы и средства создания презентаций и т. д.

Рассмотрим подробнее наиболее часто применяемые пакеты.

Табличные процессоры выводят на экран промежуточную таблицу, в клетках которой могут находиться числа, пояснительные тексты и формулы для расчета по имеющимся данным. Все распространенные табличные процессоры позволяют пересчитывать значения элементов таблицы по заданным формулам, строить различные графики, создавать собственные входные и выходные формы. Кроме того, имеется множество возможностей декоративного характера — включение звуковых эффектов, создание слайд-шоу и т. д.

Издательские системы предназначены для подготовки рекламных буклетов, оформления газет, журналов и т. д. Основная их функция — верстка, т. е. размещение текста по страницам документа, вставка рисунков и т. д. Обычно тексты подготавливаемых документов набираются в редакторе типа MS Word, а затем считываются издательской системой, где и выполняется их окончательное оформление.

Программы подготовки презентаций используются для оформления слайдов, в которые помещаются рисунки, надписи, диаграммы и т. д. Эти программы организуют показ презентаций с помощью компьютера (на мониторе большого размера или специальной демонстративной панели).

Графические редакторы позволяют создавать и редактировать рисунки. В простейших редакторах есть возможность рисования линий, кривых, раскройки областей экрана, создания надписей и т. д. В редакторах, ориентированных на обработку фотоизображений, можно обрабатывать изображения большого размера и имеются средства для настройки яркости и контрастности изображения или отдельных частей. Весьма популярны и редакторы объектной графики, работающие с изображением из различных объектов — букв, линий и т. д.

Программы для анимации позволяют создать двухмерное и трехмерное изображения движущейся модели объектов и, управляя ими и комбинируя их, получать несложные анимационные фильмы.

Программы для создания компьютерного видео позволяют при наличии соответствующего оборудования производить на компьютере монтаж видеofilмов, наложение титров, видеоэффектов и т. д.

Бухгалтерские программы предназначены для ведения бухучета, подготовки финансовой отчетности, финансового анализа деятельности предприятий.

Персональные информационные менеджеры позволяют назначать разовые и повторяющиеся мероприятия, напоминать о делах, которые необходимо выполнять регулярно и т. д.

Программы планирования позволяют составлять планы работ, требующие координации многих людей и ресурсов.

Программы распознавания символов позволяют вводить с помощью сканера напечатанные тексты, делая ненужным утомительный и трудоемкий ввод текстов с клавиатуры.

Программы-переводчики позволяют переводить тесты с русского языка на английский, немецкий, французский и обратно.

Программы-словари — это электронные версии обычных словарей с некоторыми дополнительными возможностями.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) позволяют осуществлять черчение и конструирование различных предметов и механизмов с помощью компьютера.

Отдельной частью прикладного программного обеспечения являются *библиотеки стандартных программ*. Их составляют часто используемые программы вычисления функций, решения уравнений, распространенных операций обработки данных (сортировка, нахождение максимального и минимального значений в массивах данных и т. д.).

Уникальное программное обеспечение — комплекс программ, предназначенных для выполнения специализированных программ пользователя, решающих уникальные пользовательские задачи. Кроме того, к уникальным можно отнести задачи создания и обработки базы данных для конкретного предприятия.

Пакет прикладных программ Microsoft Office.

Прикладные программы часто объединяются в пакеты по роду деятельности пользователя. Наиболее популярным пакетом, предназначенным для решения задач автоматизации офиса, является Microsoft Office. Он представляет собой семейство прикладных программных продуктов, которое объединяет различные приложения в универсальную среду для работы с информацией. Наибольшее распространение в нашей стране получили следующие, входящие его состав программы.

Microsoft Word — мощный текстовый процессор, который позволяет быстро и просто создавать профессионально оформленные документы, содержащие рисунки, схемы, формулы, таблицы, диаграммы, а также обладает встроенной поддержкой технологий Internet.

Microsoft Excel — универсальная программа для работы с электронными таблицами. Она располагает разнообразными средствами для форматирования, отображения, преобразования и анализа данных, проведения математических, финансовых, статистических и других вычислений, обмена данными и информацией, в том числе и через Internet.

Microsoft PowerPoint — редактор, предназначенный для создания всяческих презентаций, представляющих собой совокупность структурированных слайдов, в которых используются различные иллюстративные, анимационные и звуковые эффекты.

Microsoft Outlook является системой работы с сообщениями и совместной работы, которая облегчает организацию информации на рабочем столе и обеспечение совместного доступа к ней, а также связь с другими пользователями. Она позволяет назначать место встречи, хранить информацию о контактах, адреса, телефоны, получать и отправлять сообщения по электронной почте или по факсу и т. д.

Microsoft Access — удобное средство для создания и эксплуатации достаточно мощных баз данных. Данная система управления базами данных умеет сводить воедино информацию из самых разных источников и помогает быстро найти необходимые данные и представить их в удобном для анализа виде с помощью отчетов, графиков и таблиц.

В составе Microsoft Office имеется также несколько небольших программ достаточно узкой специализации. К ним относятся:

Photo Editor — редактор рисунков;

Microsoft Graph — программа для построения простых диаграмм;

Microsoft WordArt — программа для преобразования слов и фраз в графические изображения; эти изображения можно использовать, например, для создания эмблем и шапок на фирменных бланках организации;

Microsoft ClipArt — программа для вставки в документ заранее заготовленной и красочно оформленной графики;

Microsoft Organization Chart поможет уточнять, кто есть кто (и кто за кого отвечает) в любой компании;

Equation Editor — программа для вставки самых сложных математических уравнений.

Microsoft Office очень удобен — он не создает проблем при изучении новых приложений и работе с ними. Получить информацию о том, как лучше выполнить то или иное действие,

или найти нужный инструмент в различных приложениях можно путем получения справки из меню или у помощника.

К достоинствам Microsoft Office также относится интегрированность программ Excel, Word, Access друг с другом и с другими программами и поддержка новейших Web-технологий. Данные, созданные в разных приложениях, входящих в этот пакет, легко импортируются и экспортируются из одного приложения в другое.

В приложениях Microsoft Office можно создавать Web-страницы, не изучая формат HTML, сохранять документы в формате HTML, просматривать готовые HTML-документы, а также создавать гипертекстовые ссылки. Такая ссылка может быть помещена внутрь документа и будет указывать либо на Web страницу, либо на другой документ, где бы этот документ ни находился.

Наиболее популярными у большинства пользователей являются приложения Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Access, поэтому в нашем учебнике более подробно будут рассмотрены основные приемы работы именно в этих программах.

Различные версии Microsoft Office могут иметь некоторые отличительные особенности, поэтому в тех случаях, когда конкретные приемы операций зависят от используемой версии программы, мы будем опираться на версию Microsoft Office 2000, хотя в основном речь будет идти о таких обобщенных понятиях и методах, для которых различия между конкретными версиями программ второстепенны.

Операционные системы.

Операционная система — это комплекс программных средств, обеспечивающих в компьютере или вычислительной системе выполнение других программ, распределение ресурсов, планирование, ввод-вывод и управление данными.

Главной функцией операционной системы является управление прикладными процессами, памятью и внешними устройствами, интерфейсом пользователя, безопасностью данных и прочим. Для решения каждой из перечисленных задач управления операционная система имеет специальные блоки:

- *монитор*, который управляет выполнением задач;
- *загрузчик*, предоставляющий прикладному процессу необходимые программы;
- *супервизор*, управляющий процессом, памятью и работой оборудования;
- *планировщик*, определяющий порядок выполнения задач и распределение ресурсов;
- *утилита*, которая выполняет сервисные операции. Операционная система занимает большой объем, поэтому в оперативной памяти находятся только те ее части, с которыми в данный момент работает процессор (они называются резидентными). Остальные программы располагаются во внешней памяти и переписываются в оперативную по мере необходимости.

Операционные системы делятся на одно- и многозадачные. Современная операционная система — сложный комплекс программных средств, предоставляющих пользователю не только стандартизированный ввод-вывод и управление программами, но и упрощающий работу с компьютером. Программный интерфейс операционных систем позволяет уменьшить размер конкретной программы, упростить ее работу со всеми компонентами вычислительной системы.

Операционные системы, развиваясь вместе с ЭВМ, прошли длинный путь от простейших программ в машинных кодах длиной в несколько килобайт до монстров, написанных на языках высокого уровня, размер которых исчисляется десятками мегабайт. Такой значительный рост размера операционных систем обусловлен, главным образом, стремлением разработчиков «украсить» операционную систему, расширить ее возможности, добавить возможности, изначально несвойственные операционным системам, а также сделать интерфейс пользователя интуитивным. Все эти попытки дали свои результаты, и положительные, и отрицательные (усложнение настройки и программного интерфейса при упрощении пользовательского).

На сегодняшний день на рынке программного обеспечения для IBM PC-совместимых компьютеров сосуществуют несколько семейств операционных систем.

ОС UNIX — одна из старейших и наиболее простых операционных систем, обладающая тем не менее большим набором инструментальных средств. Позволяет работать с каждой прикладной программой в отдельном окне (полиэкранный интерфейс). С точки зрения пользователя, наиболее важными качествами системы являются переносимость прикладных программ с одного компьютера на другой и богатый сетевой сервис, позволяющий осуществлять распределенную обработку данных. ОС UNIX широко используется в суперкомпьютерах, рабочих станциях сети и профессиональных ПК. Сейчас на рынке программного обеспечения представлено много различных вариантов этой операционной системы: XENIX, UNIXWARE, SUN-OS, LINUX, BSD.

Операционная система OS/2, будучи полноправной многозадачной операционной системой, со своим оригинальным графическим пользовательским и программным интерфейсами, сохраняет совместимость с однозадачными ОС MS-DOS и PC-DOS. Она предоставляет широкие возможности обработки не только текстов, но и изображений. В основном предназначена для работы на серверах. Система обладает высокой надежностью, но работать с ней могут только квалифицированные пользователи.

ОС Microsoft Windows предназначена для работы в однопользовательском режиме (то есть является системой для ПК), но имеет и широкие сетевые возможности. Это многозадачная операционная система. Характеризуется удобным графическим интерфейсом, использует полиэкранную технологию. Позволяет осуществлять обмен данными между различными приложениями. Развитием ОС Microsoft Windows стала Windows NT, ориентированная на работу в разнородных сетях.

Примером широко распространенной однозадачной операционной системы является MS-DOS, предложенная корпорацией Microsoft.

Тема 1.4. САПР в машиностроении.

История САПР в машиностроении разделяется на несколько этапов. Первый этап формирования теоретических основ САПР начался в 50-х годах прошедшего столетия.

В основу идеологии положены разнообразные математические модели, такие как теория В-сплайнов, разработанная И. Шоенбергом (I.J. Schoenberg) в 1946 г. Моделированию кривых и поверхностей любой формы были посвящены работы П. Безье (P.E. Bezier), выполненные в 60-х годах. В этот период сформировалась структура и классификация САПР. Объекты проектирования стали рассматриваться с точки зрения различных областей науки, базовые подсистемы САПР разделились на геометрические, прочностные, аэродинамические, тепловые, технологические, и т. п., впоследствии их стали классифицировать как CAD, CAE, CAM, PDM, PLM.

САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования (собственно CAD - Computer Aided Design) решают задачи, в которых основной процедурой проектирования является создание геометрической модели, поскольку любые предметы описываются в первую очередь геометрическими параметрами.

САПР системы технологической подготовки производства (CAM - Computer Aided Manufacturing) осуществляют проектирование технологических процессов, синтеза программ для оборудования с ЧПУ, моделирование механической обработки и т.п. в соответствии с созданной геометрической моделью. САПР системы инженерного анализа (CAE - Computer Aided Engineering) позволяют анализировать, моделировать или оптимизировать механические, температурные, магнитные и иные физические характеристики разрабатываемых моделей, проводить симуляцию различных условий и нагрузок на детали. Как правило, эти пакеты работают, используя метод конечных элементов, когда общая модель изделия делится на множество геометрических примитивов, например тетраэдров. Основными модулями программ анализа являются препроцессор, решатель и постпроцессор. Исходные данные для препроцессора - геометрическая модель объекта - чаще всего получают из подсистемы конструирования (CAD). Основная функция препроцессора - представление исследуемой среды (детали) в сеточном виде, т.е. в виде множества конечных элементов. Решатель - программа, которая преобразует модели отдельных конечных элементов в общую систему алгебраических уравнений и рассчитывает эту систему одним из

методов разреженных матриц. Постпроцессор служит для визуализации результатов решения в удобной для пользователя форме. В машиностроительных САПР это форма - графическая. Конструктор может анализировать поля напряжений, температур, потенциалов и т.п. в виде цветных изображений, где цвет отдельных участков характеризует значения анализируемых параметров. Наконец, системы управления инженерными данными (PDM - Product Data Management) обеспечивают хранение и управление проектно-конструкторской документацией разрабатываемых изделий, ведение изменений в документации, сохранение истории этих изменений и т. п. На первом этапе развития возможности систем в значительной мере определялись характеристиками имевшихся в то время недостаточно развитых аппаратных средств ЭВМ. Для работы с системами САПР использовались графические терминалы, подключаемые к мэйнфреймам. Процесс конструирования механических изделий заключается в определении геометрии будущего изделия, поэтому истории САД-систем практически началась с создания первой графической станции. Такая станция Sketchpad, появившаяся в 1963 г, использовала дисплей и световое перо. Ее создатель И. Сазерленд в дальнейшем работал в агентстве ARPA и возглавлял департамент анализа и обработки информации, а позже стал профессором Гарвардского университета.

Развитие компьютерной графики сдерживалось не только аппаратными возможностями вычислительных машин, но и характеристиками программного обеспечения, которое должно было стать универсальным по отношению к использовавшимся аппаратным средствам представления графической информации. С 70-х годов прошлого века разрабатывался стандарт графических программ. Стандарт на базисную графическую систему включал в себя функциональное описание и спецификации графических функций для различных языков программирования.

В 1977 г. АСМ представила документ Core, который описывал требования к аппаратно-независимым программным средствам. В 1982 г. появилась система Graphical Kernel System (GKS), принятая в качестве стандарта в 1985 г, а уже в 1987 г. был разработан вариант GKS-3D с ориентацией на 3D-графику.

Параллельно с развитием САД-систем бурное развитие получили САМ-системы автоматизации технологической подготовки производства. В 1961 г. был создан язык программирования АРТ (Automatic Programming Tools), впоследствии этот язык стал основой многих других языков программирования применительно к оборудованию с числовым программным управлением. Параллельно с работами, проводившимися в США, в СССР Г.К. Горанский создал первые программы для расчетов режимов резания.

Разработанный к 1950 г. метод конечных элементов послужил толчком к развитию систем инженерного анализа САЕ. В 1963 г. был предложен способ применения метода конечных элементов для анализа прочности конструкции путем минимизации потенциальной энергии.

В 1965 г. NASA для поддержки проектов, связанных с космическими исследованиями, поставила задачу разработки конечно-элементного программного пакета. К 1970 г. такой пакет под названием NASTRAN (NAsa STRuctural ANalysis) был создан и введен в эксплуатацию. Стоимость разработки, длившейся 5 лет, составила \$4 млн. Среди компаний, участвовавших в разработке, была MSC (MacNeal-Schwendler Corporation), которая с 1973 г. начала самостоятельно развивать пакет MSC.NASTRAN, впоследствии ставший мировым лидером в своем классе продуктов. С 1999 г. компания MSC называется MSC.Software Corporation. В 1976 г. был разработан программный комплекс анализа ударно-контактных взаимодействий деформируемых структур DYNA-3D (позднее названный LS-DYNA).

Мировым лидером среди программ анализа на макроуровне считается комплекс Adams (Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems), разработанный и совершенствуемый компанией Mechanical Dynamics Inc. (MDI). Компания создана в 1977 г. Основное назначение комплекса Adams - кинематический и динамический анализ механических систем с автоматическим формированием и решением уравнений движения. Широкое внедрение систем САПР в то время сдерживалось высокой стоимостью программных продуктов и "железа". Так, в начале 80-х годов прошлого века стоимость одной лицензии САД-системы доходила до \$100000 и требовала использования дорогостоящей аппаратной платформы. Следующий этап развития ознаменовался началом использования графических рабочих станций под управлением ОС Unix. В середине 80-х годов компании Sun

Microsystems и Intergraph предложили рабочие и графические станции с архитектурой SPARC. Фирма DEC разработала автоматизированные рабочие места на компьютерах VAX, появились персональные компьютеры на основе процессоров i8086 и i80286. Эти разработки позволили снизить стоимость CAD-лицензии до \$20000 и создали условия более широкого применения для CAD/CAM/CAE-систем. В этот период математический аппарат плоского геометрического моделирования был хорошо "доведен", способствуя развитию плоских CAD-систем и обеспечивая точность геометрии до 0,001 мм в метровых диапазонах при использовании 16-битной математики. Появление 32-разрядных процессоров полностью обеспечило потребности плоских CAD-систем для решения задач любого масштаба. Развитие CAD-систем следовало двум подходам к плоскому моделированию, которые получили название твердотельный и чертежный. Чертежный подход оперирует такими основными инструментами как отрезки, дуги, полилинии и кривые. Операциями моделирования на их основе являются продление, обрезка и соединение. В твердотельном подходе основными инструментами являются замкнутые контуры, а остальные элементы играют вспомогательную роль.

Главными операциями моделирования являются булевы объединение, дополнение, пересечение. В 80-е годы прошлого века характеристики использовавшегося для САПР вычислительного оборудования значительно различались. Аппаратной платформой CAD/CAM-систем верхнего уровня были дорогие высокопроизводительные рабочие станции с ОС Unix. Такая техника позволяла выполнять сложные операции как твердотельного, так и поверхностного объемного моделирования применительно к деталям и сборочным узлам из многих деталей. Идеология систем объемного моделирования базируется на объемной мастер-модели; при этом определяется геометрия поверхности не по проекциям отдельных сечений, а интегрально - для всей спроектированной поверхности. Используя модель, можно получить информацию о координатах любой точки на поверхности, а также сформировать плоские изображения: виды, сечения и разрезы. Геометрическая модель позволяет легко получить такие локальные характеристики как нормали, кривизны и интегральные характеристики - массу, объем, площадь поверхности, момент инерции.

Системы объемного моделирования:

Системы объемного моделирования также базируются на двух подходах к построению поверхностей модели: поверхностном и твердотельном. При использовании поверхностного моделирования конструктор определяет изделие семейством поверхностей. При твердотельном способе конструктор представляет изделие семейством геометрических примитивов, таких как куб, шар, цилиндр, пирамида, тор. В отличие от чертежа модель является однозначным представлением геометрии и количественного состава объекта. Если в сборочном чертеже болт представляется несколькими видами, то в объемной сборке - одним объектом, моделью болта. Поверхностное моделирование получило большее распространение в инструментальном производстве, а твердотельное - в машиностроении. Современные системы, как правило, содержат и тот, и другой инструментарий и позволяют работать как с телами, так и с отдельными поверхностями, используя булевы и поверхностные процедуры. Принято делить CAD/CAM-системы по их функциональным характеристикам на три уровня (верхний, средний и нижний). В 80-е годы прошлого века такое деление основывалось на значительном различии характеристик использовавшегося для САПР вычислительного оборудования. CAD-системы нижнего уровня предназначались только для автоматизации чертежных работ, выполнявшихся на низкопроизводительных рабочих станциях и персональных компьютерах. К 1982 г. твердотельное моделирование начали применять в своих продуктах компании IBM, Computervision, Prime, но методы получения моделей тел сложной формы не были развиты, отсутствовал аппарат поверхностного моделирования. В 1983 г. была разработана техника создания 3D-моделей с показом или удалением скрытых линий.

В 1986 г. компания Autodesk выпустила свой первый CAD-продукт Autocad - однопользовательскую версию на языке "C" с поддержкой формата IGES. В области автоматизации проектирования унификация основных операций геометрического моделирования привела к созданию универсальных геометрических ядер, предназначенных для применения в разных САПР. Распространение получили два геометрических ядра:

Parasolid (продукт фирмы Unigraphics Solutions) и ACIS (компания-разработчик Spatial Technology). Ядро Parasolid было разработано в 1988 г. и в следующем году стало ядром твердотельного моделирования для CAD/CAM Unigraphics, а с 1996 г. - промышленным стандартом. Необходимость обмена данными между различными системами на различных этапах разработки продукции способствовала стандартизации описаний геометрических моделей. Вначале появился стандарт IGES (Initial Graphics Exchange Specification).

Фирма Autodesk в своих продуктах стала использовать формат DXF (Autocad Data eXchange Format). Затем были разработаны язык Express и прикладные протоколы AP203 и AP214 в группе стандартов ISO 10303 STEP (Standard for Exchange Product Model Data). В 1986 г. появился ряд новых стандартов. Среди них CGI (Computer Graphics Interface) и PHIGS P (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System) - стандарт ANSI, принятый в качестве стандарта ISO в 1989 г. В 1993 г. компанией Silicon Graphics предложен стандарт OpenGL (SGI Graphical Language), широко используемый в настоящее время.

В упомянутых системах используются графические форматы для обмена данными, представляющие собой описание изображения в функциях виртуального графического устройства (в терминах примитивов и атрибутов). Графический формат (метафайл) обеспечивает возможность запоминания графической информации, передачи ее между различными системами и интерпретации для вывода на различные устройства. Такими форматами явились CGM - Computer Graphics Metafile, PostScript - Adobe Systems Language, GEM - GEM Draw File Format и др.

Работы по стандартизации были направлены на расширение функциональности графических языков и систем, включение в их состав средств описания не только данных чертежей и 3D-моделей, но и других свойств и характеристик изделий.

Четвертый этап (начиная с конца 90-х годов) характеризуется интеграцией CAD/CAM/CAE-систем с системами управления проектными данными PDM и с другими средствами информационной поддержки изделий.

На этом этапе многие предприятия уже прошли первый этап автоматизации. В основу процессов проектирования и производства была положена геометрическая модель изделия, которая применялась на всех этапах подготовки производства. При такой форме организации производства начинают эффективно функционировать сквозные процессы, опирающиеся на геометрию модели. В первую очередь это подготовка производства с помощью САМ-систем. Сложность геометрии современных изделий неуклонно возрастает, и изготовление их без геометрической модели практически невозможно. Максимальная эффективность от внедрения САПР достигается тогда, когда система включает в себя не только конструкторское, но и технологическое проектирование.

Сложность управления проектными данными, необходимость поддержания их полноты, достоверности и целостности, необходимость управления параллельной разработкой привели в 80-е годы к созданию системам управления проектными данными PDM (Product Data Management). В начале 80-х годов компания CDC разработала первую PDM-систему под названием EDL. В 90-х годах активно разрабатывались продукты PDM для САПР в машиностроении. Одной из первых развитых PDM-систем являлась система Optegra компании Computervision. В этот же период компания Unigraphics Solutions (UGS) совместно с Kodak разработала PDM-систему iMAN. В 1998 г. компания PTC вышла на рынок PDM-систем, купив компанию Computervision и ее Internet-ориентированную PDM-технологию Windchill. В последние годы происходило быстрое развитие PDM-систем: появились ENOVIA и Smarteam от Dassault Systemes, Teamcenter от UGS и другие. Среди российских систем PDM наиболее известными являются Лоцман: PLM компании Аскон, PDM STEP Suite, разработанная под НПО "Прикладная логистика", Party Plus компании Лоция-Софт и т.д. Итак, термин САПР (система автоматизации проектирования) подразумевает комплексный подход к разработке изделия и включает совокупность систем CAD/CAM/CAE. Развитие систем геометрического моделирования, анализа и расчета характеристик изделия сопровождается интеграцией в рамках предприятия.

Мировой рынок обособленных CAD/CAM решений уже насыщен, системы близки по функциональности, и темпы роста этого сегмента рынка минимальны. По этой причине происходит усиление интеграции систем CAD/CAM/CAE с системами PDM, которые

позволяют хранить и управлять проектно-конструкторской документацией на разрабатываемые изделия, вносить в документацию изменения, поддерживать хранение истории этих изменений. Распространение функций PDM-систем на все этапы жизненного цикла продукции превращает их в системы PLM (Product Lifecycle Management). Развитие систем PLM обеспечивает максимальную интеграцию процессов проектирования, производства, модернизации и сопровождения продукции предприятия и по сути имеет много общего с концепцией интегрированной поддержки жизненного цикла изделия.

Компьютерное моделирование является необходимым инструментом создания современных технических объектов. Все более широкий круг предметов и явлений становятся объектами компьютерной симуляции. Она внедрилась практически во все сферы инженерной деятельности. Значительная доля предприятий использует технологию пространственного моделирования, для некоторых она является основным инструментом разработки конструкторской документации и - нередко - технологических процессов. Естественным является переход на следующий уровень - компьютерный анализ и проектирование.

В условиях динамично развивающегося рынка САПР знание основ трехмерного моделирования, параметризации, создания чертежей в САД-системе является необходимым для инженера-конструктора. В любой проектно-конструкторской организации, на любом предприятии и в высшем учебном заведении в последние несколько лет большое внимание уделяется подготовке расчетов, чертежей и документации именно с использованием персональных компьютеров. Технический специалист, кроме знаний в своей области, должен отменно владеть навыками автоматизированного проектирования, легко, точно, а главное, быстро решать поставленные задачи в графическом редакторе или в расчетной системе, без этого его предприятие (а значит, и он сам) обречено оказаться раздавленным жесткой рыночной конкуренцией.

Очень важным моментом, влияющим на качество работы инженера-проектировщика, является выбор среды моделирования. Среди множества инженерных систем для трехмерного моделирования, доступных сегодня, на самом деле не много таких, которые при удобстве интерфейса, легкости и простоте в освоении обладали бы широким функционалом и при этом имели доступную цену. Одной из таких систем является КОМПАС-3D.

Раздел 2. Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.

Тема 2.1. Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса APM WinMachine.

1) Выбор режима (на примере вала).

Для того, чтобы нарисовать вал нужно последовательно задать элементы его конструкции; для проведения расчетов, нужно также ввести нагрузки и разместить опоры. Чтобы нарисовать или отредактировать какой либо элемент вала, нужно переключить редактор в режим рисования этого элемента. Для этого нужно выбрать либо соответствующую пиктографическую кнопку на инструментальной панели, либо команду в главном меню. Показателем текущего режима является форма курсора в рабочем поле – она соответствует объектам, с которыми в данный момент работает редактор, а также информация на статусной панели.

2) Рисование.

Рисование вала, ввод нагрузок и опор в системе APM Shaft производится с помощью мыши. После активации команды курсор мыши принимает форму активного элемента. В процессе рисования курсором мыши необходимо указать точку или участок где нужно поместить активный элемент; после этого параметры элемента могут быть уточнены в диалоговом окне. По особенностям задания примитивы редактора валов можно условно разделить на две группы - «точечные» и «протяженные». К «точечным» элементам относятся те, для размещения которых нужно указать либо только осевую координату (сосредоточенные силы, опоры), либо участок (например, для размещения галтели нужно указать зону контакта цилиндров, для задания фаски – край цилиндра). Для задания этих элементов нужно поместить курсор в нужную точку или зону и щелкнуть *левой* кнопкой мыши. На экране появляется диалоговое окно, в котором вводятся характеристики элементов (например,

величина силы или радиус галтели). К числу «протяженных» относятся цилиндрические и конические секции вала, участки с резьбой, отверстия, шпоночные пазы и шлицы, распределенные силы. При вводе этих примитивов обычно нужно задать габариты соответствующего элемента (например, начальную и конечную точки цилиндрического участка и его диаметр). Последовательность действий в этом случае следующая. Сначала поместить курсор в ту точку, где начинается элемент, и нажать левую кнопку мыши. Затем, удерживая кнопку, переместить курсор в ту точку, где элемент кончается, и отпустить кнопку. В процессе перемещения курсора при нажатой кнопке мыши на экране рисуется текущая форма (или текущие габариты) элемента, а на статусной панели выводятся текущие значения параметров. Если отпустить кнопку, на экране может появляться диалоговое окно для уточнения значений параметров.

Элементы вала можно также разделить на «первичные» и «вторичные». К первичным относятся цилиндрические и конические секции вала. Все остальные элементы являются вторичными – они могут быть введены только после того, как заданы первичные элементы и только в их границах (например, нельзя задать нагрузку при отсутствии вала или приложить ее за его границами).

3) Редактирование.

Редактирование в системе APM Shaft включает в себя изменение параметров элементов вала или удаление.

При редактировании нужно переключить редактор в режим рисования элементов того типа, который Вы хотите редактировать. Затем необходимо указать объект, который вы хотите удалить или изменить. Для этого нужно поместить курсор на объект и нажать правую кнопку мыши. (Точность указания объекта курсором должна быть достаточной, чтобы система могла определить какой объект Вы хотите редактировать; не обязательно помещать курсор непосредственно на объект, достаточно, чтобы он был ближайшим среди объектов данного типа). На экране появляется диалоговое окно редактирования, содержащее параметры объекта и кнопку «Удалить». Пользователь может ввести новые значения параметров или удалить объект.

4) Диагностика.

В процессе работы система пытается отследить ошибочные действия пользователя. Например, невозможно разместить нагрузки или опоры за пределами вала; ввести отверстие, диаметр которого больше диаметра вала и т.п. Тем не менее, предусмотреть все виды возможных ошибок трудно, поэтому пользователь должен контролировать вал, который он рисует. Следует быть внимательным при редактировании (изменении) конструкции вала. Например, у Вас есть цилиндрический сегмент вала длиной 100 мм, на котором имеется участок с резьбой длиной 90 мм. Вы решили уменьшить длину сегмента до 50 мм, но не уменьшили длину участка с резьбой. В результате участок с резьбой перейдет на следующий сегмент (который может иметь другой диаметр) или даже выйдет за пределы вала.

5) Рисование цилиндрической секции.

Для рисования цилиндрической секции выберите команду **Задать | Цилиндр** или кнопку "**Цилиндр**" на инструментальной панели. Рисование цилиндрической секции может осуществляться в трех режимах:

- добавление секции слева
- добавление секции справа
- вставка секции

Выбор режима определяется выбором начального положения курсора (имеется в виду положение курсора в тот момент, когда Вы нажимаете левую кнопку мыши). Если ближайшим к курсору в начальный момент рисования будет левый край вала, новая секция будет добавлена к валу слева, если правый - то справа. Если ближайшей является граница между двумя существующими секциями внутри вала, то новая секция будет вставлена между ними.

Чтобы добавить новую секцию к левому концу вала (рис. 1а) поместите курсор слева от левого конца вала и нажмите левую клавишу мыши. Далее, перемещая курсор, задайте ширину и радиус секции. Текущие значения этих параметров отображаются на *статусной панели*. Форма новой секции показывается на экране цветом отличным от цвета уже

введенных участков вала. Когда Вы отпустите кнопку мыши, секция будет перерисована нормальным цветом. Если первоначально курсор поместить на первую секцию (но ближе к ее левому краю) то новая секция будет добавлена также слева, при этом вал как бы сдвинется.

Если Вы хотите вставить новую секцию внутрь вала, поместите курсор на границу тех участков, между которыми Вы хотите вставить новую секцию, нажмите левую кнопку мыши и удерживая ее задайте размеры вставляемой секции. Для контроля точности отрисовки секции пользуйтесь режимом редактирования.

б) Рисование конической секции.

Конический участок в редакторе валов может быть задан тремя способами:

а) по начальному и конечному радиусам;

б) по начальному радиусу и значению конусности;

в) по начальному радиусу и углу между образующей конуса и осью вала.

Для выбора способа рисования нужно открыть всплывающее меню.

Задать | Конус и в нем выбрать в нем одну из команд **По радиусам**, **По конусности** или **По углу**. Если Вы выберете один из двух последних способов, нужно ввести значения конусности или угла конуса. Для этого служат команды **Задать | Конус | Задать Конусность** и **Задать | Конус | Задать Угол**. Рисование конуса похоже на рисование цилиндра. Предположим, что Вы решили добавить конический участок к правому краю вала, задав его начальным и конечным радиусами. Поместите курсор справа от вала и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая кнопку мыши нажатой, переместите курсор по горизонтали так, чтобы он расположился на правом краю вала.

Теперь перемещайте курсор по вертикали до тех пор, пока левый радиус конуса не примет то значение, которое Вам нужно (значение левого радиуса выводится на статусной панели). После этого перемещайте курсор по горизонтали до тех пор, пока длина секции не примет нужное значение. Далее снова перемещайте курсор по вертикали, чтобы установить величину правого радиуса конуса.

Если Вы рисуете конус по углу или по величине конусности, то после задания начального радиуса, «резиновый» конус рисуется сразу с нужным углом (или с нужным значением конусности). При этом пользователю необходимо только задать один из радиусов и длину конуса, второй радиус определится автоматически. В этой ситуации возможны два варианта – если при перемещении курсора последний будет находиться выше чем верхний край или ниже чем нижний край конуса, диаметр конуса будет увеличиваться (начальный радиус будет меньше конечного); в противном случае диаметр конуса будет уменьшаться.

Тема 2.2. Проектирование в модуле Shaft программного комплекса APM WinMachine.

Задание конструктивных элементов (на примере вала):

Используя графический редактор можно задать следующие конструктивные элементы вала: фаски, галтели, канавки, шпоночные пазы, шлицы, отверстия, участки с резьбой.

1) Фаска.

Фаска; небольшая коническая расточка на краю цилиндрического участка вала.

Для рисования фаски выберите команду

Задать |  Фаска или кнопку «Фаска» на инструментальной панели. Подведите курсор к тому краю сегмента, на котором Вы хотите поместить фаску и нажмите левую кнопку мыши. На экране появляется диалог, в котором необходимо указать ширину фаски и угол между образующей фаски и осью вала. Введите нужные значения или используйте те, которые предлагаются по умолчанию. Для редактирования или удаления фаски войдите в режим ее рисования, выберите нужную фаску для редактирования, подведя к ней курсор и нажав *правую* кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемого элемента и клавишу для удаления элемента.

2) Канавка.

В APM Shaft предусмотрено задание канавок трех типов. Чтобы задать канавку выберите команду **Задать | Канавка** или соответствующую пиктограмму. Далее поместите курсор в то место где Вы хотите поместить канавку. На экране появится диалоговое окно, которое позволит Вам выбрать тип канавки. Вслед за ним будет показано окно, в котором Вы можете

ввести параметры канавки. По умолчанию используются стандартные значения, которые зависят от диаметра вала. Для редактирования или удаления канавки войдите в режим ее рисования, выберите нужную канавку для редактирования, подведя к ней курсор и нажав *правую* кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемого элемента и клавишу для удаления элемента.

3) Шпоночный паз.

Шпоночные соединения служат для передачи вращающего момента между валом и укрепленной на нем деталью, например ступицей зубчатого колеса. Конструктивно шпонка представляет собой стальной брус, вставляемый в пазы вала и насаженной на него детали. В редакторе **APM Shaft** Вы можете нарисовать шпоночные пазы четырех типов; закругленные влево и вправо, закругленные с обеих сторон, а также прямоугольные. Для рисования шпоночного паза сначала выберите нужный вам тип, например закругленный справа в меню **Задать | Шпоночный паз | Закругленный справа** или выбрав соответствующую пиктограмму. Затем поместите курсор в точку, соответствующую левой или правой границе шпоночного паза и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая кнопку мыши, переместите курсор в точку соответствующую другой границе шпоночного паза соединения (при этом на экране будет изображен габаритный прямоугольник шпоночного паза) и отпустите кнопку. На экране появится диалоговое окно (см. рис.9), в котором пользователь может уточнить параметры шпоночного паза. Для использования стандартной шпонки нажмите кнопку «База данных». В появившемся диалоговом окне (см. рис.10) выберите тип шпонки (клиновые, призматические, сегментные, тангенциальные), строчку базы данных и нажмите «Ok». При этом такие параметры шпоночного паза как ширина и глубина будут выбраны автоматически в зависимости от диаметра вала. Рассчитать необходимую длину шпонки можно в системе **APM Joint**. При рисовании одного шпоночного паза поверх другого происходит замена паза. Для редактирования или удаления шпоночного паза войдите в режим его рисования, выберите шпоночный паз для редактирования, подведя к нему курсор и нажав *правую* кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемого элемента и клавишу для удаления элемента.

4) Шлиц.

Для редактирования или удаления шлица войдите в режим его рисования, выберите шлиц для редактирования, подведя к нему курсор и нажав *правую* кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно (см. рис.) содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемого элемента и клавишу для удаления.

5) Осевое и перпендикулярное отверстие.

Редактор **APM Shaft** позволяет задавать осевые отверстия используя команду **Задать | Отверстие**. Пользователь может задать два отверстия, которые начинаются, соответственно, на левой и правой торцевых поверхностях вала. Отверстия могут иметь ступенчатую форму. Отверстия рисуются и редактируются так же как цилиндрические участки вала. **APM Shaft** позволяет также задать перпендикулярные отверстия используя команду **Задать | Перпендикулярное отверстие**. Укажите мышью место расположения перпендикулярного отверстия на валу и нажмите левую клавишу мыши. В появившемся диалоговом окне вы можете уточнить параметры отверстия.

Осевое отверстие

Сегмент отверстия

Длина, мм: 14

Левый радиус, мм: 9

Правый радиус, мм: 9

Удалить сегмент

Удалить левое отверстие полностью

Удалить правое отверстие полностью

ОК Отмена Справка

Перпендикулярное отверстие

Параметры

Расстояние от левой границы секции вала, мм: 8

Радиус, мм: 0

Удалить перпендикулярное отверстие

ОК Отмена Справка

Для редактирования или удаления отверстия войдите в режим его рисования, выберите отверстие для редактирования, подведя к нему курсор и нажав правую кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемого элемента и клавишу для удаления. Следует отметить, что редактирование ступенчатых осевых отверстий предполагает редактирования (удаление) каждой ступени.

6) Нагрузки, действующие на вал.

С помощью редактора APM Shaft можно задать поперечные и осевые сосредоточенные силы, распределенные силы, моменты изгиба и кручения, а также внешние осевые моменты инерции и сосредоточенные массы. Для выполнения расчета должна быть задана хотя бы одна нагрузка. Иначе при попытке расчета система выдаст соответствующее предупреждение.

7) Поперечная сила.

Поперечные силы направлены перпендикулярно оси вала. После активации команды **Задать | Поперечная сила** поместите курсор в ту точку, где эта сила должна быть приложена и щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится диалоговое окно для ввода параметров. Поперечная сила характеризуется осевой координатой (расстоянием от начала вала), направлением и величиной. Вы можете задать силу двумя способами. В одном случае Вы вводите модуль силы и угол который составляет направление линии действия силы с вертикалью; эти параметры вводятся в полях *Модуль* и *Угол*. Во втором случае Вы задаете горизонтальную и вертикальную проекцию силы в полях *Вертикальная* и *Горизонтальная*. Переключение между способами задания силы производится с помощью кнопок-переключателей *Модуль* и *Проекции*. Для редактирования или удаления поперечной силы войдите в режим ее рисования, выберите поперечную силу для редактирования, подведя к ней курсор и нажав правую кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемой нагрузки и клавишу для удаления

8) Осевая сила.

После активации команды **Задать |  Осевая сила** нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в точке приложения силы. На экране появляется диалоговое окно, в котором необходимо ввести величину силы. Пользователь может задать идентификатор силы, который состоит из названия и индекса (F_2 , F_{ax}), которые вводятся в соответствующих полях. Осевые силы для выполнения расчета должны быть скомпенсированы. Иначе при попытке расчета система выдаст соответствующее предупреждение. Для редактирования или удаления осевой силы войдите в режим ее рисования, выберите осевую силу для редактирования, подведя к ней курсор и нажав правую кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемой нагрузки и клавишу для удаления

9) Распределенная сила.

Распределенная сила характеризуется участком, на котором она действует, а также значениями удельной силы на левой и правой границах (промежуточные значения получаются линейной интерполяцией). После активации команды **Задать |  Распределенная сила** поместите курсор на одну из границ зоны действия силы (безразлично, левую или правую), нажать левую кнопку мыши и удерживая ее переместить курсор в точку, соответствующую другой границе зоны. После того, как Вы отпустите кнопку, на экране появится диалоговое окно, в котором Вы можете уточнить границы зоны действия распределенной силы и ввести значения удельной силы, действующие на левой и правой границах. Для редактирования или удаления распределенной силы войдите в режим ее рисования, выберите распределенную силу для редактирования, подведя к ней курсор и нажав правую кнопку мыши. Появившееся диалоговое окно содержит поля ввода с текущими значениями параметров редактируемой нагрузки и клавишу для удаления.

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Проектировочный расчет косозубой передачи внешнего зацепления в модуле APM Trans.	4	2 час. разработка проектных чертежей в системе
2		Общий расчет вала в модуле APM Shaft.	4	2 час. разработка проектных чертежей в системе
3	2.	Расчет соединений в модуле APM Joint.	5	2 час. Разработка проектных чертежей в системе
4		Расчет спиральной пружины сжатия в модуле APM Spring.	4	2 час. Разработка проектных чертежей в системе
ИТОГО			17	8

4.4. Практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>7</i>	<i>5</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	36	+	+	2	18	Лк, ЛР, СР	зачет
2. Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	36	+	+	2	18	Лк, ЛР, СР	зачет
<i>всего часов</i>	72	36	36	2	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1) Павлов В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. [Электронный ресурс];

2) Фещенко В.Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - Кн. 2. Проектирование машин и их деталей. - 400 с.: ил., табл., схем. [Электронный ресурс];

3) Максимов Н.В. Современные информационные технологии: учебное пособие / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - М.: ФОРУМ, 2011. - 512с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Павлов В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229151	ЛК ЛР СР	ЭР	1
2.	Проектирование РЭС: CAD/CAM/CAE/PDM / В.В. Сускин, В.Ф. Шевченко, В.В. Коваленко и др. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 436с.: схем., табл., ил. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429876	ЛК	ЭР	1
3.	Современные компьютерные технологии: учебное пособие / Р.Г. Хисматов, Р.Г. Сафин, Д.В. Тунцев, Н.Ф. Тимербаев; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 83 с.: схем. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428016	ЛК	ЭР	1
Дополнительная литература				
4.	Фещенко В.Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - Кн. 2. Проектирование машин и их деталей. - 400 с. : ил., табл., схем. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444431	ЛК ЛР СР	ЭР	1

5.	Губич Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск: Белорусская наука, 2010. - 286 с. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142436	ЛК	ЭР	1
6.	Замрий А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ Structure 3D: учебное пособие / А. А. Замрий. - Москва: АПМ, 2004. - 208 с.	ЛР	70	1
7.	Максимо Н.В. Современные информационные технологии: учебное пособие / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - М.: ФОРУМ, 2011. - 512с.	СР	40	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к зачету, закреплению и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Работа на лабораторных работах заключается в изучении универсальной среды компьютеризации инженерно-графических работ; машинной графики для получения конструкторской документации, как по качеству исполнения документов, удовлетворяющих стандартам ЕСКД, так и по соблюдению требований стандартов. Разбираются примеры

пространственного моделирования с применением практических навыков использования ПК для интенсификации учебного процесса и активизации учебно-познавательной деятельности бакалавра.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: развитие способностей самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 (4 часа).

Тема: Проектировочный расчет косозубой передачи внешнего зацепления в модуле APM Trans.

Цель работы: научиться проектировать модуле APM Trans.

Ход работы:

Общий порядок расчета:

1. Выбор типа передачи.
2. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
3. Задание основных параметров.
4. Задание дополнительных параметров (если необходимо).
5. Задание графика режима работы (если по условию передача работает в нестандартном режиме).
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов расчета.
8. Генерация чертежа спроектированной передачи.
9. Вывод результатов расчета на печать.
10. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

Задача

Выполнить проектировочный расчет однопоточной косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления со следующими параметрами:

- момент на выходе – 800 Н·м;
- частота вращения выходного вала – 120 об/мин;
- передаточное число – 3,15;
- ресурс – 20000 часов;
- термообработка зубчатых колес – закалка ТВЧ до твердости 50 HRC;
- режим работы – нестандартный, задается пользователем;
- расположение шестерни относительно опор вала – симметричное.
- межосевое расстояние – 120 мм.

Решение

Выбор типа передачи

Нажимаем кнопку «**Выбор типа передачи**» (меню **Тип/Передачи**) и в открывшемся диалоговом окне «**Выберите тип передачи**» выбираем «**Косозубая внешнего зацепления**».

Выбор типа расчета

В меню **Тип/Расчета** выбираем **«Проектировочный»**.

Задание основных параметров

Нажимаем кнопку **«Ввод исходных данных»** (меню **Данные**) и в поля ввода открывшегося диалогового окна **«Основные данные»** записываем запрашиваемые параметры в соответствии с исходными данными (кроме значения требуемого межосевого расстояния):

«Момент на выходе» – 800 [Н·м];

«Обороты на выходе» – 120 [об/мин];

«Передаточное число» – 3.15;

«Требуемый ресурс» – 20000 [час];

«Число зацеплений» для шестерни – 1;

«Число зацеплений» для колеса – 1.

Из выпадающего списка **«Термообработка»** для шестерни и колеса выбираем **«Закалка»**. Из выпадающего списка **«Режим работы»** выбираем **«Задан пользователем»**. Из выпадающего списка **«Крепление шестерни на валу»** выбираем **«Симметрично»**.

Задание дополнительных параметров *Задание межосевого расстояния.*

Для задания требуемого межосевого расстояния нажимаем кнопку **«Еще...»** в окне **«Основные данные»** и в соответствующем поле ввода открывшегося диалогового окна **«Дополнительные данные»** вводим значение требуемого межосевого расстояния. Поля с остальными параметрами оставляем незаполненными (нулевыми).

Задание коэффициента смещения инструмента

По умолчанию в соответствующем поле стоит значение **0**, т. е. предполагается, что нарезание происходит без смещения. После закрытия диалогового окна **«Дополнительные данные»** программа запрашивает, оставлять ли это значение или автоматически подобрать коэффициент смещения для шестерни и колеса (исходя из того, что по условию значение межосевого расстояния есть целое число).

Задание графика режима работы

После закрытия диалоговых окон с данными (основными и дополнительными) откроется диалоговое окно **«Режим нагружения»**. В плоскости этого окна вводим координаты точек графика режима работы, а затем выбираем тип их соединения, в данном случае **«Слайн»**.

Выполнение расчета

Нажимаем кнопку **«Расчет»** (меню **«Расчет»**). После окончания расчета становится активной кнопка **«Результаты»** (меню **«Результаты»**).

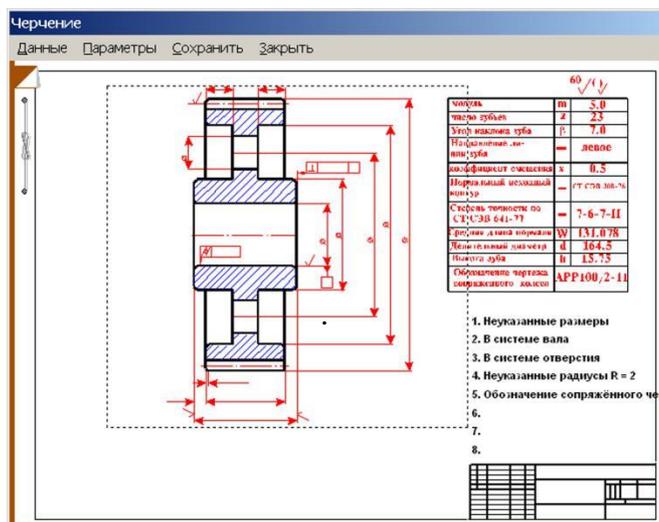
Просмотр результатов расчета

Для просмотра результатов расчета нажимаем кнопку **«Результаты»** (меню **«Результаты»**). В открывшемся диалоговом окне **«Результаты»** необходимо указать флажками те виды результатов, которые интересуют пользователя (основные результаты, параметры материала, силы в зацеплении и т. д.), и нажать кнопку **«Продолжить»** для последовательного просмотра выбранных результатов.

Генерация чертежа спроектированной передачи

В диалоговом окне **«Результаты»** флажком отмечаем пункт **«Чертеж...»**. После нажатия кнопки **«Продолжить»** выбираем, какой из элементов передачи (ведущий или ведомый) требуется начертить.

В открывшемся при этом диалоговом окне **«Черчение»** необходимо сделать некоторые настройки. Рис. 2. Выбор типа ступицы.



Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области изображения колеса (меню **Данные/Исполнение...**) вызывает открытие диалогового окна **«Выберите тип ступицы»** (рис. 3). Тип ступицы зубчатого колеса выбираем щелчком на одной из трех кнопок этого окна.



Рис. 3

После подтверждения выбора типа ступицы (т. е. нажатия кнопки **«Ок»** в окне **«Выберите тип ступицы»**) открывается еще од-но диалоговое окно – **«Выберите соединение»** (рис. 4). Кнопки этого окна соответствуют следующим типам соединений (в направлении сверху вниз):

- соединения колеса с валом с натягом;
- шпоночное соединение;
- шлицевое соединение.

Выбрав подходящий тип соединения, необходимо щелкнуть на соответствующей ему кнопке.

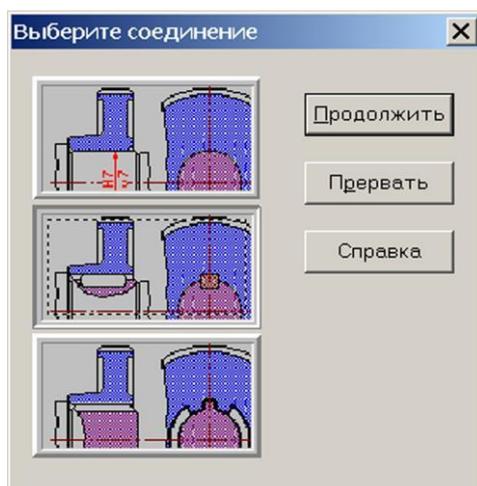


Рис. 4.

Затем следует нажать кнопку **«Продолжить»** и в полях открывшегося диалогового окна **«Размеры конструкции»** (рис. 5) уточнить габаритные и присоединительные размеры.



Рис. 5

Нажатием кнопки **«ОК»** завершаем ввод настроек зубчатого колеса.

Задание параметров зацепления

Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области таблицы параметров в диалоговом окне **«Черчение»** (см. рис. 2) или выбор в меню **Данные/Таблица зацепления...** вызывает открытие диалогового окна **«Таблица зацепления»** (рис. 6). Пользователь может изменить значения параметров, записанные в полях с белым фоном. Нажатием кнопки **«Контр. Параметры»** можно добавить в таблицу соответствующие контрольные параметры колеса.

Задание технических требований

Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области списка с техническими требованиями (меню **Данные / Технические требования...**) вызывает открытие диалогового окна **«Технические требования»** (рис. 6). Пользователь может изменить параметры, записанные в полях с белым фоном.

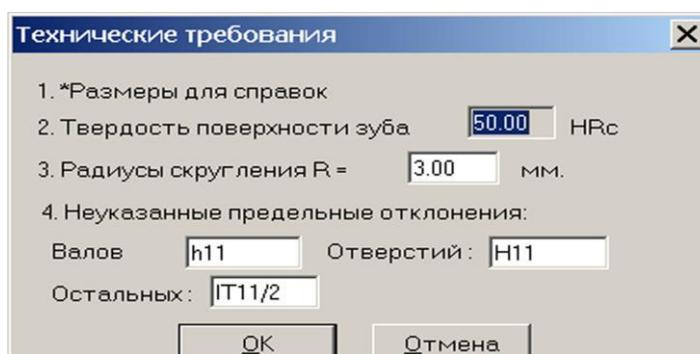


Рис. 6. Технические требования.

Заполнение основной надписи:

Двойным щелчком левой кнопкой мыши в области основной надписи чертежа (меню **Данные/Штамп...**) открываем диалоговое окно **«Заполнение штампа»**, в полях ввода которого можно указать фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т. д.

Сохранение чертежа

Для завершения генерации чертежа необходимо в окне **«Черчение»** выбрать пункт меню **Сохранить...** и сохранить этот чертеж как файл с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора APM Graph, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного зубчатого колеса.

Вывод результатов расчета на печать

Для вывода результатов расчета на печать нужно нажать в основном окне программы кнопку **«Печать»** (меню **Файл/Печать**)

и в открывшемся диалоговом окне **«Выбор результатов для печати»** отметить флажками те результаты, которые требуется вывести на печать.

Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата ***.rtf**, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата ***.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Сохранить как...** тип файла ***.rtf** и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности: выполнить проектировочный и проверочный расчет зубчатой пары с исходными данными по выбору. Сгенерировать чертеж выбранного элемента передачи.

Задания для самостоятельной работы: повторение и закрепление теоретических и практических вопросов по теме занятия.

Основная литература:

1) Павлов В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. [Электронный ресурс];

2) Современные компьютерные технологии: учебное пособие / Р.Г. Хисматов, Р.Г. Сафин, Д.В. Тунцев, Н.Ф. Тимербаев; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 83с.: схем. [Электронный ресурс].

Дополнительная литература:

1) Максимов Н.В. Современные информационные технологии: учебное пособие / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - М.: ФОРУМ, 2011. - 512с.

Лабораторная работа № 2 (4 час).

Тема: Общий расчет вала в модуле APM Shaft.

Цель работы: научиться работать в модуле APM Shaft.

Ход работы:

Общий порядок расчета

1. Создание модели вала.
2. Задание опор вала.
3. Задание нагрузок.
4. Задание параметров материала вала.
5. Выполнение расчета.
6. Просмотр результатов расчета.
7. Генерация чертежа вала.
8. Вывод результатов расчета на печать.
9. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

Задача

Выполнить общий расчет вала (см. рис. 1) на усталостную прочность. На вал действуют следующие нагрузки:

$$T_1 = T_2 = 2000 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$F_{r1} = 4,9 \text{ кН};$$

$$F_{a1} = 1,87 \text{ кН};$$

$$F_{t1} = 13,3 \text{ кН};$$

$$F_{r2} = 14,76 \text{ кН};$$

$$F_{a2} = 5,6 \text{ кН};$$

$$F_{t2} = 40 \text{ кН};$$

$$M_{a1} = M_{a2} = 280 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

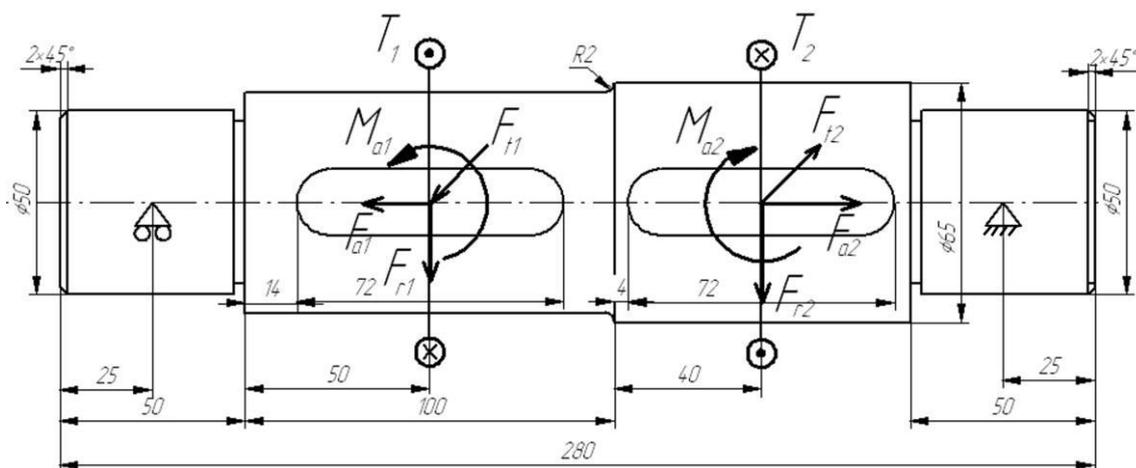


Рис. 1

Шпоночные канавки взять стандартные, из базы данных.

Правая опора воспринимает результирующую осевую нагрузку.

Материал вала – сталь 55, частота вращения вала – 200 об/мин; ресурс работы – 20 тыс. ч, режим нагружения – постоянный.

Решение

Создание модели вала

Создание цилиндрических секций

Поскольку вал состоит из цилиндрических секций, то достаточно подробно рассмотреть создание только одной из этих секций, например, левой.

Переходим в режим создания цилиндрической секции нажатием кнопки «Цилиндр» (меню **Задать/Цилиндр**). Курсор приобретает характерный вид цилиндра, причем точное позиционирование производится указателем курсора (в виде крестика). Фиксируем указателем курсора произвольную точку поля редактора, затем нажимаем левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, создаем прямоугольник, моделирующий цилиндрическую секцию вала. Текущие размеры прямоугольника (диаметр и длина цилиндрической секции) динамически отображаются в строке статуса.

Гораздо удобнее не следить за текущими размерами секции,

сначала схематически изобразить произвольную секцию, а потом откорректировать ее параметры, т.е. отредактировать созданную секцию. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши на созданной секции и изменить параметры, записанные в полях открывшегося диалогового окна **«Секция вала»**.

Аналогичным образом создаем три оставшиеся цилиндрические секции вала (в соответствии с размерами), каждая из которых будет автоматически соосно присоединяться к предыдущей секции.

Создание на секциях вала фасок

Переходим в соответствующий режим нажатием кнопки **«Фаска»** (меню **Задать/Фаска**) и щелкаем указателем курсора (в этом режиме он имеет вид крестика) вблизи границы сегмента. В поля ввода открывшегося диалогового окна **«Фаска»** записываются параметры создаваемой фаски.

Создание скруглений (галтелей) на заплечиках вала

Нажимаем кнопку **«Галтель»** (меню **Задать/Галтель**), а затем щелкаем крестиком курсора на границе между двумя сегментами. После этого откроется диалоговое окно **«Галтель»**, в поля которого записываются параметры создаваемой галтели.

Создание канавки для выхода шлифовального круга

Нажимаем кнопку **«Канавка»** (меню **Задать/Канавка**) и щелкаем крестиком курсора на границе между двумя сегментами. Это приводит к появлению окна **«Выбор типа канавки»** со схематическим изображением трех типов канавок, которые можно создать на валу

Для выбора типа создаваемой канавки щелкаем левой кнопкой мыши на изображении выбранного типа канавки и нажимаем кнопку **«ОК»**.

Примечание. Следует иметь в виду, что не все типы канавок могут быть созданы на границах цилиндрических сегментов. Если выбран такой тип канавки, который невозможно создать в конкретных условиях, программа выдаст соответствующее сообщение.

После выбора типа создаваемой канавки откроется диалоговое окно **«Канавка»**. В правой части этого окна показывается таблица с соотношениями параметров канавки для различных диаметров валов, а в полях ввода его нижней части показываются (красным цветом) те параметры канавки, которые подходят для этой секции вала. При желании эти значения могут быть изменены. Создание канавки для выхода шлифовального круга завершается нажатием кнопки **«ОК»**.

Создание шпоночных канавок.

рассматриваемом примере на цилиндрической секции вала длиной 100 мм требуется создать шпоночную канавку, закругленную с обоих концов. Для создания таких шпоночных канавок следует вначале нажать кнопку **«Закругленная шпонка»** (меню **Задать/Шпонка/Закругленная с двух сторон**) и установить указатель курсора в точке начала шпоночной канавки (точка определяется приблизительно). Затем нужно нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, создать прямоугольник, длина которого будет примерно соответствовать длине шпоночной канавки. Текущие значения размеров создаваемой шпоночной канавки динамически отображаются в строке статуса. В полях ввода открывшегося диалогового окна **«Шпоночный паз»** уточняем параметры создаваемой шпоночной канавки (в соответствии с заданным по условию чертежом вала): **«Расстояние от левой границы вала на, мм» – 14; «Длина, мм» – 72.**

Для получения остальных стандартных размеров шпоночной канавки обратимся к базе данных, для чего нажимаем кнопку **«База данных...»**. Это приведет к открытию диалогового окна **«База данных по шпонкам»** (рис. 15). Если программа предлагает несколько вариантов шпонок, то выбираем один из них. Соответствующие данные выбранной строки автоматически перенесутся в окно **«Шпоночный паз»**, и на валу появится схематическое изображение шпонки со стандартными параметрами.

Аналогичным образом создаем вторую шпоночную канавку.

Задание опор вала

Для задания опор вала переходим в соответствующий режим нажатием кнопки «**Опора**» (меню **Задать/Опоры**). Если щелкнуть левой кнопкой мыши вблизи того места, где следует установить опору, то откроется диалоговое окно «**Опора**», с помощью которого задаем параметры этой опоры.

Вначале из выпадающего списка выбираем тип опоры (жесткая неподвижная, жесткая подвижная или упругая), затем уточняем ее расположение (от левого конца вала), и, наконец, задаем жесткость создаваемой опоры (в том случае, если опора упругая). В рассматриваемом примере справа устанавливаем жесткую неподвижную опору, поскольку она будет воспринимать осевое усилие на валу, а слева – жесткую подвижную опору. Для левой опоры в поле ввода «**Расстояние от левого торца вала, мм**» вводим число **25**. Аналогичным образом создаем вторую опору.

Задание нагрузок

Задание осевых сил

Включаем режим «**Осевая сила**» нажатием соответствующей кнопки (меню **Задать/Осевая сила**) и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Осевая сила**» (рис. 17), записываем параметры и обозначение осевой силы F_{a1} :

– в поле ввода «**Расстояние от левого торца вала, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого конца вала до точки приложения осевой силы F_{a1});

– в поле ввода «**Значение, Н**» записываем число **1870**, поскольку сила действует в направлении «справа налево»;

– в поле ввода «**Название**» – вводим обозначение F ;

– в поле ввода «**Индекс**» – вводим обозначение $a1$.

Последние два параметра не являются обязательными, и эти поля ввода могут оставаться пустыми.

После нажатия кнопки «**ОК**» осевая сила отобразится на модели вала. Аналогичным образом создаем вторую осевую силу F_{a2} .

Таким образом, к валу приложены две различные по величине осевые силы. Поскольку перемещение вала в осевом направлении ограничивает только правая опора, то в ней и будет возникать осевая реакция.

Примечание. Если обе опоры имеют подвижность в осевом направлении, то к опоре, воспринимающей осевое усилие (пользователю нужно заранее решить, которая из опор будет это усилие воспринимать), приложить осевую силу, равную по величине алгебраической сумме приложенных к отдельным участкам вала осевых сил, но имеющую противоположный знак.

Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют противоположное заданному направление, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание поперечных сил

Нажатием кнопки «**Поперечная сила**» (меню **Задать/Поперечная сила**) переходим в режим задания радиальной силы и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Поперечная сила**» записываем параметры и обозначение силы. Рассмотрим задание радиальных сил F_{r1} и F_{r1} .

Прежде всего в поле ввода «**Расстояние от левого торца вала, мм**» заносим значение **100**. Затем нужно задать либо модуль

и направление равнодействующей радиальных сил (выбрать *Тип данных – Модуль и угол*), либо величины проекций этих сил (*Тип данных – Проекции*). В рассматриваемом примере выбираем *Проекции*. Для задания величин проекции в поле ввода «**Вертикальная, Н**» записываем **–4900** (поскольку сила направлена вниз), а в поле ввода «**Горизонтальная, Н**» записываем **–13300** (поскольку сила направлена в направлении «на нас»). Поля ввода «**Название**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными.

Аналогичным образом создаем две других радиальных силы,

F_{t2} и F_{r2} . Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание изгибающих моментов

Переход в этот режим осуществляется нажатием кнопки «**Момент изгиба**» (меню **Задать/Момент изгиба**). В полях ввода открывшегося диалогового окна «**Момент изгиба**» (рис. 19) требуется задать параметры и обозначение момента. Рассмотрим задание изгибающего момента M_{a1} .

Для задания точки приложения силы в поле ввода «**Расстояние от левого торца вала, мм**» вводим **100**.

Затем нужно задать либо модуль и направление суммарного изгибающего момента (выбрать *Тип данных – Модуль и угол*), либо величины проекций этих изгибающих моментов (*Тип данных – Проекции*). В рассматриваемом примере выбираем *Проекции*. Для задания величин проекции в поле ввода «**Вертикальная, Н□м**» записываем

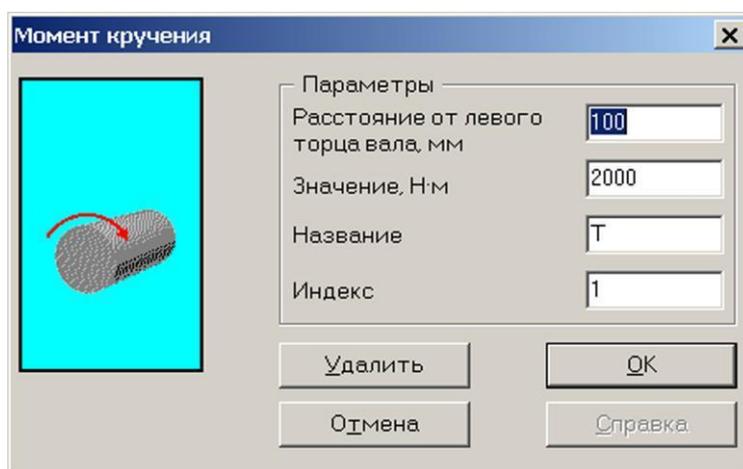
-280, а в поле ввода «**Горизонтальная, Нм**» – **0**.

Поля ввода «**Название**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными. Аналогичным образом создаем изгибающий момент M_{a2} .

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют противоположное заданному направлению, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Задание крутящих моментов

Переходим в соответствующий режим нажатием кнопки «**Момент кручения**» (меню **Задать/Момент кручения**) и в полях ввода открывшегося диалогового окна «**Момент кручения**» записываем параметры и обозначение момента. Задание момента кручения T_1 производится следующим образом:



– в поле ввода «**Расстояние от левого торца вала, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого конца вала до точки приложения крутящего момента);

– в поле ввода «**Значение, Н□м**» – **2000**;

– в поле ввода «**Название**» – **T** (но можем оставить незаполненным);

– в поле ввода «**Индекс**» – **1** (также можем оставить незаполненным).

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

Примечание. Обязательным условием выполнения общего расчета вала является равенство абсолютных значений подводимого к валу и снимаемого с него крутящих моментов, алгебраическая сумма которых должна быть равной нулю.

Невыполнение этого условия не позволит произвести общий расчет вала

Задание параметров материала вала

Задать материал вала можно двумя способами: вводом заданных по условию параметров или выбором материала из базы данных. Для того чтобы ввести известные параметры материала, нужно нажать кнопку «**Материал**» (меню **Материал/Параметры...**). Параметры материала заносятся в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Материал вала**». Если марка материала выбирается из базы данных, то нужно вначале вызвать эту базу нажатием кнопки «**База данных...**», а затем из таблиц выпадающих списков *Тип* и *Группа* выбрать марку материала. В рассматриваемом примере по условию задана марка стали, из которой изготавливается вал, поэтому выбираем эту марку из базы данных.

Выполнение расчета

Для запуска на расчет выбираем меню **Рассчитать/Общий расчет вала**. В открывшемся диалоговом окне «**Ресурс работы вала**» записываем:

- «**Ресурс работы, час**» – **20000**;
- «**Частота вращения вала, об/мин**» – **200**.

Расчет вала производится после нажатия кнопки «**Ок**».

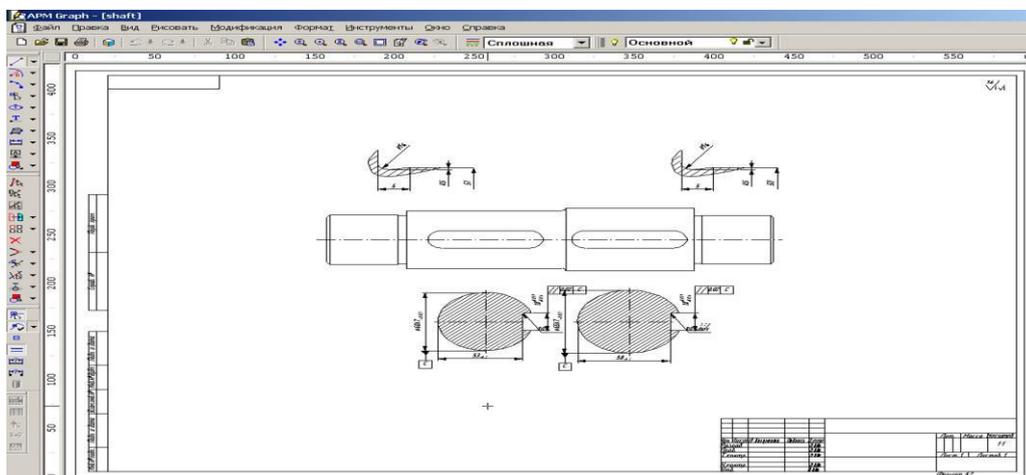
Просмотр результатов расчета

Для просмотра результатов расчета переходим в меню **Результаты...** и в открывшемся окне «**Результаты**» выбираем тот вид результатов расчета, который необходимо просмотреть. Если пользователь хочет, чтобы эпюры силовых факторов строились на фоне вала, то нужно оставить установленный по умолчанию флажок напротив опции *Рисовать вал*. В противном случае флажок нужно убрать.

Генерация чертежа вала

Для генерации чертежа рассчитанного вала выбираем в диалоговом окне «**Файл**» пункт «**Экспорт...**» и вызываем открытие диалогового окна «**Заполнение штампа**». В поля ввода этого окна можно внести фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т. д.

Для завершения генерации чертежа необходимо сохранить этот чертеж как файл с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора АРМ Graph, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного вала.



Вывод результатов расчета на печать

Для вывода результатов расчета на печать следует нажать в основном окне программы кнопку «**Печать**» (меню **Файл/Печать...**) и в открывшемся стандартном окне «**Печать**» выбрать один из установленных принтеров и произвести печать.

Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf

Возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата ***.rtf**, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата ***.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Печать в RTF файл...** тип файла ***.rtf** и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности: создать произвольную модель вала со всеми элементами, приложить к нему различные виды нагрузок и произвести его общий расчет. Анализируя результаты расчета коэффициента запаса по усталостной прочности, оптимизировать конструкцию вала, стараясь добиться его равнопрочности.

Задания для самостоятельной работы: повторение и закрепление теоретических и практических вопросов по теме занятия.

Основная литература:

1) Проектирование РЭС: CAD/CAM/CAE/PDM / В.В. Сускин, В.Ф. Шевченко, В.В. Коваленко и др. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 436с.: схем., табл., ил. [Электронный ресурс];

Дополнительная литература:

1) Фещенко В.Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - Кн. 2. Проектирование машин и их деталей. - 400 с. : ил., табл., схем. [Электронный ресурс];

2) Губич Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 286 с. [Электронный ресурс];

3) Замрий А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D: учебное пособие / А. А. Замрий. - Москва: АПМ, 2004. - 208 с.

Лабораторная работа № 3 (5 час.)

Тема: Расчет соединений в модуле APM Joint.

Цель работы: научиться осуществлять расчет группового болтового соединения.

Ход работы:

1. Выбор типа соединения.
2. Построение (или импорт) контура поверхности контакта.
3. Выделение контуров (наружного и внутренних) поверхности контакта.
4. Расстановка болтов (указание мест расположения их центров).
5. Задание действующих на соединение сил.
6. Уточнение постоянных параметров для расчета.
7. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
8. Выполнение расчета.
9. Просмотр результатов расчета.
10. Возможная корректировка расположения и параметров болтов в соединении по результатам расчета.

Задача

Выполнить проектировочный расчет группового болтового соединения, предназначенного для крепления кронштейна к плоскости (рис.1). Действующие на соединение силовые факторы изображены на рисунке. Болты изготовлены из стали 40; Коэффициент запаса по текучести деталей крепления (болтов) – 3.

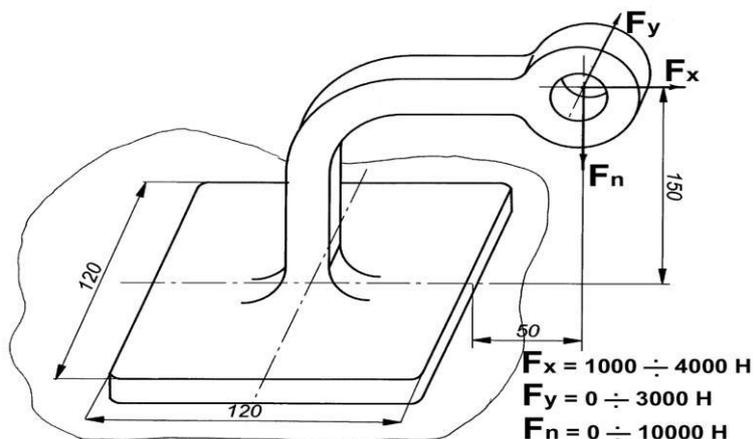


Рис. 1

Решение.

Выбор типа соединения.

Тип соединения выбираем однократным щелчком левой кнопки мыши на схематическом изображении болта, установленного в отверстие с зазором (рис. 27). Такой режим установки болтов позволит учесть все виды действующих на стык поверхностей нагрузок – как отрывающие, так и сдвигающие (в то время как болты, установленные в отверстие без зазора, работают только на срез).



Рис. 2

Построение (или импорт) контура поверхности контакта.

В появившемся поле окна редактора необходимо либо изобразить контур поверхности контакта, либо импортировать его.

Построение контура поверхности

В рассматриваемом случае контур поверхности контакта представляет собой квадрат. Создать его можно различными способами, например, с помощью построения четырех отрезков, образующих стороны квадрата. Для построения первого горизонтального отрезка следует поступить следующим образом:

- нажать на панели инструментов «**Рисование**», выпадающая панель инструментов «**Отрезок**», кнопку «**Через 2 точки**» (меню **Рисовать/Отрезок/Через 2 точки**);
- вывести курсор мыши на рабочее поле и нажать клавишу **Пробел** на клавиатуре; в появившемся диалоговом окне «**Первая точка**» ввести координаты **X = 0, Y = 0**;
- смещая курсор в горизонтальном направлении (например, вправо), нажать клавишу **Пробел** на клавиатуре для ввода параметров отрезка с клавиатуры;

– на вкладке «**Длина и угол**» открывшегося диалогового окна «**Вторая точка**» задать длину создаваемого отрезка и угол его наклона относительно горизонтальной оси. При первоначальном открытии диалогового окна «**Вторая точка**» в его полях ввода записаны текущие значения длины и угла динамического объекта.

Нажатием кнопки «**ОК**» в этом диалоговом окне или клавиши **Enter** на клавиатуре завершаем создание горизонтального отрезка. Аналогичным образом создаем следующие стороны квадрата, обращая внимание на то, что конечная точка последнего отрезка должна быть, привязана к начальной точке первого.

Импорт контура поверхности

Контур поверхности контакта может быть также импортирован через файл формата *.**dxf**. Для того чтобы произвести импорт, воспользуйтесь меню **Файл/Импорт...**, а затем в стандартном диалоговом окне укажите путь к импортируемому файлу формата *.**dxf**

Выделение контуров (наружного и внутренних) поверхности контакта.

Созданный внешний контур поверхности контакта необходимо выделить. Кроме того, следует выделить внутренние (если они есть) контуры поверхности. Для этого на панели «**Контур**» есть специальные кнопки – «**Простой контур**» (меню **Контур/Простой контур**) и «**Набираемый контур**» (меню **Контур/Набираемый контур**).

После нажатия кнопки «**Простой контур**» щелкните сначала на любом из элементов наружного контура, а затем на любом из элементов каждого из внутренних контуров (если они есть). Замкнутые контуры после щелчка должны окраситься в синий цвет. Одновременно с нажатием одной из этих кнопок открывается диалоговое окно «**Выбор контура**», в котором после выделения всех контуров нужно нажать кнопку «**Ок**» (вместо кнопки «**Ок**» можно нажать правую кнопку мыши или клавишу **Пробел** на клавиатуре). Область между выделенными контурами, т. е. собственно поверхность контакта, окрасится в серый цвет. Это означает, что программа адекватно «поняла» задачу, т. е. будет воспринимать выделенный объект как поверхность контакта.

Расстановка болтов

Расставить болты на поверхности контакта или вне ее можно двумя способами:

– с помощью мыши;

– указанием координат точек установки болтов.

Установка болтов с помощью мыши

Прежде всего нажимаем кнопку «**Разместить Болты**» на инструментальной панели «**Соединительные элементы**» (меню **Данные/Разместить Болты**). Для того чтобы отметить центр будущего болта, достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши в том месте, где будет расположен болт. В рассматриваемом примере устанавливаем 4 (четыре) болта в углах созданной поверхности.

Для удаления ранее установленного болта необходимо после нажатия кнопки «**Удаление**» на панели инструментов «**Модификация**» (меню **Модификация/Удаление**) щелкнуть на любой точки области, ограниченной болтом.

Установка болтов по координатам

Переходим в режим установки болтов с помощью мыши, нажимаем клавишу **Пробел** на клавиатуре и в поля открывшегося диалогового окна «**Точка**» записываем координаты центра будущего болта.

Внимание! Координаты болтов задаются в системе координат окна редактора, а не в системе координат поверхности контакта.

Для изменения координат созданного болта можно воспользоваться режимом «**Редактирование**», переход в который осуществляется нажатием кнопки на панели инструментов «**Модификация**» (меню **Модификация/Редактирование**). После этого нужно подвести указатель мыши к искомому болту и, нажав левую кнопку мыши, переместить указатель в нужную точку. Величина смещения может задаваться с клавиатуры после нажатия на ней любой клавиши.

Задание, редактирование и удаление сил, действующих перпендикулярно поверхности стыка.

В общем случае к поверхности стыка могут быть приложены силы, направленные как перпендикулярно к поверхности стыка, так и параллельно этой поверхности. В том случае, если по условию к поверхности стыка необходимо приложить момент, действующий относительно какой-либо из координатных осей, то следует задать соответствующую ему пару сил.

Задание сил

Переходим в режим **«Нормальная сила»** нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов **«Силы»** (меню **Данные/Нормальная сила**) и щелкаем левой кнопкой мыши в том месте окна программы, которое соответствует точке приложения этой силы. После этого откроется диалоговое окно **«Нормальная сила»**, в поля ввода которого **Приложена по x, mm** и **Приложена по y, mm** автоматически заносятся текущие координаты курсора. Эти значения можно изменить в соответствии с условием задачи. В рассматриваемом случае в поля ввода диалогового окна **«Нормальная сила»** записываем:

– в поле ввода **«Значение, Н»** – заданное по условию максимальное значение этого силового фактора, а именно **–10000** (знак «–» показывает, что сила направлена в отрицательном направлении оси, т. е. вниз);

– в поля ввода **«Обозначение»** и **«Индекс»** – обозначение силы, например **F₁** (однако эти поля могут быть и незаполненными).

Завершаем ввод нажатием кнопки **«Ок»**. Если сила направлена «на нас», то она изобразится в виде окружности с точкой в центре, если, наоборот – в виде окружности с крестиком.

Редактирование сил

Для редактирования заданной силы нужно перейти в режим **«Модификация»** нажатием кнопки на панели инструментов **«Модификация»** (меню **Модификация/Модификация**), а затем щелкнуть левой кнопкой мыши на установленной ранее силе. Далее необходимо в поле появившегося диалогового окна **«Модификация силы»** нажать кнопку **«Свойства»** и с помощью открывшегося диалогового окна **«Нормальная сила»** отредактировать параметры силы.

Для изменения координат силы можно также воспользоваться режимом **«Редактирование»** (кнопка на панели инструментов **«Модификация»** или меню **Модификация/Редактирование**). Перейдя в этот режим, следует подвести указатель мыши к подлежащей редактированию силе и, нажав левую кнопку мыши, сместить указатель мыши в нужную точку. Величина смещения может задаваться с клавиатуры после нажатия на ней любой клавиши.

Удаление сил

Для удаления одной из нормальных сил следует воспользоваться режимом **«Удаление»**.

Нажатием кнопки **«Удалить нормальные силы»** (меню **Данные/Удалить нормальные силы**) можно удалить *все* введенные ранее нормальные силы.

Задание, редактирование и удаление сил, действующих параллельно плоскости стыка.

Задание сил

Переход в этот режим происходит нажатием кнопки **«Касательная сила»** на панели инструментов **«Силы»** (меню **Данные/Касательная сила**). После перехода щелкаем левой кнопкой мыши в точке приложения силы. В полях ввода **Приложена по x, mm**

и **Приложена по y, mm** открывшегося диалогового окна **«Касательная сила»** автоматически записываются текущие координаты курсора. В поле ввода **Приложена по z, mm** следует записать расстояние от плоскости контактной поверхности до точки приложения силы – в рассматриваемом случае оно равно **150 мм**.

В группе параметров *Данные* выбираем способ задания – *Проекции*.

Исходя из заданной по условию схемы нагружения, в поля ввода диалогового окна **«Касательная сила»** вводим следующие значения:

– в поле ввода **«X, Н»** – **4000**;

– в поле ввода **«Y, Н»** – **3000**.

В поля ввода **«Обозначение»** и **«Индекс»** группы параметров **Символы** можно ввести название силы, например **F₂**, но они могут быть и пустыми. Завершаем ввод нажатием

кнопки «**Ок**». Сила отрисовывается в виде вектора, начало которого соответствует точке приложения силы.

Редактирование сил

Для редактирования заданной силы нужно перейти в режим «**Модификация**» нажатием кнопки на панели инструментов «**Модификация**» (меню **Модификация/Модификация**), а затем щелкнуть левой кнопкой мыши на установленной ранее силе. Далее необходимо в поле появившегося диалогового окна «**Модификация силы**» нажать кнопку «**Свойства**» и с помощью открывшегося диалогового окна «**Касательная сила**» отредактировать параметры силы.

Для изменения координат силы можно также воспользоваться режимом «**Редактирование**» (кнопка на панели инструментов).

«**Модификация**» или меню **Модификация/Редактирование**). Перейдя в этот режим, нужно подвести указатель мыши к подлежащей редактированию силе и, нажав левую кнопку мыши, сместить указатель мыши в нужную точку. Величина смещения может задаваться с клавиатуры после нажатия на ней любой клавиши.

Удаление сил

Для удаления одной из касательных сил следует воспользоваться режимом «**Удаление**».

Нажатием кнопки «**Удалить касательные силы**» (меню **Данные/Удалить касательные силы**) можно удалить *все* введенные ранее касательные силы.

Уточнение постоянных параметров для расчета:

К таким параметрам относятся материал болтов и коэффициент текучести деталей крепления. Для уточнения значений этих параметров нужно перейти в соответствующий режим, нажав на панели инструментов «**Главная**» кнопку «**Постоянные параметры**» (меню **Данные/Постоянные параметры...**).

Материал болтов (по условию, Сталь 40) задается следующим образом: в открывшемся диалоговом окне «**Постоянные параметры**» необходимо нажать кнопку «**База данных...**», после чего откроется еще одно диалоговое окно – «**Материал**». Из выпадающего списка **Типы материалов** выбираем **Сталь конструкционная (прокат)**, а из выпадающего списка **Подгруппы материалов** – **В нормализованном состоянии**. Затем выбираем из списка материалов нужную строку и завершаем ввод нажатием кнопки «**Ок**». Соответствующие значения параметров материала для выбранного типа стали переписываются в поля ввода диалогового окна «**Постоянные параметры**». Затем убеждаемся в том, что в соответствующем поле этого окна записано, что **Коэффициент текучести деталей крепления** равен 3.

Выбор типа расчета:

Для выбора типа расчета (проектировочный или проверочный) следует в меню **Расчет/Тип** выбрать **Проектировочный** или **Проверочный**. По умолчанию первым выполняется **Проектировочный** расчет.

Проектировочный расчет позволяет определить геометрию элементов соединения (диаметр болтов) по известным по условию параметрам, таким как количество и расположение болтов, свойства материала болтов, коэффициент запаса и величина внешней нагрузки. Расчет ведется при статическом характере нагружения.

Для выполнения **проверочного расчета** должна быть задана геометрия элементов соединения (диаметр и расположение болтов, их материал); кроме того, для определения коэффициента запаса по усталостной прочности требуется задать минимальное значение приложенных к элементам соединения нагрузок. Расчет по усталости ведется при числе циклов нагружения, превышающем базовое число циклов, т. е. в условиях длительной усталостной прочности. Кроме коэффициента запаса по усталостной прочности, в результате проверочного расчета можно получить значение коэффициента запаса по текучести.

Выполнение расчета.

Для запуска на расчет нужно нажать кнопку «**Расчет**» на панели инструментов «**Главная**» (меню **Расчет/Расчет**).

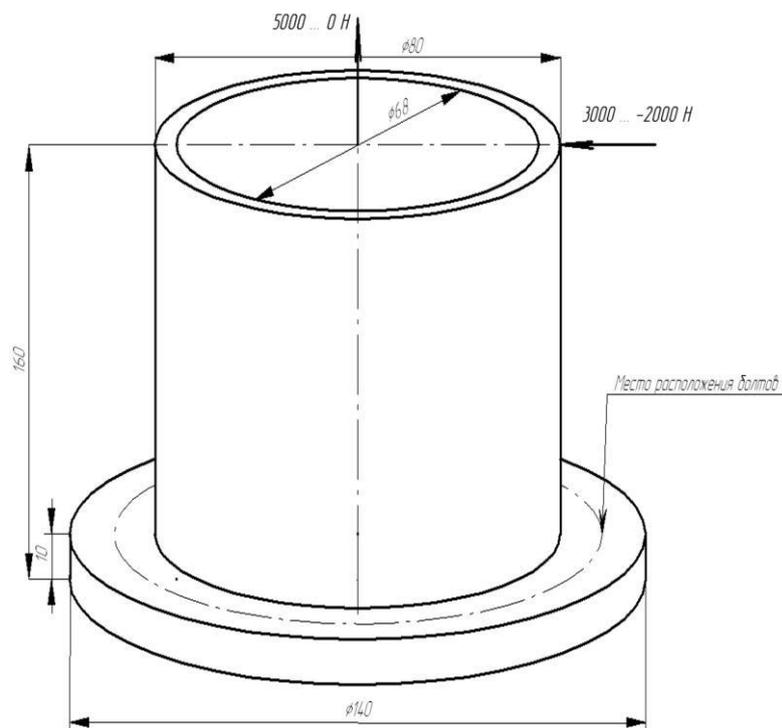
Просмотр результатов расчета.

После завершения расчета на экране монитора открывается окно **Карта давлений** с изображением контактной поверхности, окрашенной в различные цвета. Цветовая гамма поверхности отвечает цветовой шкале **Давление МПа**, расположенной в левой верхней части окна. В местах установки болтов на карте изображены квадратики, цвета которых соответствуют величине нагрузки, действующей на соответствующий болт (цветовая шкала **Нагрузка Н** в нижней левой части окна). Для закрытия этого окна выберите пункт меню **Закрыть**. Переход в режим просмотра числовых результатов расчета осуществляется нажатием кнопки **«Результаты»** (меню **Результаты...**).

Возможная корректировка параметров по результатам расчета

Если после анализа результатов ясно, что необходимо провести корректировку расположения болтов, то нужно вернуться к схеме расположения болтов, изменить их положение (можно добавить или удалить часть болтов) и заново произвести расчет.

Форма отчетности: произвести расчет группового болтового соединения фланца с опорной поверхностью, изображенной на рисунке. Расположение болтов в плоскости фланца, их материал и коэффициент запаса – по заданию преподавателя..



Задания для самостоятельной работы: повторение и закрепление теоретических и практических вопросов по теме занятия.

Основная литература:

- 1) Павлов, В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. [Электронный ресурс];
- 2) Современные компьютерные технологии: учебное пособие / Р.Г. Хисматов, Р.Г. Сафин, Д.В. Гунцев, Н.Ф. Тимербаев; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 83 с.: схем. [Электронный ресурс]

Дополнительная литература:

- 1) Фещенко, В.Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - Кн. 2. Проектирование машин и их деталей. - 400 с. : ил., табл., схем. [Электронный ресурс];
- 2) Губич, Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий

машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 286 с. [Электронный ресурс];
3) Замрий, А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D: учебное пособие / А. А. Замрий. - Москва: АПМ, 2004. - 208 с.

Лабораторная работа №4.

Тема: Расчет спиральной пружины сжатия в модуле APM Spring.

Цель работы: приобретение практических навыков работы в модуле APM Spring.

Ход работы:

Общий порядок расчета

1. Выбор типа пружины.
2. Выбор типа расчета: проекторочный, проверочный или подбор стандартной пружины по ГОСТ 13765-86.
3. Задание основных параметров.
4. Задание дополнительных параметров (если необходимо).
5. Выполнение расчета.
6. Просмотр результатов расчета.
7. Генерация чертежа спроектированной пружины.
8. Вывод результатов расчета на печать.
9. Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf.

Задача:

Выполнить проекторочный расчет пружины сжатия круглого сечения со следующими параметрами:

- сила пружины при рабочей нагрузке – 800 Н;
- сила пружины при предварительной деформации – 120 Н;
- рабочий ход – 45 мм;
- класс пружины – 2-й;
- материал – пружинная проволока 2-го класса;
- диаметр проволоки – 5 мм.

Решение

Выбор типа пружины

Тип пружины выбираем из меню **Тип/Пружина** — в открывшемся диалоговом окне **«Пружина»** указываем **«Пружина сжатия»**.

Выбор типа расчета

меню **Тип/Расчеты** выбираем **Проекторочный**.

Задание основных параметров

Для ввода исходных данных открываем меню **Данные...** и поля ввода диалогового окна **«Основные параметры»** заносим запрашиваемые параметры в соответствии с исходными данными (кроме значения диаметра проволоки):

- **«Сила пружины при рабочей нагрузке» – 800 [Н];**
- **«Сила пружины при предварительной деформации» –120 [Н];**
- **«Рабочий ход» – 45 [мм].**

Из выпадающего списка **«Материал»** выбираем материал пружины – **Пружинная проволока 2-го класса**; в группе параметров **Сечение** выбираем – **Круг**.

Задание дополнительных параметров

В данном случае в качестве дополнительного параметра выступает диаметр проволоки. Для его задания в окне **«Основные параметры»** нажимаем кнопку **«Еще...»** и в поле ввода **«Диаметр проволоки»** открывшегося диалогового окна **«Дополнительные параметры»** вводим значение требуемого диаметра проволоки – **5 [мм]**. Поля с остальными параметрами оставляем незаполненными (нулевыми).

Примечание. Из параметров **«Средний диаметр пружины»**, **«Индекс пружины»** и **«Диаметр проволоки»** группы **«Геометрические параметры»** может быть независимо задан

только один, поскольку все эти величины связаны между собой функциональными зависимостями.

Выполнение расчета:

Расчет происходит после нажатия кнопки «**Рассчитать**» (меню **Рассчитать**). После окончания расчета становится активной кнопка «**Результаты...**» (меню «**Результаты...**»).

Просмотр результатов расчета:

Для просмотра результатов расчета нажимаем кнопку «**Результаты**» (меню **Результаты...**). В открывшемся диалоговом окне «**Пружина сжатия**» показываются как исходные данные, для которых проводился расчет, так и результаты расчета.

Генерация чертежа спроектированной пружины:

Для генерации чертежа спроектированной пружины в диалоговом окне «**Пружина сжатия**» необходимо нажать кнопку «**Чертеж**». После этого откроется диалоговое окно «**Черчение**», в котором нужно сделать некоторые настройки.

Выбор типа опорных витков пружины.

Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области изображения пружины (меню **Данные/Построение...**) вызывает открытие диалогового окна «**Типы опорных витков пружины сжатия**» (рис. 1), с помощью которого можно выбрать тип опорных витков. При наведении указателя мыши на различные типы появляется всплывающая подсказка. После выбора одного из типов опорных витков это окно закрывается.



Рис. 1

Задание технических требований:

Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области списка с техническими требованиями (меню **Данные/Технические требования...**) вызывает открытие диалогового окна «**Технические требования**». Пользователь может изменить параметры, записанные в полях с белым фоном.

Заполнение штампа:

Двойным щелчком левой кнопкой мыши в области штампа чертежа (меню **Данные/Штамп...**) открываем диалоговое окно «**Заполнение штампа**», в полях ввода которого можно указать фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т. п. (рис. 2.)

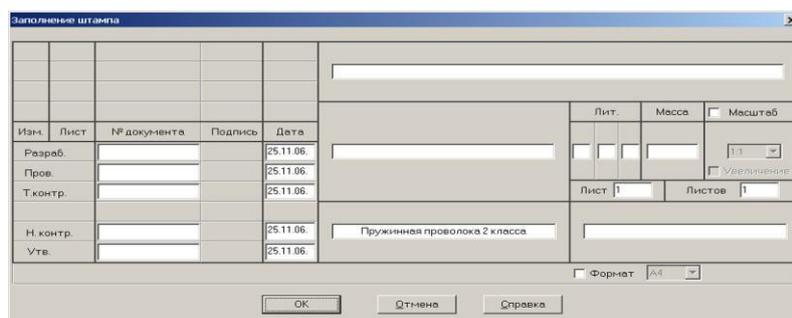


Рис. 2

Сохранение файла чертежа:

Для завершения генерации чертежа необходимо в окне «Черчение» (меню **Сохранить...**) сохранить этот чертеж в виде файла с расширением ***.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора **APM Graph**, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанной пружины.

Вывод результатов расчета на печать:

Для вывода результатов расчета на печать нужно нажать в основном окне программы кнопку «Печать» (меню **Файл/Печать**).

Вывод результатов расчета в файл формата *.rtf

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные,

и результаты расчета в текстовый файл формата ***.rtf**, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата ***.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Сохранить...** тип файла ***.rtf** и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности: выполнить проектировочный и проверочный расчеты оригинальной пружины (параметры задаются пользователем) с генерацией ее чертежа. Выполнить расчет стандартной пружины с данными задания.

Задания для самостоятельной работы: повторение и закрепление теоретических и практических вопросов по теме занятия.

Основная литература:

1) Павлов, В.П. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 240 с. [Электронный ресурс];

2) Современные компьютерные технологии: учебное пособие / Р.Г. Хисматов, Р.Г. Сафин, Д.В. Тунцев, Н.Ф. Тимербаев; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 83 с.: схем. [Электронный ресурс]

Дополнительная литература:

1) Фещенко В.Н. Справочник конструктора: учебно-практическое пособие / В.Н. Фещенко. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - Кн. 2. Проектирование машин и их деталей. - 400 с. : ил., табл., схем. [Электронный ресурс];

2) Губич Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 286 с. [Электронный ресурс];

3) Замрий А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D: учебное пособие / А. А. Замрий. - Москва: АПМ, 2004. - 208 с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к практическим занятиям;
- создания презентационного материала для аудиторных занятий;

ПО:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;

- КОМПАС – 3D V 13;
- АРМ WinMachine.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ, Лк</i>
1	3	4	5
ЛР	лаборатория автоматизации систем проектирования	Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD (3 шт.); Системный блок Cel D-315 (2 шт); Системный блок CPU 4000.2*512MB (5 шт); Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG (6 шт.); Системный блок iCel 433 (5 шт.); Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 4
Лк	лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	№ 1- № 6
СР	ЧЗ-1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-7	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	1. Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	1.1. Классификация информационных технологий; 1.2. Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности; 1.3. Программное обеспечение; 1.4. САПР в машиностроении.	Вопросы к зачету 1.1.- 1.14.
ПК-5	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин;	2. Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	2.1. Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine; 2.2. Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	Вопросы к зачету 1.15- 1.30.

2. Вопросы к зачету.

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-7	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	<p>1.1. Классификация информационных технологий: по способам построения компьютерной сети;</p> <p>1.2. Классификация информационных технологий: по виду технологии обработки информации;</p> <p>1.3. Классификация информационных технологий: по типу пользовательского интерфейса;</p> <p>1.4. Основные тенденции развития компьютерных технологий;</p> <p>1.5. Компьютерные технологии в машиностроении;</p> <p>1.6. В чем преимущества применения компьютерных технологий перед другими методами исследования физических процессов;</p> <p>1.7. Какова роль расчетных и экспериментальных методов исследования в построении модели физического процесса?</p> <p>1.8. Системы автоматического проектирования;</p> <p>1.9. Применение САПР-технологий;</p> <p>1.10. Комплексная автоматизация КТПП средствами САПР;</p> <p>1.11. Классификация и примеры CAD/CAM/CAE/CAPP – систем;</p> <p>1.12. Примеры проектных процедур, выполняемых в системах CAD\CAM\CAE\CAPP\ PDM\MES\ERP\PLM;</p> <p>1.13. Обзор и классификация прикладных компьютерных систем используемых для автоматизации ЖЦ изделий;</p> <p>1.14. Системный подход к построению и описанию прикладных автоматизированных систем на примере САПР;</p> <p>1.15. CAE – системы. Принятие проектных решений на основе результатов компьютерного анализа;</p> <p>1.16. CAD- системы. Компьютерные</p>	<p>1. Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.</p>
2.	ПК-5	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.		<p>2. Разработка конструкторской документации с применением</p>

			<p>технологии и средства автоматизации проектно-конструкторских работ.</p> <p>1.17. Компьютерные технологии создания геометрических моделей изделий.</p> <p>1.18. Роль и функции 2D и 3D моделей в комплексных автоматизированных системах.</p> <p>1.19. Ассоциативные виды.</p> <p>1.20. Использование 3D – моделей для автоматизации разработки проектно-конструкторской документации;</p> <p>1.21. Использование компьютерных моделей для автоматизации процессов технологической подготовки производства;</p> <p>1.22. Роль САМ-систем в организации технологического процесса;</p> <p>1.23. Программное обеспечение;</p> <p>1.24. Системное программное обеспечение;</p> <p>1.25. Прикладное программное обеспечение;</p> <p>1.26. Системы объемного моделирования;</p> <p>1.27. Основы трехмерного моделирования, параметризации, создания чертежей в САД-системе;</p> <p>1.28. В чем преимущество применения 3D - моделирования инженерных процессов средствами САД-систем;</p> <p>1.29. Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine;</p> <p>1.30. Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.</p>	ИКТ.
--	--	--	---	------

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-7: современные информационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; ПК-5: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ;</p>	зачтено	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов и сформированность компетенций. Допускаются незначительные ошибки.
<p>Уметь: ОПК-7: пользоваться системами автоматизированного проектирования конструкторской документации, анализировать проектные решения; ПК-5: в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин;</p> <p>Владеть ОПК-7: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных компьютерных технологий и специального программного обеспечения; ПК-5: навыками инженерного проектирования наземных транспортно-технологических машин.</p>	не зачтено	оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

Изучение дисциплины «Компьютерные технологии в инженерных задачах» основывается на обучении будущих бакалавров применению информационных технологий для достижения практических задач в инженерной деятельности.

В ходе освоения раздела 1–Компьютерные технологии и их роль в современном обществе – обучающиеся должны изучить структуру и место компьютерных технологий в современном производстве с учетом основных требований информационной безопасности.

В ходе освоения раздела 2 – Разработка конструкторской документации с применением ИКТ - обучающиеся должны:

- а) получить навыки использования компьютерных технологий в инженерной деятельности;
- б) решать научные и инженерные задачи проектирования с использованием компьютерной техники и компьютерных технологий;
- в) знать принципы конструирования.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

- 1) Понятие сложных систем;
- 2) Общая организация проектных работ;
- 3) Принятие и оценка проектных решений;
- 4) Структура программно-технического комплекса САПР.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, а также при подготовке к зачету, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Практическая работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Компьютерные технологии в инженерных задачах

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование системы знаний и умений в области инженерного проектирования и применения современных информационных технологий для организации и проведения инженерных расчетов и работ.

Задачей изучения дисциплины является: научить осуществлять техническое проектирование и моделирование с использованием информационных компьютерных технологий.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 17 час., Лк-17 час., СР – 38 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Компьютерные технологии и их роль в современном обществе;
- 2 – Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-5 - способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры иностранных языков №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-7	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	1. Компьютерные технологии и их роль в современном обществе.	1.1. Классификация информационных технологий; 1.2. Современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности; 1.3. Программное обеспечение; 1.4. САПР в машиностроении.	Контрольные вопросы для собеседования №1-№7; отчеты по ЛР.
ПК-5	способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.	2. Разработка конструкторской документации с применением ИКТ.	2.1. Общие принципы работы в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine; 2.2. Проектирование в модуле Shaft программного комплекса АРМ WinMachine.	Контрольные вопросы для собеседования №8-№17 отчеты по ЛР.

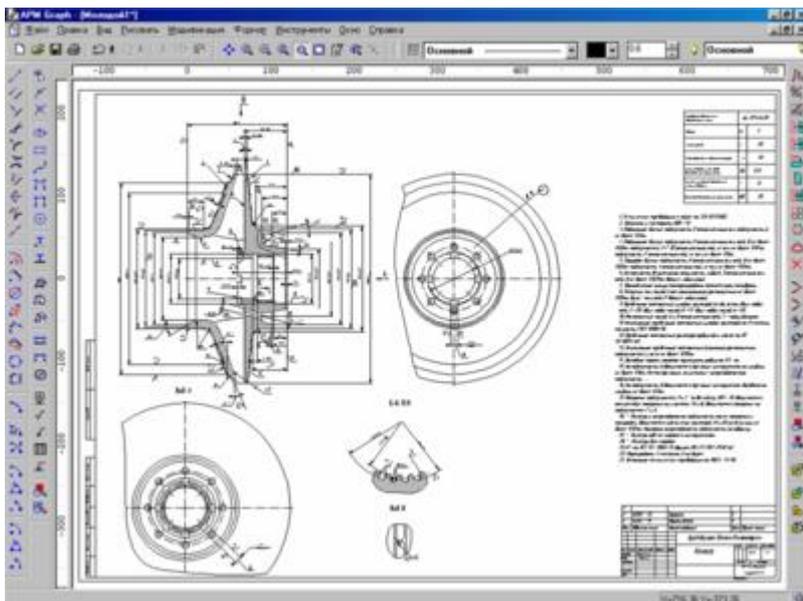
Контрольные вопросы для собеседования:

1) **АРМ WinMachine**— CAD/CAE-система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, разработанная с учетом последних достижений в вычислительной математике, области численных методов и программирования, а также теоретических и экспериментальных инженерных решений. Эта система в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и правил, относящихся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

Комплекс **АРМ WinMachine** позволяет решать следующие задачи:

- проектирование и анализ механического оборудования и его элементов с использованием инженерных методик;
- анализ напряженно-деформированного состояния трехмерных объектов любой сложности при произвольном закреплении, статическом или динамическом нагружении;
- создание конструкторской документации;
- проектирование и расчет технологических процессов.

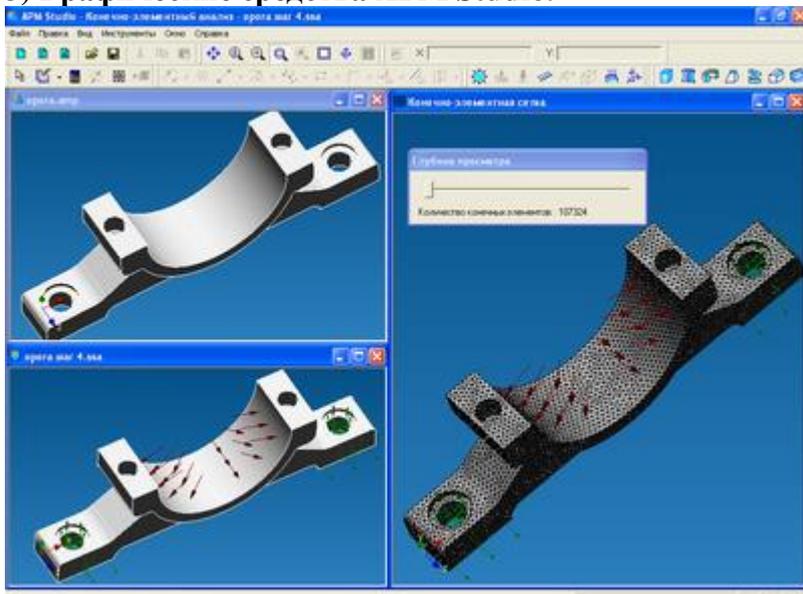
2) Графические средства APM Graph.



Оформление чертежа в редакторе APM Graph.

APM Graph — двумерный графический редактор, который можно с успехом использовать для оформления графической части конструкторской документации в различных областях техники, науки, в архитектуре и строительстве. Модуль имеет стандартный набор инструментов для оформления чертежей, а также инструменты параметризации объектов и расчетов размерных цепей.

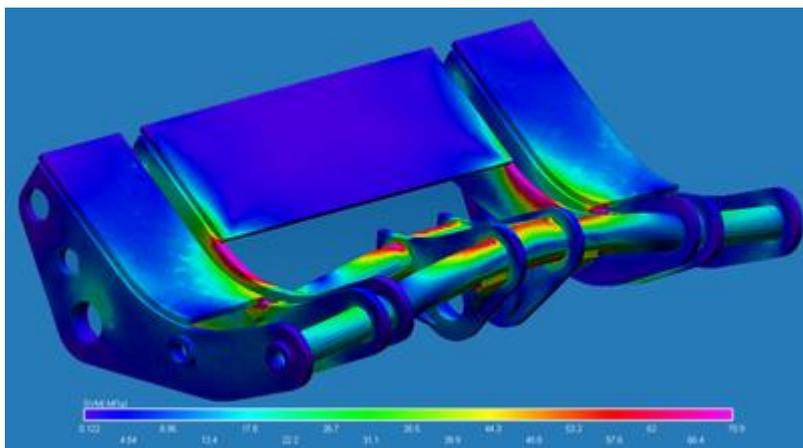
3) Графические средства APM Studio.



Подготовка модели опоры подшипника к конечно-элементному анализу в модуле APM Studio.

APM Studio — модуль моделирования и импорта (поддерживается импорт из формата STEP) трехмерных поверхностных и твердотельных моделей с инструментами указания опор и приложения различных нагрузок и встроенным генератором разбиения на конечно-элементную сетку. Основное назначение модуля — подготовка смоделированной или импортированной геометрии к конечно-элементному анализу в модуле **APM Structure3D**.

4) Конечно-элементный анализ APM Structure3D.



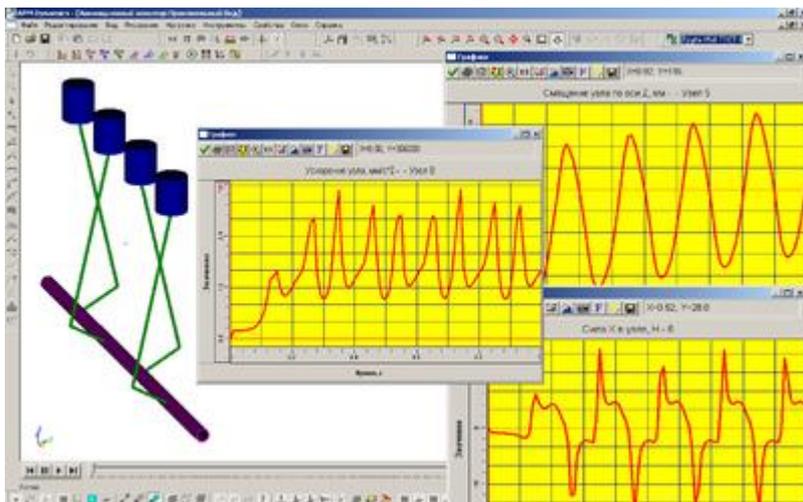
Карта напряжений твердотельной модели

Модуль **APM Structure3D** предназначен для расчета напряженно-деформированного состояния стержневых, пластинчатых, оболочечных и твердотельных конструкций, а также их произвольных комбинаций. APM Structure3D организован таким образом, что в его рамках можно рассчитать все многообразие существующих конструкций, собирая их из вышеперечисленных макроэлементов. Конструкции и их элементы могут быть импортированы в редактор конструкций через DXF-формат из 2D и 3D графических редакторов или напрямую через модуль APM Studio с подготовленной конечно-элементной сеткой и вариантами закрепления и нагружения. Внешняя нагрузка, так же как и условия закрепления конструкции, могут быть произвольными как по характеру, так и по местоположению.

Модуль позволяет решать следующие задачи:

- сопределение полей эквивалентных напряжений и их составляющих;
- расчет линейных, угловых и результирующих перемещений;
- определение внутренних усилий;
- расчет устойчивости и формы потери устойчивости;
- определение частот собственных колебаний и собственных форм;
- расчет вынужденных колебаний и анимация колебательного процесса по заданной вынуждающей нагрузке, расчет на вибрацию оснований;
- расчет температурных полей и термонапряжений;
- расчет усталостной прочности;
- геометрически нелинейные расчеты;
- автоматический подбор сечений из условий прочности, жесткости, устойчивости для металлоконструкций машиностроительного назначения;
- проектирование узлов металлоконструкций;
- автоматическая генерация номенклатуры элементов, составляющих конструкцию.

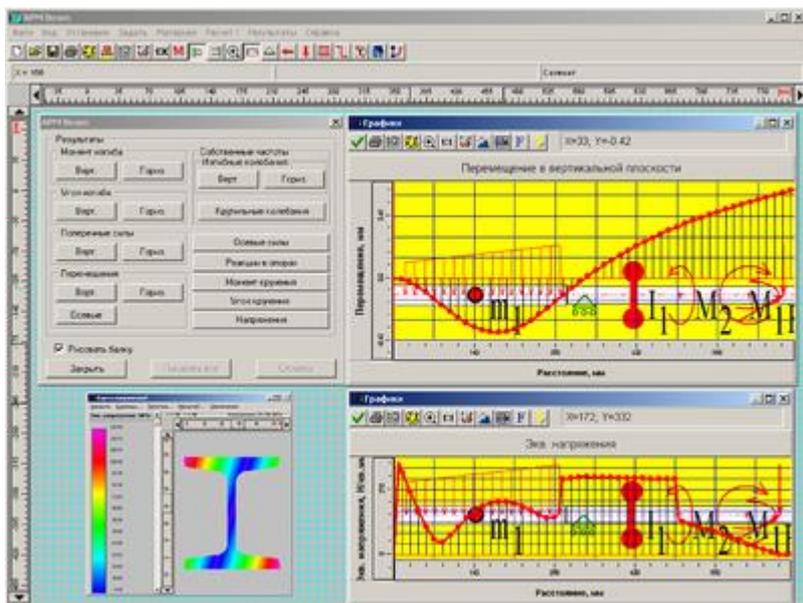
5) Графические средства APM Dynamics.



Анализ двигателя внутреннего сгорания в модуле APM Dynamics

Модуль **APM Dynamics** предназначен для кинематического анализа рычажных механизмов. Результатами расчета модели являются траектории перемещения, графики скоростей, ускорений, силовых факторов в узловых точках и анимация работы механизма.

б) Графические средства APM Beam.



Расчет балки в модуле APM Beam

С помощью модуля **APM Beam** можно выполнить расчет балки и подбор наиболее подходящего поперечного сечения. Кроме того, в модуле имеется возможность провести методом начальных параметров комплекс динамических расчетов, предусматривающий определение частот собственных колебаний и собственных форм балки.

7) Инженерный анализ APM Bear.



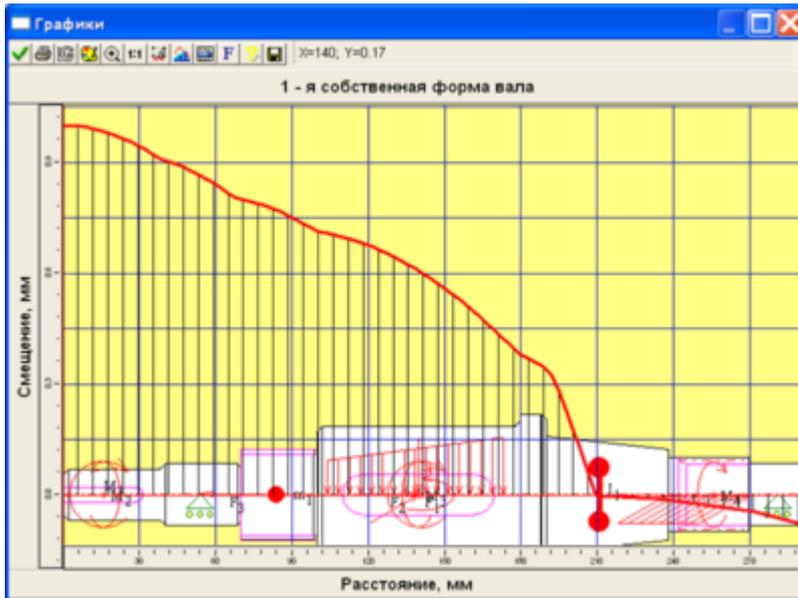
Расчет подшипника в модуле APM Bear

APM Bear — модуль расчета и проектирования неидеальных подшипников качения. В APM Bear выполняется комплекс проверочных расчетов шариковых и роликовых подшипников, когда по известной геометрии подшипника рассчитываются его выходные характеристики. При определении выходных характеристик применяются оригинальные аналитические и численные подходы, а также методы математического моделирования, что дает возможность представить результаты расчета этих параметров и величины их статистического рассеяния в удобном для пользователя виде (таблица, график, гистограмма, анимация).

С помощью APM Bear можно рассчитать:

- перемещения (жесткость);
- долговечность;
- момент трения;
- наибольшие контактные напряжения;
- потери мощности;
- тепловыделение;
- силы, действующие на тела качения.

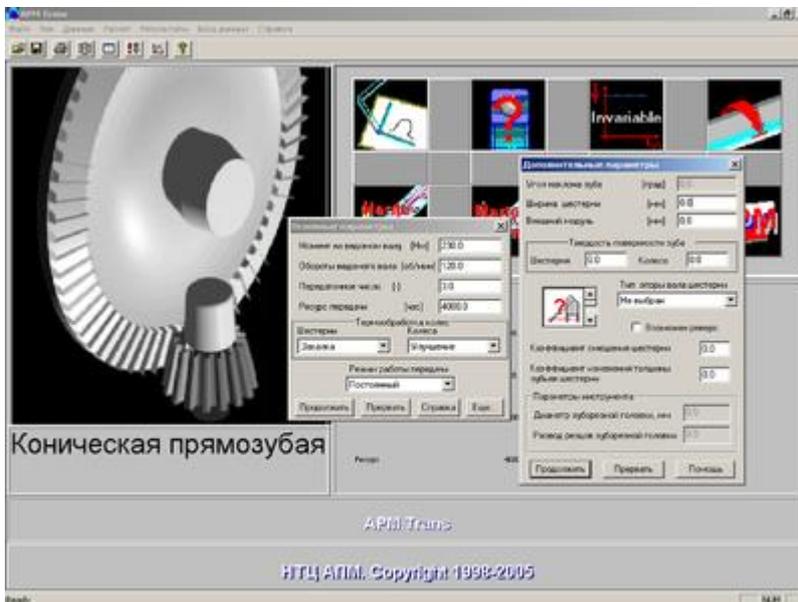
8) Графические средства APM Shaft.



Анализ вала в модуле APM Shaft

APM Shaft — модуль проектирования валов и осей. Модуль APM Shaft позволяет выполнить весь цикл проектирования валов и осей, начиная от разработки конструкции и заканчивая статическим и динамическим анализом. По итогам анализа вала и его доработки (в случае необходимости) модуль генерирует чертеж вала.

9) Графические средства APM Trans.



Расчет конической прямозубой передачи в модуле APM Trans

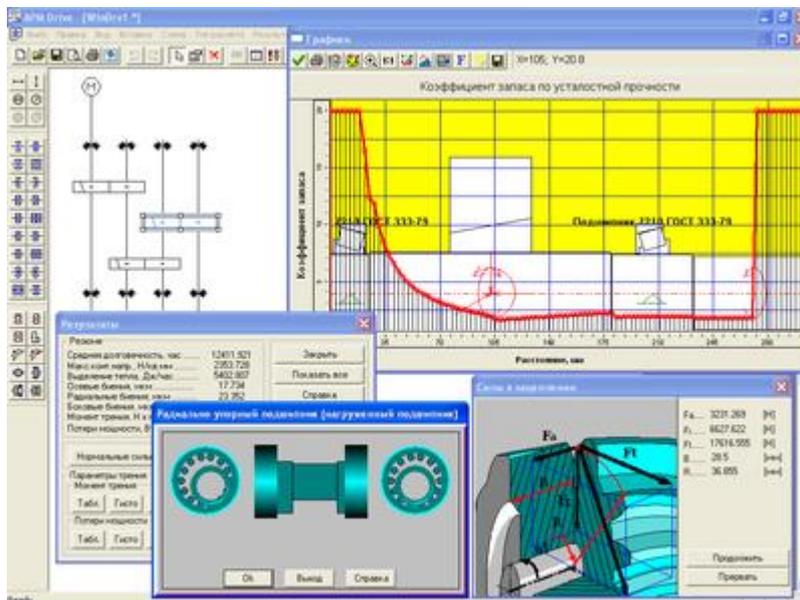
APM Trans — модуль проектирования и проверки механических передач вращения. С помощью модуля APM Trans можно выполнить комплекс конструкторских и технологических расчетов (как проектировочных, так и проверочных) передач вращательного движения, а также в автоматическом режиме получить рабочие чертежи основных деталей этих передач.

С помощью APM Trans можно проектировать и проверять следующие типы передач:

- цилиндрические с прямым зубом как внешнего, так и внутреннего зацепления;
- цилиндрические с косым зубом внешнего зацепления;
- шевронные;

- конические с прямым и круговым зубьями;
- червячные, с архимедовым, эвольвентным и конволютным червяком и глобоидные;
- ременные с клиновым и плоским ремнем;
- цепные.

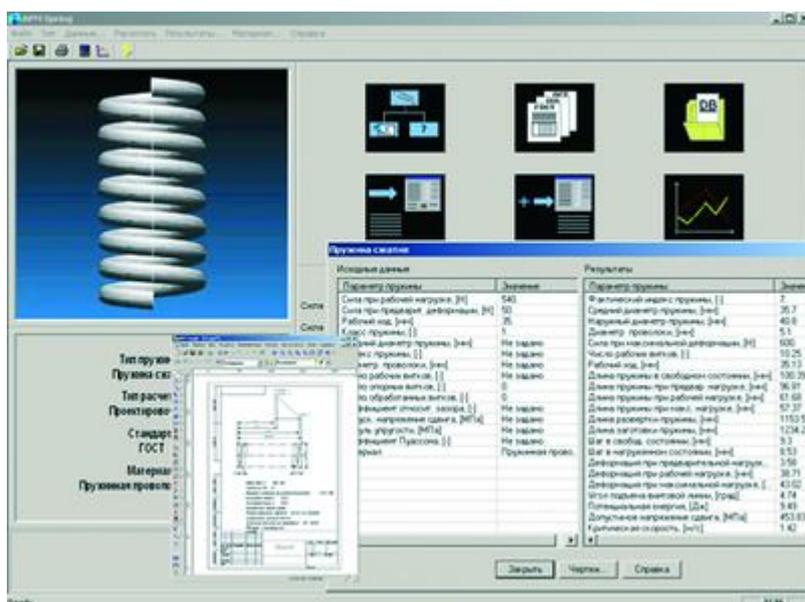
10) Графические средства APM Drive.



Расчет передаточного механизма в модуле APM Drive

APM Drive — модуль автоматизированного проектирования привода вращательного движения произвольной структуры. Процесс проектирования привода вращательного движения произвольной структуры с использованием модуля APM Drive сводится к заданию кинематической схемы в специальном редакторе, вводу исходных данных всего редуктора и последующему расчету, а также анализу и корректировке полученных результатов. Модуль работает совместно с модулями расчета зубчатых передач **APM Trans**, валов и осей **APM Shaft**, а также модулем расчета подшипников качения **APM Bear**. Дополнительно в расчете используется база данных стандартных узлов и элементов деталей машин **APM Mechanical Data**, а для получения сгенерированных чертежей проектируемых элементов привода применяется графический редактор **APM Graph**.

11) Графические средства APM Spring.



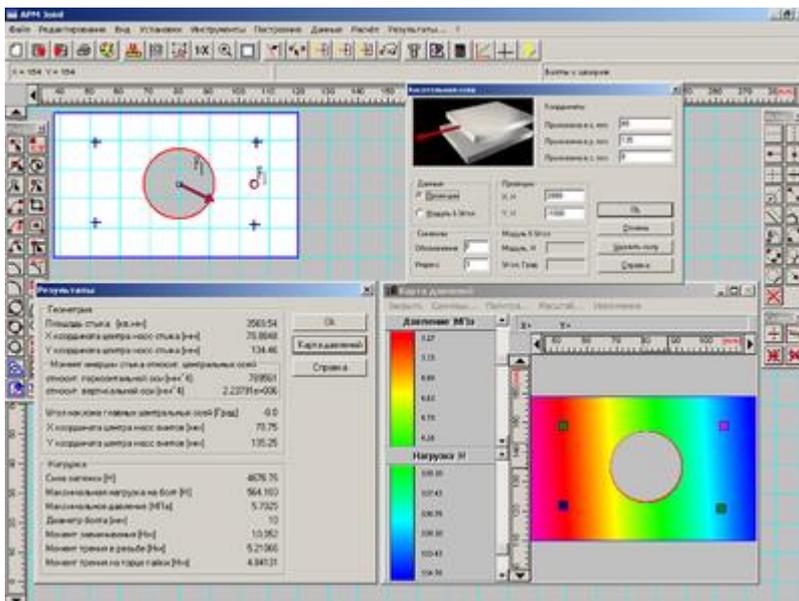
Проектирование пружины сжатия в модуле APM Spring

APM Spring — модуль проектирования упругих элементов машин. С помощью модуля можно производить проектировочные и проверочные расчеты, а также расчеты по ГОСТ 13765–86 и получать чертежи рассчитанных деталей. Под проектировочным расчетом понимают определение геометрических размеров упругих элементов по известным значениям внешних сил и деформаций. Проверочный расчет позволяет определить запасы прочности упругих элементов в зависимости от их геометрических размеров. При выборе расчета по ГОСТ 13765–86 программа выбирает по заложенной методике несколько вариантов стандартных пружин, соответствующих исходным данным.

В модуле APM Spring предусмотрено проектирование следующих типов упругих элементов машин:

- цилиндрические пружины растяжения круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- цилиндрические пружины сжатия круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- цилиндрические пружины кручения круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- тарельчатые пружины сжатия;
- плоские прямоугольные пружины;
- торсионы;
- рессорные пружины.

12) Графические средства APM Joint.



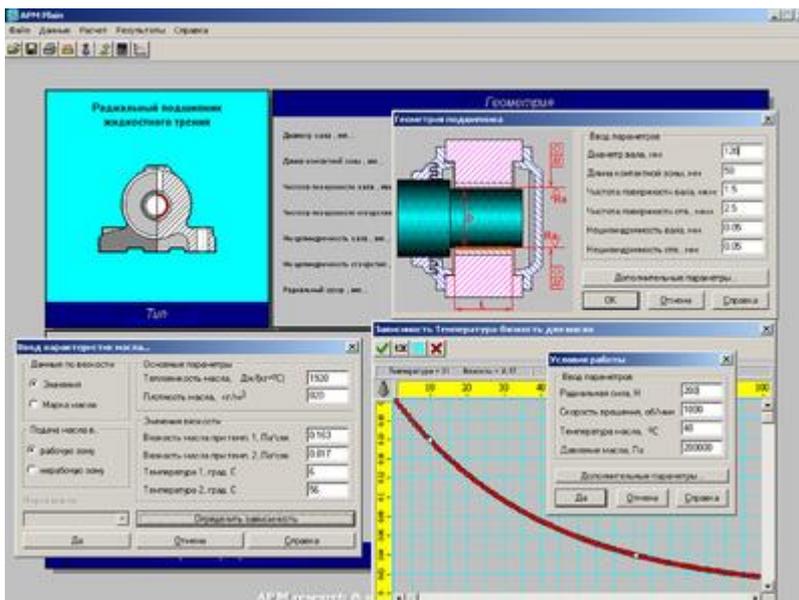
Расчет болтового соединения в модуле APM Joint

APM Joint — модуль проектирования соединений элементов машин. Модуль позволяет выполнить комплексный расчет и анализ соединений, которые наиболее часто используются в машиностроении. Применение модуля при разработке новых изделий значительно сократит время их проектирования, повысит надежность их расчета и позволит выбрать из множества вариантов рациональные значения параметров.

Модуль позволяет рассчитать следующие виды соединений деталей машин:

- групповые резьбовые соединения, поставленные в отверстие с зазором и без;
- сварные соединения следующих типов: стыковые, тавровые, нахлесточные, соединения, выполненные точечной сваркой;
- заклепочные соединения;
- соединения деталей вращения.

13) Графические средства APM Plain.



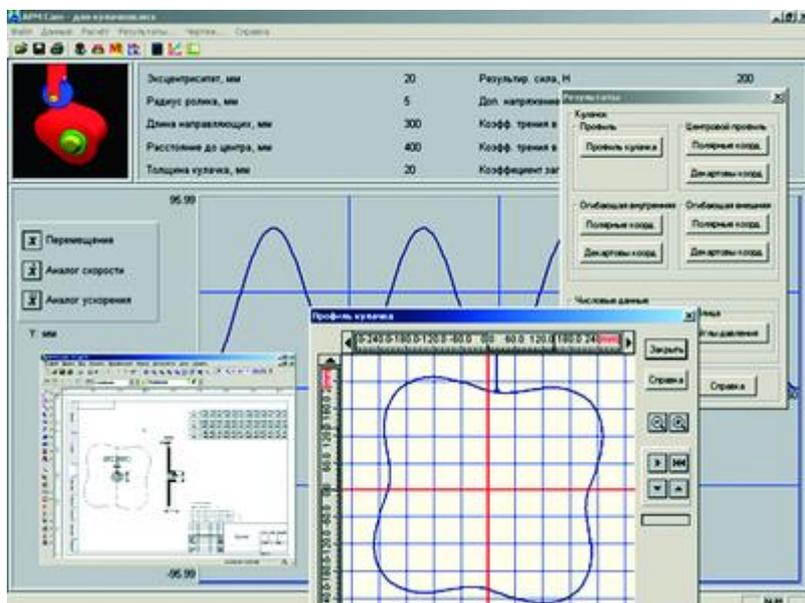
Расчет радиального подшипника жидкостного трения в модуле APM Plain

APM Plain — модуль проектирования и расчета подшипников скольжения. С помощью этого модуля можно рассчитать основные характеристики подшипников и выбрать оптимальные конструкции подшипниковых узлов.

APM Plain позволяет рассчитать подшипники следующих типов:

- радиальные, работающие в режиме жидкостного трения;
- радиальные, работающие в режиме полужидкостного трения;
- упорные (подпятники), работающие в режиме жидкостного трения.

14) Графические средства APM Cam.

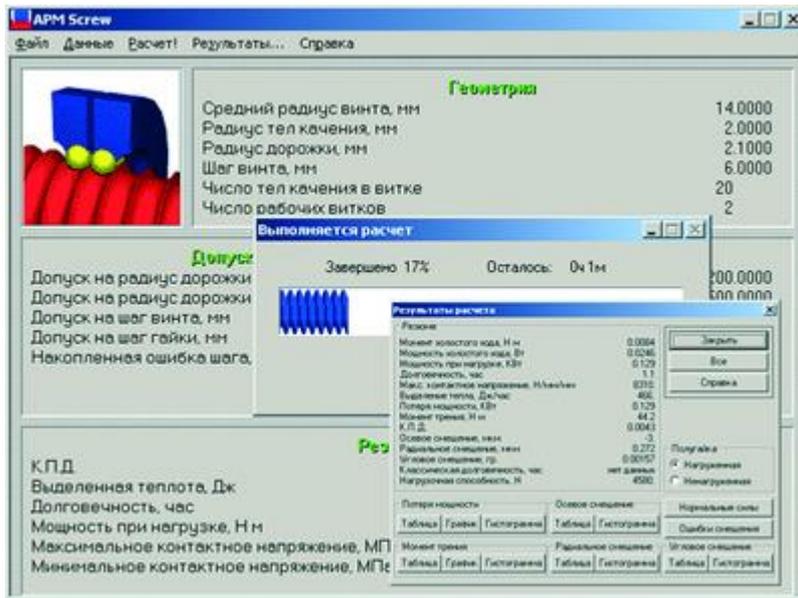


Проектирование кулачкового механизма в модуле APM Cam

APM Cam — модуль проектирования кулачковых механизмов. Модуль рассчитывает профиль кулачка, определяет законы изменения углов давления по углу поворота кулачка, анимирует работу механизма и генерирует рабочий чертеж кулачка.

Модуль позволяет также выполнить весь комплекс необходимых проверочных расчетов кулачковых механизмов.

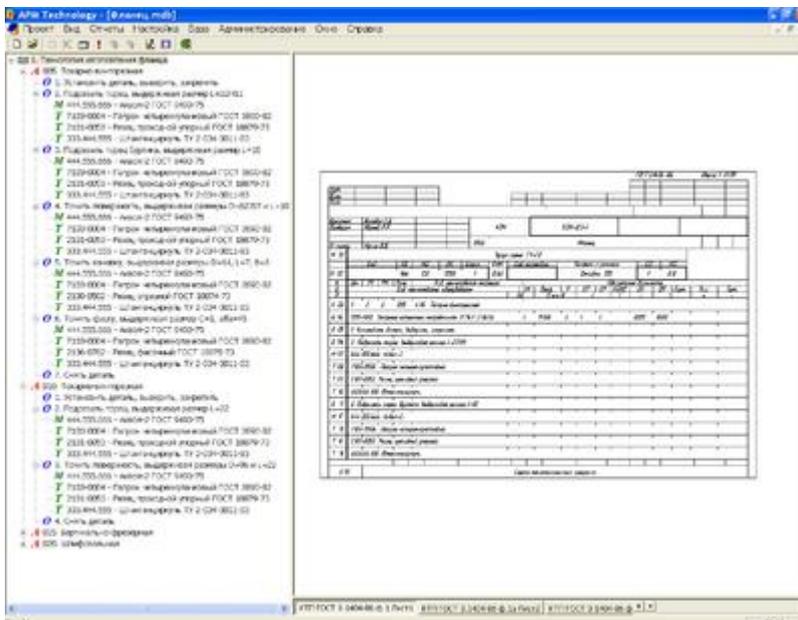
15) Графические средства APM Screw.



Проектирование винтовой передачи в модуле APM Screw

APM Screw — модуль проектирования неидеальных винтовых передач. С помощью APM Screw могут быть рассчитаны наиболее широко распространенные типы винтовых передач: винтовая передача скольжения, шариковая винтовая передача и планетарная винтовая (роликовая винтовая) передача. Модуль предназначен для комплексного анализа винтовых передач и расчета их основных параметров.

16) Технологическая подготовка производства APM Technology.



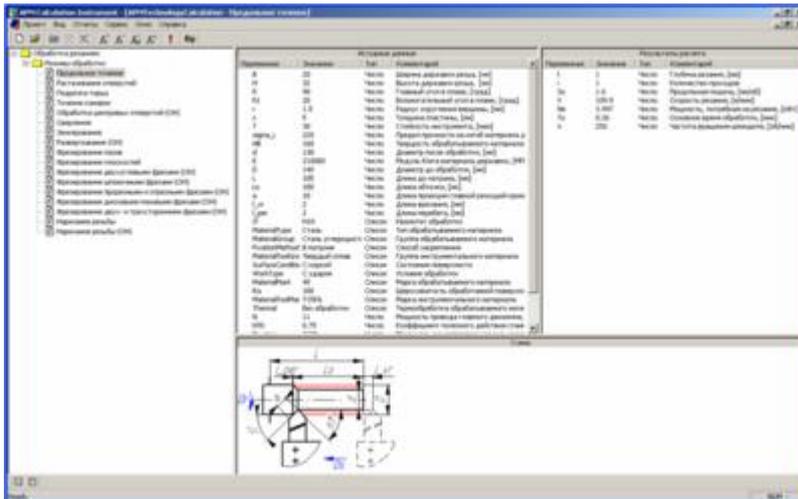
APM Technology

APM Technology — модуль проектирования технологических процессов.

С помощью APM Technology можно:

- разрабатывать технологические процессы, используя справочные данные, базы данных оборудования и технологической оснастки;
- выполнять расчеты режимов обработки и норм времени;
- оформлять технологическую документацию (маршрутные и операционные карты, карты технологических процессов, карты эскизов).

17) Графические средства APM Calculation Instrument.



APM Calculation Instrument

APM Calculation Instrument — модуль, предназначенный для выполнения инженерных (конструкторских и технологических) расчетов. Вместе с модулем поставляется **APM Technology Calculation** — база стандартных технологических расчетов, выполняемых при проектировании технологических процессов. В модуле также предусмотрена возможность добавления собственных расчетных программ (алгоритмов расчетов).

18) Базы данных.

В состав комплекса APM WinMachine входят следующие базы данных:

- **APM Mechanical Data** — база данных стандартных деталей и узлов, справочных данных по общему машиностроению.
- **APM Technology Data** — база стандартных информационных данных для проектирования технологических процессов.
- **APM Material Data** — модуль хранения и редактирования параметров материалов.

Работа с существующими базами данных проходит в модуле создания и редактирования баз данных — **APM Base**.

APM Base содержит необходимый функционал для поиска, редактирования и расширения информационного массива вышеперечисленных баз данных или составления собственных.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-7: современные информационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;</p> <p>ПК-5: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ;</p>	зачтено	<p>оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов и сформированность компетенций. Допускаются незначительные ошибки.</p>
<p>Уметь: ОПК-7: пользоваться системами автоматизированного проектирования конструкторской документации, анализировать проектные решения;</p> <p>ПК-5: в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин;</p> <p>Владеть ОПК-7: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных компьютерных технологий и специального программного обеспечения;</p> <p>ПК-5: навыками инженерного проектирования наземных транспортно-технологических машин.</p>	не зачтено	<p>оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015г. №162

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015г. № 474, для заочной формы обучения от «01» октября 2015 г. № 587;

для набора 2016 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429, для заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429; для ускоренной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429.

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125, для заочной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125; для ускоренной формы обучения от «04» апреля 2017г. № 203.

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130, для заочной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

Программу составил:

Фигура Константин Николаевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «__» _____ 2018г., протокол № __

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «__» _____ 20 __ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____