

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «Техносферная и информационная безопасность»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.06.02 – Инженерные компьютерные расчеты**

**Направление подготовки: 20.03.01 – Техносферная безопасность**

**Профиль подготовки: Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1	КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	3
1.1	Лекция № 1 Расчёт передач.....	3
1.2	Лекция №2 Расчёт и проектирование балочных конструкций	4
2.	2. Методические указания по проведению практических занятий.....	6
2.1	Практическое занятие № 1 Расчёт валов .....	6
2.2	Практическое занятие № 2 Система управления базами данных	9

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция № 1

### Тема «Расчёт передач»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения о зубчатых передачах
2. Общие сведения о конических передачах
3. Общие сведения о червячных передачах

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Общие сведения о зубчатых передачах

###### 1.1 Назначение и классификация механических передач

**Передачей** называется механизм, преобразующий параметры движения двигателя в процессе передачи его к исполнительным органам машины. **Параметры движения:** направление, скорость, силы, моменты.

Передаточное отношение и передаточное число

**Передаточное отношение** - отношение угловых скоростей и частот вращения ведущего вала к ведомому и наоборот.

**Передаточное число** - отношение угловых скоростей и частот вращения ведущего вала к ведомому.

###### 1.2 Зубчатые передачи

Общие сведения о зубчатых передачах

Принцип действия зубчатой передачи основан на зацеплении пары зубчатых колес.

Зубчатые передачи служат для передачи движения между валами, оси которых параллельны, пересекаются, перекрещиваются.

Передача движения между параллельными валами осуществляется цилиндрическими колесами внешнего и внутреннего зацепления с прямыми и косыми зубьями, а также шевронными.

###### 1.3 Геометрия зубчатых передач

Основным кинематическим условием, которому должны удовлетворять профили зубьев, является постоянство мгновенного передаточного отношения передачи. Этому условию удовлетворяют многие классы кривых.

Для обеспечения высокого КПД, прочности и долговечности колес профили должны обеспечивать малые скорости скольжения и достаточные радиусы кривизны в точках контакта. Профили должны быть просты в изготовлении, в частности нарезание простым инструментом независимо от числа зубьев колес.

Кинематика зубчатых передач

Окружная скорость в зацеплении.

##### 2. Общие сведения о конических передачах

###### 2.1 Геометрия конических передач

Конические передачи предназначены для передачи движения между валами, оси которых пересекаются (обычно под прямым углом), бывают с прямыми, косыми и круговыми зубьями. Эксплуатируются при  $v = 2 \dots 3$  м/с.

###### 2.2 Силы, действующие в зацеплении прямозубой конической передачи

Силы, действующие в зацеплении прямозубой конической передачи

В зацеплении конической передачи действуют силы: *окружная – Ft, радиальная – Fr, осевая – Fa*

### 2.3 Расчет конической передачи на изгиб зуба

При расчете на изгиб зуба используем формулу для расчета прямозубых

цилиндрических передач  $\sigma_F = \frac{\omega_{Fi} \cdot Y_F}{m} \leq [\sigma_F] \text{ МПа},$

Согласно опытным данным нагрузочная способность конической прямозубой передачи составляет лишь около 0,85 цилиндрической.

## 3. Общие сведения о червячных передачах

Червячные передачи – это передачи **зацеплением с непосредственным контактом** витков червяка и зубьев червячного колеса (рис. 7.1). Червяк 1 – это винт с трапецидальной или близкой к ней по форме резьбой. Червячное колесо является косозубым зубчатым колесом с зубьями особой дуговой формы. Такая форма зубьев обеспечивает увеличение их длины и прочности зубьев на изгиб.

### 3.2. Достоинства и недостатки червячных передач

### 3.3. Типы червяков

**По форме** тела червяки разделяют на **цилиндрические, глобоидные и тороидные**. Наибольшее применение находят цилиндрические червяки как более простые в изготовлении и обеспечивающие достаточно высокую нагрузочную способность.

### 3.3. Критерии работоспособности червячных передач

Причины выхода из строя червячных передач (в порядке убывания частоты проявления отказов): износ, заедание, пластическая деформация, усталостная поломка зубьев колеса.

### 3.5 Материалы червяка и червячного колеса

Изготовление и червяка и колеса из твердых материалов не обеспечивает достаточной износостойкости и сопротивления заеданию. Поэтому одну из деталей передачи выполняют из антифрикционного материала (материала, хорошо сопротивляющегося заеданию и износу).

## 1.2 Лекция №2

### Тема: «Расчёт и проектирование балочных конструкций»

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Назначение и классификация балок
2. Расчет балок и стержней
  - 2.1 Расчет статической прочности
  - 2.2. Расчет жесткости
  - 2.3. Расчет динамических характеристик

#### 1.2.2 Краткое содержание вопросов

## 1. Назначение и классификация балок

Твердое тело, поперечные размеры которого много меньше продольных, называется **брусом**.

Брус с прямолинейной осью называется **стержнем**, а конструкция, состоящая из совокупности стержней, называется **стержневой**. Стержневые конструкции нагружаются преимущественно напряжениями растяжения и сжатия. Они могут воспринимать также и крутящий момент.

Стержни круглого поперечного сечения, передающие преимущественно крутящий момент, называются **валами**.

Если прямолинейные брусья нагружены преимущественно изгибающим моментом, то они называются **балками**.

## 2. Расчет балок и стержней

Критерии, используемые при расчете балок:

1. статическая прочность;
2. жесткость при изгибе, кручении и растяжении(сжатии);
3. статическая устойчивость;
4. динамическая устойчивость.

### 2.1 Расчет статической прочности

Расчет статической прочности является проверочным. Для балки заданной формы вычисляются значения наибольших эквивалентных напряжений в поперечном сечении и изменения этих напряжений по длине. Как правило, форма и геометрические размеры балки определяются из конструктивных соображений. Расчет должен подтвердить или опровергнуть предложенную конструктором конструкцию с точки зрения статической прочности. Заметим, что статическая прочность не является единственным критерием проверки правильности выбора конструкции. Окончательный вывод может быть сделан только при проверке всех критериев.

Балки изготавливаются из стали, механические характеристики которой определяют величину запаса прочности при заданном нагружении. Таким образом, цель расчета балки может быть сформулирована как определение таких значений механических характеристик материала балки (стержня), которые обеспечивают заданные значения коэффициентов запаса прочности при заданном нагружении.

Если в каждом сечении балки напряжения одинаковы по величине, то такая балка (стержень) называется *равнопрочной*. В силу ряда причин создать равнопрочную конструкцию на практике невозможно, но чем ближе фактические напряжения к средним, тем лучше будет использоваться материал проектируемой конструкции.

В качестве исходных данных при расчете статической прочности, помимо геометрических характеристик, должны быть заданы нагрузки. В модуле *APM Beam* к ним относятся:

- сосредоточенные и распределенные радиальные силы;
- осевые силы;
- изгибающие моменты;
- моменты кручения.

Необходимо также указать условия закрепления балки, задав конечное число опор (количество опор не должно превышать пятидесяти). Кроме того, допускается жесткое закрепление крайних поперечных сечений слева и справа либо с одной из сторон.

Если жесткое закрепление отсутствует, то при приложении осевой нагрузки следует следить за выполнением условия осевого равновесия, а при приложении момента кручения нужно проверить выполнение условия равновесия от моментов кручения. В случае, если сумма сил в осевом направлении не будет равной нулю, то наличие осевых сил будет проигнорировано. Если при отсутствии жесткого

закрепления сумма моментов не равна нулю, то наличие моментов кручения будет также проигнорировано.

## **2.2 Расчет жесткости**

В некоторых случаях важным критерием, обуславливающим пригодность предложенной конструкции балки (стержня), является *жесткость*. Напомним, что под жесткостью понимается нагрузка, вызывающая единичную деформацию (в принятой системе единиц измерения).

Расчет жесткости в модуле *APM Beam* включает в себя определение перемещений, возникающих под действием приложенной нагрузки. Для расчета радиальных перемещений используется метод интеграла Мора. В соответствии с характером нагрузки жесткость делится на изгибную, крутильную и осевую. В *APM Beam* Вы можете рассчитать каждую из этих жесткостей, причем результаты расчета выводятся в виде графика изменения деформации вдоль оси в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В некоторых случаях бывает необходимо определить углы поворота поперечных сечений балки и параметры кручения, полученные дифференцированием кривой перемещений. *APM Beam* позволяет провести такие расчеты. Деформации кручения определяются методом конечных элементов. Условие жесткости считается выполненным, если фактические перемещения и углы наклона рассматриваемых сечений не превышают максимально допустимых значений. Величины допустимых значений зависят от назначения проектируемого оборудования и требуемой точности.

## **2.3 Расчет динамических характеристик**

При расчете нежестких балок и балок, работающих при циклическом нагружении, возникает задача определения собственных частот изгибных и крутильных колебаний.

*APM Beam* позволяет рассчитать как абсолютные значения собственных частот, так и их собственные формы.

В основу определения собственных частот в *APM Beam* положен метод начальных параметров. При расчете изгибных колебаний учитывается как собственная масса балки, так и инерция поворота сечения балки.

При расчете учитываются также внешние массы, к которым относятся массы и осевые моменты инерции. При расчете крутильных колебаний предполагается, что моменты инерции описывают тела вращения (для которых осевой момент инерции в два раза меньше, чем полярный).

## **2. Методические указания по проведению практических занятий**

### **2.1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 (4 часа)**

#### **Тема: «Проектирование и расчет валов»**

##### **2.1.1 Вопросы к занятию:**

1. Основные положения
2. Назначение и классификация валов
3. Критерии, используемые при расчете валов
  - 3.1 Расчет валов
  - 3.2 Расчет статической прочности
  - 3.3 Расчет вала на сопротивление усталости
  - 3.4 Расчет жесткости
  - 3.5 Расчет динамических характеристик вала

##### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

## Основные положения

*APM Shaft* представляет собой систему для расчета и проектирования валов и осей, разработанную в НТЦ "Автоматизированное Проектирование Машин".

С помощью *APM Shaft* можно рассчитать следующие параметры:

- реакции в опорах;
- распределение поперечных сил;
- распределение моментов и углов изгиба;
- распределение моментов и углов кручения;
- распределение деформаций вала;
- распределение напряжений;
- распределение коэффициента запаса усталостной прочности;
- собственные частоты и формы изгибных и крутильных колебаний вала.

*APM Shaft* позволяет получить рабочий чертеж вала в формате *APM Graph (\*.agr)*, а также генерировать файл отчета в формате \*.rtf.

## Назначение и классификация валов

Валы и оси служат для установки вращающихся деталей машин, таких как зубчатые колеса, шкивы, звездочки и т.п. Вал предназначен для поддержания расположенных на нем деталей и для передачи крутящего момента. При работе вал испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях дополнительно растяжение и сжатие. Ось предназначена только для поддержания расположенных на ней деталей. В отличие от вала ось не передает крутящего момента и, следовательно, не испытывает кручения. Оси могут быть неподвижными или вращаться вместе с присоединенными к ним деталями.

## Расчет валов

### Критерии, используемые при расчете валов

В процессе работы валы испытывают значительные нагрузки, поэтому при определении оптимальных геометрических размеров валов необходимо выполнить комплекс расчетов, включающий в себя определение:

- статической прочности;
- усталостной прочности;
- жесткости при изгибе и кручении.

При высоких скоростях вращения необходимо определять частоты собственных колебаний вала для того, чтобы предотвратить попадание в резонансные зоны. Длинные валы проверяют на устойчивость.

### Расчет статической прочности

Этот расчет является проверочным. С его помощью для вала заданной формы вычисляются значения коэффициентов запаса прочности. Как правило, форма и геометрические размеры вала определяются из конструктивных соображений. Расчет должен подтвердить или опровергнуть предложенную конструктором конфигурацию вала с точки зрения статической прочности. Заметим, что статическая прочность не является единственным критерием проверки правильности конструкции вала. Окончательный вывод может быть сделан только в результате проверки всех критериев (см. выше).

При расчете статической прочности вал рассматривается как круглая балка переменного сечения. Валы изготавливаются из стали, механические характеристики которой определяют величину запаса прочности при заданном нагружении вала. Таким образом, цель расчета вала может быть сформулирована как определение таких значений механических характеристик материала вала, которые обеспечивают заданные значения коэффициентов запаса прочности при заданном нагружении вала.

Если в каждом сечении вала напряжения одинаковы по величине, то такой вал называется *равнопрочным*. В силу ряда причин спроектировать равнопрочный вал на практике невозможно, но чем ближе фактические напряжения к напряжениям, имеющим

место для равнопрочного вала, тем лучше будет использоваться материал проектируемого вала.

При расчете статической прочности в качестве исходных данных, помимо геометрических характеристик, должны быть заданы действующие на вал нагрузки, такие как:

- сосредоточенные и распределенные радиальные силы;
- осевые силы;
- изгибающие и крутящие моменты;
- сосредоточенные массы и осевые моменты инерции.

Необходимо также указать условия закрепления вала, задав конечное число опор, причем количество опор не должно превышать пятидесяти.

При вводе моментов кручения следует следить за тем, чтобы соблюдалось условие равновесия по кручению. Если это условие не выполняется, система проигнорирует введенные моменты кручения.

Расчет статической прочности включает в себя определение моментов изгиба и кручения в выбранных сечениях вала, а также расчет напряжений изгиба и кручения. Прочность вала оценивается величиной эквивалентных напряжений, рассчитанных исходя из гипотезы максимальных касательных напряжений. В случае статически неопределимых валов расчет реакций опор выполняется методом сил.

Результаты расчета изгибающих моментов представляются в виде эпюр, построенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Крутящие моменты и результаты расчета эквивалентных напряжений представляются в виде графиков изменения по длине вала. Статическая прочность считается достаточной, если коэффициент запаса составляет 1,3...1,5 и более. Под коэффициентом запаса понимается отношение предела текучести материала вала к величине эквивалентного напряжения в наиболее нагруженной точке. В качестве дополнительных параметров вычисляются величины реакций опор, которые необходимы для расчета сопряженных с валом деталей.

### ***Расчет вала на сопротивление усталости***

Вращение вала приводит к возникновению переменных по времени напряжений. В случае изменений приложенной к валу внешней нагрузки неравномерность напряжений еще более возрастает. Переменный характер напряжений приводит к появлению усталостных трещин, которые могут стать причиной разрушения. Разрушение начинается в наиболее напряженных точках вала.

Большую роль в возникновении и развитии разрушений играют местные напряжения. Эти напряжения появляются в местах размещения канавок, галтелей, шлицов, шпоночных пазов, резьб и т.п.

Расчет усталостной прочности производится исходя из номинальных напряжений изгиба и кручения, с учетом местных напряжений, действующих в рассматриваемой точке вала. Влияние местных напряжений учитывается введением коэффициентов концентрации напряжений; значения этих коэффициентов зависят от типа концентратора.

Результаты расчета усталостной прочности представляются в виде графика изменения коэффициента запаса усталостной прочности по длине вала. Под коэффициентом запаса понимается запас длительной прочности. Так как точность расчета этого коэффициента существенно ниже, чем точность определения статической прочности, минимально допустимое значение коэффициента запаса не должно быть меньше 2,5.

В системе предусмотрен также механизм учета переменности внешних силовых факторов, при котором переменный режим нагружения приводится к эквивалентному постоянному режиму или может быть задан пользователем в виде графика.

### ***Расчет жесткости***



В некоторых случаях важным критерием, обуславливающим пригодность предложенной конструкции вала, является его *жесткость*. Напомним, что под жесткостью понимается нагрузка, вызывающая единичную деформацию (в принятой системе единиц измерения).

Расчет жесткости в модуле *APM Shaft* включает в себя определение деформаций, возникающих под действием приложенной нагрузки. Для расчета деформаций используется метод интеграла Мора. В соответствии с характером нагрузки жесткость вала делится на *изгибную* и *крутильную*; в *APM Shaft* можно рассчитать оба этих типа. Результаты расчета выводятся в виде графика изменения жесткости вдоль оси вала.

В некоторых случаях бывает необходимо определить углы поворота поперечных сечений вала и параметров кручения, полученных дифференцированием кривой деформаций; *APM Shaft* позволяет провести такие расчеты. Условие жесткости считается выполненным, если фактические деформации и углы наклона рассматриваемых сечений не превышают максимально допустимых значений. Величины допустимых значений зависят от назначения проектируемого оборудования и требуемой точности.

#### ***Расчет динамических характеристик вала***

При расчете быстроходных или нежестких валов возникает задача определения собственных частот изгибных и крутильных колебаний.

*APM Shaft* позволяет рассчитать как абсолютные значения собственных частот, так и их собственные формы.

В основу определения собственных частот в *APM Shaft* положен метод начальных параметров.

При расчете изгибных колебаний учитывается как собственная масса вала, так и инерция поворота сечения вала.

При расчете учитываются внешние массы, к которым относятся массы и осевые моменты инерции. При расчете крутильных колебаний предполагается, что моменты инерции описывают тела вращения (для которых осевой момент инерции в два раза меньше, чем полярный).

Система *APM Shaft* позволяет рассчитать вал при различных граничных условиях и различных типах опор.

Рассматриваются опоры следующих видов:

- жесткая шарнирно-подвижная опора (реактивный момент равен нулю);
- жесткая безмоментная опора (смещение оси вала и реактивный момент равны нулю);
- упругая опора (смещение оси вала пропорционально реакции в опоре).

Из параметров материалов система использует:

- предел прочности;
- модуль упругости;
- коэффициент Пуассона;
- плотность материала.

## **2.2 Практическое занятие №2 (2 часа)**

**Тема: «Расчет и проектирование балочных конструкций»**

### **2.2.1 Вопросы к занятию:**

#### **1. Начало работы**

#### **2. Общие принципы работы с редактором**

##### ***2.1 Выбор режима***

##### ***2.2 Рисование***

### **2.3 Редактирование**

#### **3. Настройка интерфейса редактора**


#### **4. Задание сегмента балки**

#### **5. Редактирование и удаление сегмента балки**

#### **6. Нагрузки, действующие на балку**

### **2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **1. Начало работы**

Запуск *APM Beam* осуществляется соответствующей командой меню *Windows Пуск | Программы | APM WinMachine |  APM Beam*. Группа *APM WinMachine* создается при установке системы. Запуск *APM Beam* возможен также из группы *Конечно-элементный анализ оболочки APM Integrator*. Ярлык *APM Integrator* размещается после установки *APM WinMachine* на рабочем столе.

Для выполнения расчета балки необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Создание геометрической модели балки (рисование секций и сечений балки);
- 2) Задание нагрузки (радиальная сила, осевая сила, распределенная сила, момент изгиба, момент кручения, момент инерции, присоединенная масса);
- 3) Размещение опор;
- 4) Задание параметров материала;
- 5) Выполнение расчета;
- 6) Просмотр и сохранение результатов.

Достаточным условием для выполнения расчета балки является: создание модели балки (п.1), задание хотя бы одной нагрузки (п.2), размещение опор (п.3) так чтобы балка не являлась механизмом, материалом по умолчанию является Сталь3кп.

Для получения справочной информации по работе с системой воспользуйтесь командой

**Справка | Содержание.**

#### **Общие принципы работы с редактором**

##### ***Выбор режима***

Для того, чтобы нарисовать балку, нужно последовательно задать элементы ее конструкции; для проведения расчетов нужно также задать нагрузки и разместить опоры. ***Чтобы нарисовать или отредактировать какой либо элемент расчетной схемы балки, нужно переключить редактор в режим рисования этого элемента.*** Для этого нужно выбрать либо соответствующую кнопку на инструментальной панели, либо команду в меню. Показателем текущего режима является состояние инструментальной панели и форма курсора в рабочем поле - она соответствует объектам, с которыми в данный момент работает редактор.

##### ***Рисование***

Непосредственно рисование сегмента балок и ввод нагрузок и опор в системе *APM Beam* производится с помощью мыши. В процессе рисования курсором мыши Вы указываете точку или участок, где нужно поместить очередной элемент; после этого параметры элемента могут быть уточнены в диалоговом окне.

По особенностям задания примитивы редактора балок можно условно разделить на две группы – «точечные» и «протяженные».

К «точечным» элементам относятся те, для размещения которых нужно указать только осевую координату (пример - сосредоточенные силы и опоры). Для задания этих элементов нужно поместить курсор в нужную точку и щелкнуть **левой** кнопкой мыши. На экране появляется диалоговое окно, в котором вводятся характеристики элементов (например, величина силы).

К числу “протяженных” относятся сегменты балки и распределенные силы. При вводе этих примитивов обычно нужно задать габариты соответствующего элемента, например, начальную и конечную точки. Сначала нужно поместить курсор в ту точку, где начинается элемент, и щелкнуть *левой* кнопкой мыши. Затем переместить курсор в ту точку, где элемент заканчивается, и снова щелкнуть *левой* кнопкой мыши. В процессе перемещения курсора при нажатой кнопке мыши рисуется текущая форма(или текущие габариты) элемента, а в информационном окне выводятся текущие значения основных параметров. После того, как пользователь отпустит кнопку, на экране появляется диалоговое окно для уточнения значений параметров.

Элементы балки можно также разделить на «первичные» и «вторичные». К первичным относятся сегменты балки. Все остальные элементы являются вторичными-они могут быть введены только после того, как Вы задали первичные элементы, и только в их границах(то есть, например, Вы не сможете ввести нагрузку или опоры при отсутствии балки).


### Редактирование

Редактирование в модуле *APM Beam* включает в себя изменение параметров элементов балки, а также их 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 для того, чтобы программа могла определить, какой именно 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, содержащее параметры объекта и с доступной кнопкой *Удалить*. Пользователь может ввести новые значения параметров или удалить объект.

### Настройка интерфейса редактора

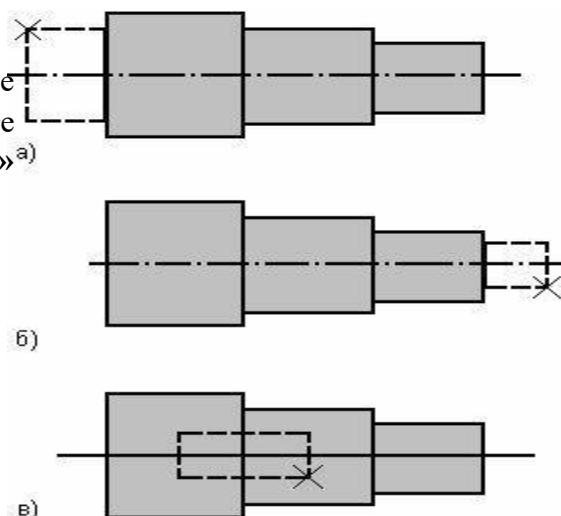
Для удобства работы с системой *APM Beam* предусмотрено изменение пользовательских настроек. Для изменения настроек используются команды выпадающего меню **Вид (Информационная панель, Панель инструментов, Линейки)** и **Установки (Единицы, Палитра..., Сетка..., Шаг курсора, Масштаб...)**. При этом следует отметить, что настройки «по умолчанию» является достаточно удобными для построения наиболее распространенных моделей.

#### Задание сегмента балки

Для рисования сегмента балки выберите команду **Задать |  Сегмент** или нажмите соответствующую кнопку «Сегмент» <sup>а)</sup> панели инструментов.

Рисование сегмента может осуществляться в трех режимах:



- добавление сегмента слева;
- добавление сегмента справа;
- вставка сегмента



Поперечное сечение может быть создано четырьмя способами:

- вставлено из базы данных сечений в виде параметрической модели;
- открыто в заранее сохраненном файле собственного формата модуля *APM Graph* с расширением \*.agr;
- импортировано в редактор поперечных сечений через файл формата \*.dxf;
- создано непосредственно в редакторе поперечных сечений *APM Graph*.

Рассмотрим каждый из способов подробнее. Редактор поперечных сечений *APM Graph* позволяет выбрать сечение, представленное в виде графического объекта, из базы данных. Графические объекты, которые могут быть взяты из базы данных, как правило, представляют собой параметрическую модель, которая переносится в поле редактора как параметрический блок. Такой блок перед добавлением его в библиотеку сечений должен быть обязательно расчленен. Рассмотрим кратко порядок вставки объекта из базы данных.

1. Переходим в режим вставки объекта из базы данных нажатием одноименной кнопки  панели инструментов «Рисование» (команда **Рисовать | Блок | Вставить объект из базы данных**). После этого откроются те базы данных, которые были выбраны более ранним к ним обращением, причем не обязательно из модуля *APM Beam*. Если таковых не окажется, то следует на панели инструментов «Инструменты» нажать кнопку «Менеджер баз данных»  (команда **Инструменты | Менеджер баз данных...**) и в открывшемся диалоговом окне (рис. 3.9) отметить флажком одну или несколько баз данных – те, в которых находятся необходимые для встраивания объекты. Параметрические библиотеки сечений расположены в разделе сортаменты в следующих базах, поставляемых с системой APM:

*Механическая:*

C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\APM Winmachine 2007 (v.9.3)\DataBase\APM Section Data

*Сечения:*

C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\APM Winmachine 2007 (v.9.3)\DataBase\APM Section Data

### **Редактирование и удаление сегмента балки**

Чтобы отредактировать или удалить какой либо из сегментов балки, нужно сначала выбрать его. Для этого войдите в режим рисования (с помощью команды меню или пиктографической кнопки) и выберите нужный элемент, подведя к нему курсор и нажав *правую* кнопку мыши. При этом на экране появится диалоговое окно. Для редактирования сегмента балки используется одно и тоже диалоговое окно. Оно содержит поля ввода, заполненные текущими значениями параметров редактируемого элемента, и клавишу для удаления элемента. Так же с помощью этого диалога Вы сможете задать/отредактировать поперечное сечение сегмента.

### **Нагрузки, действующие на балку**

С помощью редактора *APM Beam* можно задать радиальные и осевые сосредоточенные силы, распределенную радиальную нагрузку, моменты изгиба и кручения, присоединенные массы и моменты инерции.

**Замечание.** Присоединенные массы и моменты инерции учитываются только для расчета динамических характеристик.

## **2.9 Практическое занятие 9 (Пр-9) Система управления базами данных.**

### **2.9.1 Вопросы к занятию:**

1. Работа со структурой базы данных
2. Элементы пользовательского интерфейса APM Base
3. Классификаторы

## 2.9.2 Краткое описание проводимого занятия:

### 1. Работа со структурой базы данных

Работа со структурой базы данных предполагает собой перенос различных объектов из одного места базы данных в другое. Все вышеперечисленные объекты базы данных могут вместе со всем своим содержимым:




### 2. Элементы пользовательского интерфейса APM Base

#### Главное меню

Главное меню (рис. 1.11) расположено в верхней части окна и содержит команды системы *APM Base*. Описание команд главного меню приведено в справочнике (таблица 1.3). В случае, если выполнение команд невозможно, например, команды редактирования текста неприменимы для параметрической модели, то такие команды и элементы меню будут недоступны.

#### Справочник команд главного меню APM Base

Таблица 1.3 – Справочник команд главного меню *APM Base*

Команда		Описание команды
<b>Меню Базы данных</b>		
Открыть базу (Ctrl+B)		Вызов диалогового окна выбора базы для открытия или создание новой базы данных
Заккрыть базу (Ctrl+C)		Заккрыть выделенную базу
<b>Меню Файл</b>		
	Сохранить	Сохранить изменения в базе данных
Печать		Печать текущего текстового файла или таблицы
	Предварительный просмотр	Просмотр документа в полностраничном режиме
	Параметры страницы...	Вызов диалогового окна задания параметров страницы
Выход		Завершение работы с запросом на сохранение документа

Пользователь имеет возможность настройки и конфигурации элементов главного меню системы. Подробное описание настройки меню приведено в главе «Полезные настройки».

#### Панели инструментов

Панели инструментов содержат кнопки вызова команд *APM Base*. Для вызова нужной команды просто щелкните левой кнопкой мыши по соответствующей кнопке. Кнопки панелей инструментов сгруппированы по виду операций и типу объектов.

#### Замечание.

Под логикой работы с базой понимается то, какие объекты могут входить в состав других объектов. В соответствии с логикой в состав группы объектов могут входить только параметрические модели, и там не может быть ни эскиза, ни таблицы. Эта логика



учитывается при возможности переноса или копирования объектов базы.

Аналогично, объект рисунок может входить в состав как таблицы, так и располагаться отдельно в базе данных; он не может входить в состав, например, группы объектов.

Для того, чтобы переместить объекты из одного места базы данных в другое достаточно просто, зажав левую кнопку мыши, «перетащить» требуемый объект в нужное место базы данных. В этом случае перемещаемый объект удалится в своем предыдущем месте и появится в составе того объекта, куда его переместили.

Команды по перемещению элементов дерева доступны также из соответствующей панели инструментов (таблица 1.2).

**Таблица 1.2 – Команды панели Операции по перемещению элементов дерева.**

Команда	Описание команды
 Переместить вверх (Ctrl+U)	Переместить объект вверх по дереву в пределах папки
 Переместить вниз (Ctrl+D)	Переместить объект вниз по дереву в пределах папки

Если требуется переместить копию объекта в другое место базы данных, а сам объект оставить на своем месте, то для этого достаточно выполнить процедуру «перетаскивания», держа на клавиатуре нажатой клавишу **SHIFT**.

**Замечание.**

Если пользователь удалил какой-либо объект базы данных АРМ, а потом заменил его на этом же месте его копией, то эта копия по своим свойствам не будет идентична первоначальному объекту. В частности с ней не смогут работать расчетные модули, которые были настроены на работу с оригиналом объекта. Для возможности работы расчетных модулей с такой копией необходима дополнительная настройка расчетного модуля на эту копию.

Данное ограничение связано с тем, что каждый объект базы данных имеет свой уникальный идентификатор, благодаря которому и происходит работа с этим объектом и в базе данных и с расчетными модулями. Идентификатор генерируется при инсталляции базы данных и позволяет, помимо всего прочего, отличать объекты, поставляемые с базой данных (которые не могут быть удалены), от объектов, добавленных пользователем. При перемещении объектов внутри структуры базы данных идентификатор перемещаемого объекта сохраняется.

Если пользователь создает копию какого-либо объекта, то она будет иметь отличный от оригинала идентификатор, и поэтому расчетный модуль без перенастройки не сможет работать с копией так же, как и с оригиналом.

В явном виде пользователь может увидеть этот идентификатор, если он просмотрит содержимое соответствующих директорий, в которых хранятся объекты, добавленные в базу — модели, таблицы, файлы. Имена соответствующих объектов и будут их идентификаторами. Не рекомендуется что-либо изменять в имени этих объектов, поскольку они перестанут быть видны в базе данных, и их прежнее имя восстановить не удастся.

При изменении структуры базы данных не допускается выполнение следующих операций:

- Удалять и изменять положение объектов, поставляемых с базой данных АРМ;
- Добавлять таблицу или эскиз в состав группы объектов.

**Замечание.**



Поставляемые с системой АРМ базы данных являются стандартными, поэтому настоятельно рекомендуется их открывать ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ. Для редактирования лучше дополнительно создать новую пользовательскую базу данных.

### **Классификаторы**

Классификатор — это ключевое слово(группа слов), которое однозначно определяет конкретный объект базы данных. Объекту может быть присвоен классификатор, или нет, но в последнем случае с данным объектом базы данным не смогут работать расчетные программы. При организации поиска в базе данных пользователь выбирает это ключевое слово, и ему будет найден конкретный объект.

Для того, чтобы задать классификатор какому-либо объекту, предварительно необходимо создать список классификаторов объектов этой базы данных. Сделать это можно, выбрав пункт контекстного меню **Классификаторы...**

При выборе этого пункта контекстного меню **Классификаторы...**, у пользователя откроется диалоговое окно «**Классификаторы**», (рис. 1.13), в котором показывается весь список классификаторов, использующийся объектами этой базы данных. С помощью кнопок в данном диалоговом окне можно:

- a) Нажатием кнопки «**Добавить**» — добавить классификатор; в этом случае имя классификатора следует ввести в открывшемся диалоговом окне *Добавить классификатор* (рис. 1.13). При добавлении нового классификатора в списке классификаторов одноименного диалогового окна появится его имя и флажок в поле, удостоверяющий то, что это классификатор пользователя;
- b) Кнопка «**Изменить**» — позволяет изменить имя ранее введенного классификатора. Для изменения имени конкретного классификатора, его следует выделить, а затем, нажав кнопку «**Изменить**», переименовать в диалоговом окне *Изменить классификатор*.
- c) Кнопка «**Удалить**» — позволяет удалить выделенный классификатор из списка.
- d) Кнопка «**Отмена**» — закрывает диалоговое окно *Классификаторы* после внесения в него всех изменений.

### **Поиск объектов в базе**

В базе данных возможно организация двух видов поиска: *по строке данных* и *по классификаторам*. Рассмотрим каждый из видов поиска подробнее.

Поиском *по строке данных* удобно пользоваться, если заранее полно или частично известно имя объекта или комментарии к нему. Для проведения поиска объектов в базе данных служит команда **Правка | Найти...** (Ctrl+F). В появившемся диалоговом окне (рис. 1.16) необходимо ввести слово (или слова) для поиска и отметить необходимые атрибуты. Далее нажатием кнопки «**Найти далее**» производим поиск в той области базы данных, которая отмечена флажками. Найденные элементы (в рассматриваемом случае это элементы дерева) выделяются (рис. 1.16). Для поиска следующего объекта, содержащего заданное слово, нажимаем кнопку «**Найти далее**» еще раз.

### **. Объекты АРМ Base**

Для того, чтобы иметь возможность работы над объектами существующей базы данных (не изменяя содержащуюся в них информацию), следует выделить объект базы данных, с которым пользователь хочет работать, и нажав правую кнопку мыши, вызвать контекстное меню, содержание которого в зависимости от выбранного объекта будет различаться.






Для работы с данными объекта(изменение информации), объект, должен быть, прежде всего, открыт. После этого, в зависимости от того объекта, с данными которого предполагается работать, имеются различные возможности такой работы.



### **Папка**

*Папка АРМ Base* имеет то же значение, что и папка (директория) в системе Windows. В редакторе базы данных возможен только просмотр содержимого конкретной

папки. При работе с папкой, пользователь, вызвав контекстное меню, (рис. 2.1) имеет возможность:

-  **Создать папку...** — в выделенной папке или в пустой базе данных будет создана новая папка, имя которой нужно будет ввести в диалоговом окне *Создать папку...*; 
- Создать группу...** — в выбранной папке будет создана группа объектов, имя которой нужно будет ввести в диалоговом окне *Добавить группу...*; 
- Создать таблицу...** — в выделенной папке будет создана новая таблица, имя которой требуется ввести в одноименном диалоговом окне *Создать таблицу...*;
-  **Добавить таблицу...** — пользователь имеет возможность добавить в выбранную папку предваритель-но сохраненную таблицу из отдельного файла с расширением *APMBase Table \*.abt*. После выбора этого пункта контекстного меню открывается стандартное окно открытия файлов *Windows*, в котором нужно указать путь к файлу таблицы.
-  **Добавить APM Graph параметрическую модель...** — добавление в выбранную папку файл параметрической модели, имеющей расширение **\*.agr**.
-  **Добавить APM Graph файл...** — добавление в выбранную папку файл чертежа(эскиза), имеющего расширение **\*.agr**. Далее открывается стандартное окно открытия файлов *Windows*, в котором нужно указать путь к файлу *APM Graph*.
- Добавить рисунок...** — добавление рисунка в выделенную папку как самостоятельного элемента. Картинка является поясняющим объектом. Формат такой картинки может быть различным.
- Добавить текстовый файл** — добавление текстового файла формата **\*.txt** или **\*.rtf** в выделенную папку как самостоятельного элемента. Возможно также добавление документов других форматов, например **\*.pdf**. При этом просмотр данного документа будет осуществляться соответствующим приложением *Windows*, для **\*.pdf** — программой Adobe Acrobat.
-  **Преобразовать в группу.** Данная операция возможна только в том случае, если в выбранной папке содержатся только параметрические модели, имеющие расширение **\*.agr**, в этом случае выбранная папка станет группой объектов.
-  **Удалить.** Удаление выделенного объекта из базы данных.

**Создать копию объекта.** С помощью этого инструмента можно создать копию выбранного объекта в этой же самой *папке* или *группе объектов*, где находится выбранный объект. Необходимость такой операции зачастую бывает вызвана добавлением каких-либо параметров объекта.