

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Б1.В.13 «Системы автоматизированного проектирования»

(код и наименование дисциплины (модуля))

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Оборудование нефтегазопереработки

(наименование профиля/направленности/специализации)

Бакалавр

квалификация

заочная

(форма обучения)

Нижекамск, 2022

Составитель ФОС:
доцент каф. МАХП
(должность)



(подпись)

И.А. Сабанаев
(И.О. Фамилия)

ФОС рассмотрен и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол № 8 от «12» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев
(И.О. Фамилия)

Эксперт:

Руководитель ООП, Мадышев И.Н. доцент каф. МАХП НХТИ
Ф.И.О., должность, организация,



(подпись)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Оборудование нефтегазопереработки»

(наименование)

Комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине Б1.В.13 Системы автоматизированного проектирования
(наименование дисциплины)

Контрольная работа предназначена для определения степени усвоения студентами метода параметрического моделирования в CAD\CAE-системах.

Задание

Для заданного варианта разработать комплекс обоснования проектных решений по видам обеспечения системы автоматизированного проектирования (САПР) вала, для чего последовательно решить ряд задач:

1) выполнить обоснование проектных решений по математическому, информационному, техническому, методическому программному и техническому обеспечениям проектируемой САПР;

2) провести анализ существующих разработок для решения подобных задач, воспользовавшись литературными источниками и ресурсами Интернет;

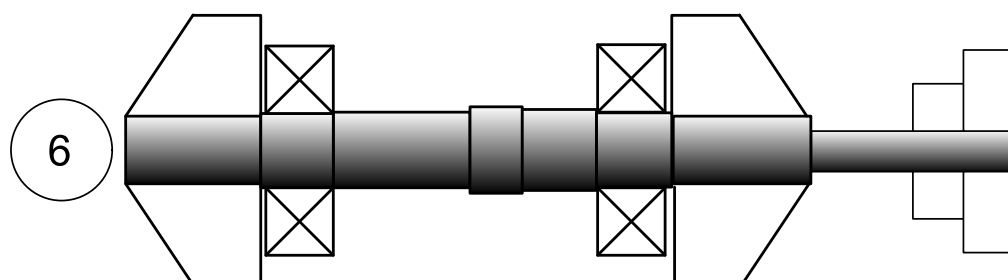
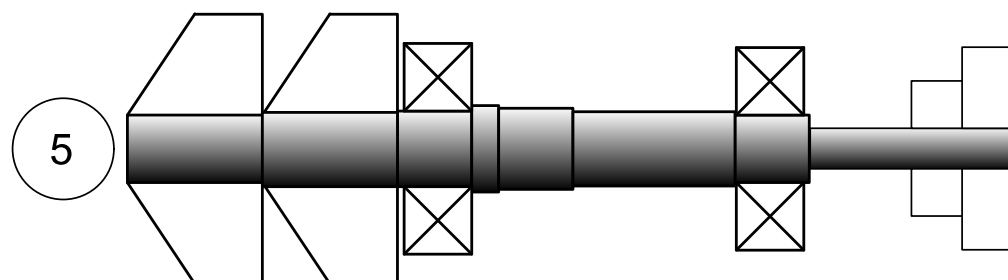
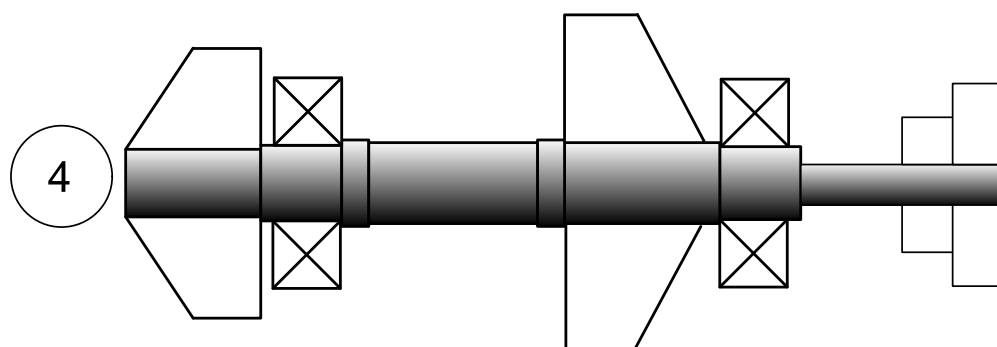
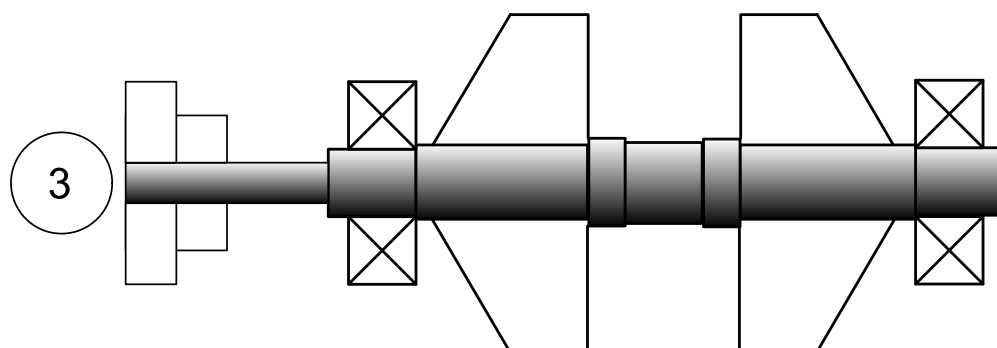
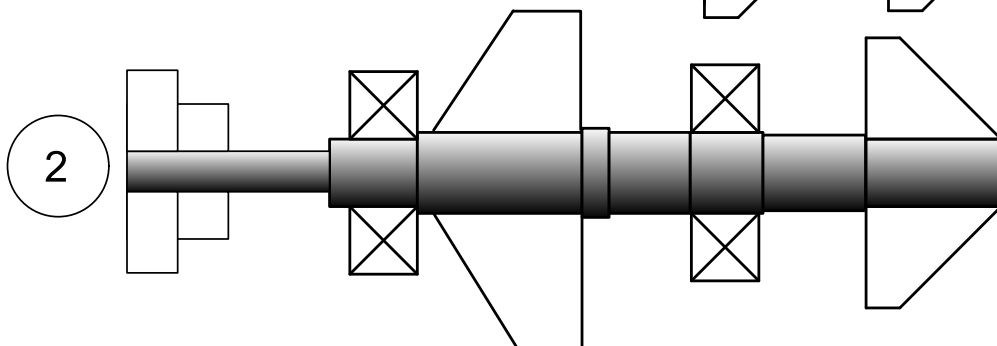
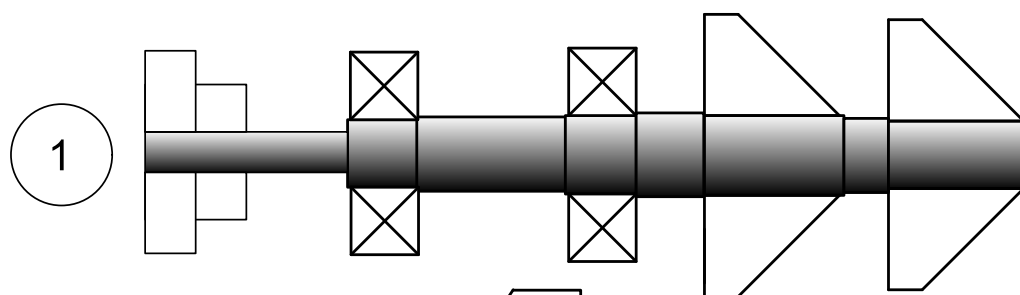
3) на основе выполненного анализа основных задач системы, определить основные функции создаваемой системы и построить ее функциональную схему указав связи между ними и последовательность вызовов;

4) используя разработанную функциональную схему построить структурную схему проектируемой системы, поставив каждой функции в соответствие отдельный структурный элемент системы (модуль);

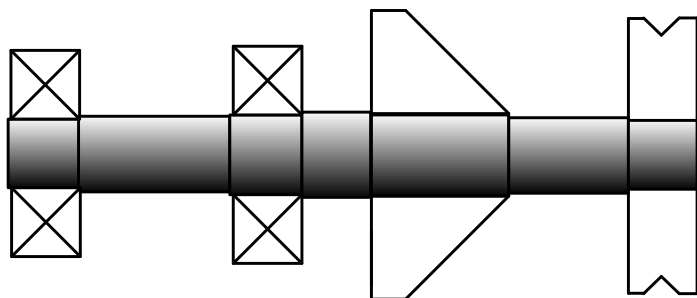
5) на основе разработанной структурной схемы САПР, выполнить проектирование каждого структурного элемента системы автоматизированного проектирования;

6) произвести интегрирование отдельных модулей (функций) в единую систему и разработать для нее интерфейс пользователя;

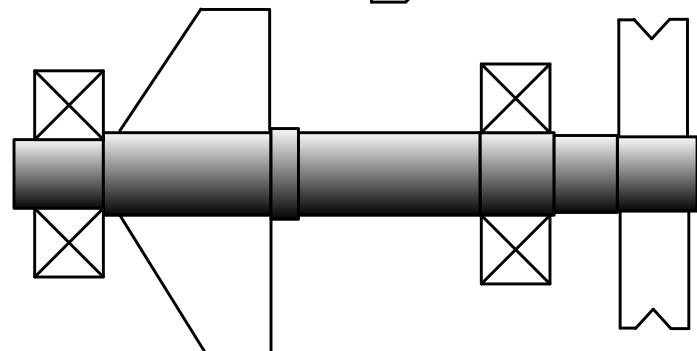
7) с помощью разработанного решения выполнить тестовый расчет.



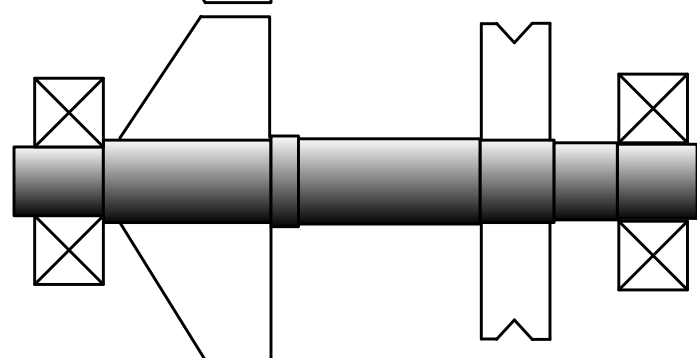
7



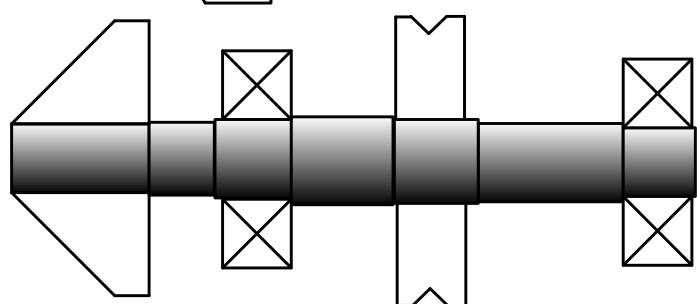
8



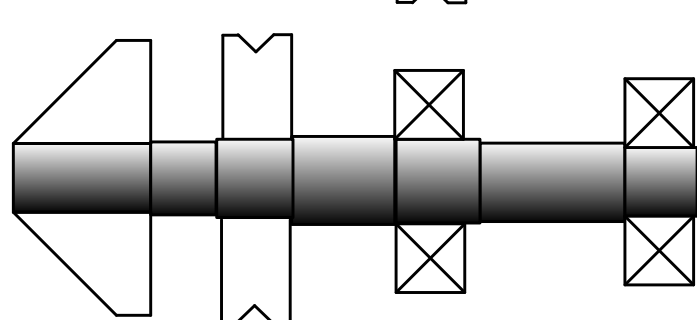
9



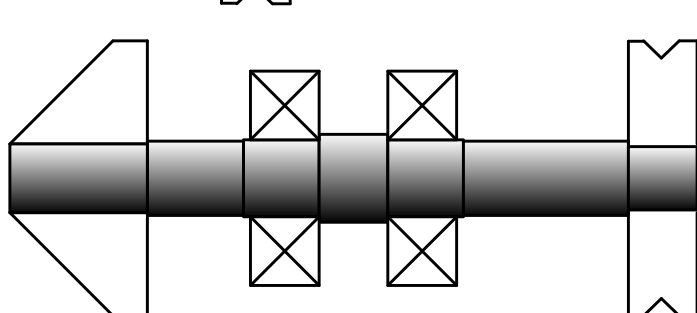
10



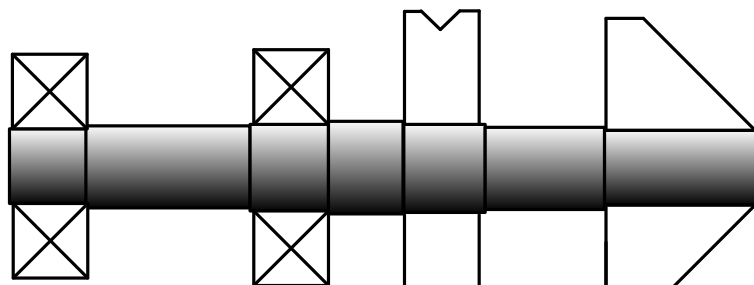
11



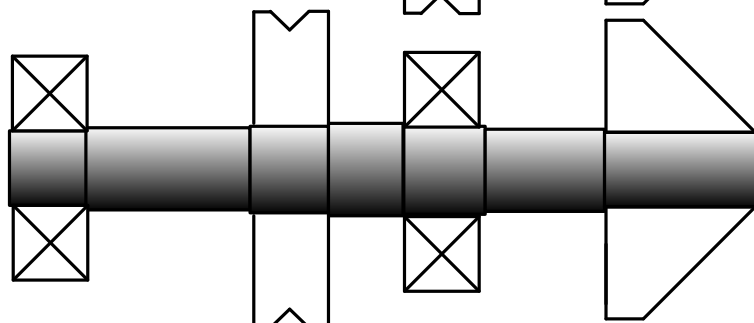
12



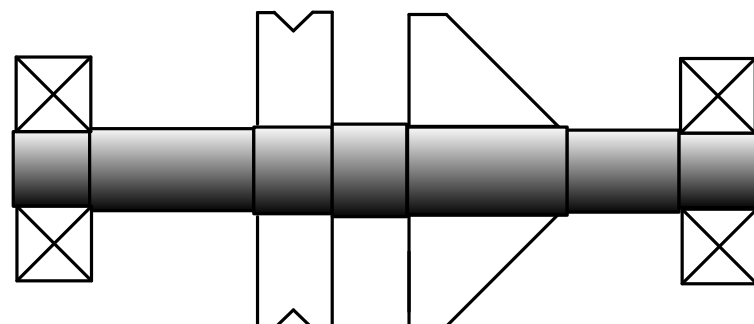
13



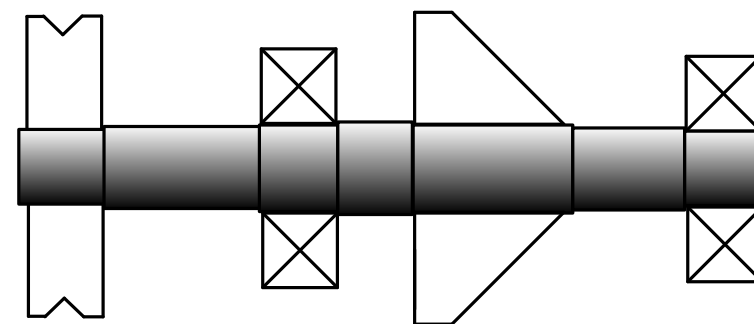
14



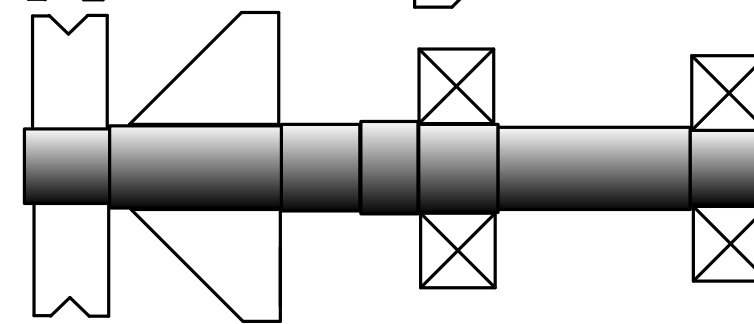
15



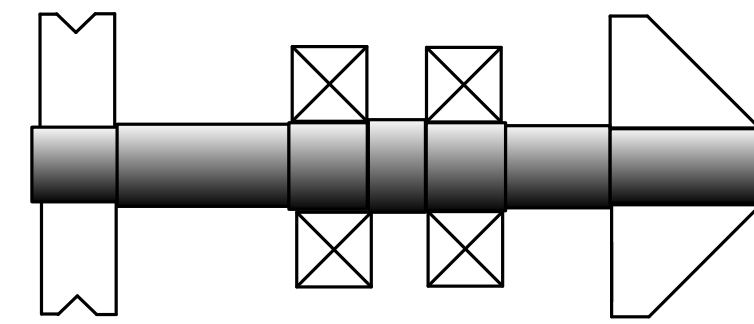
16



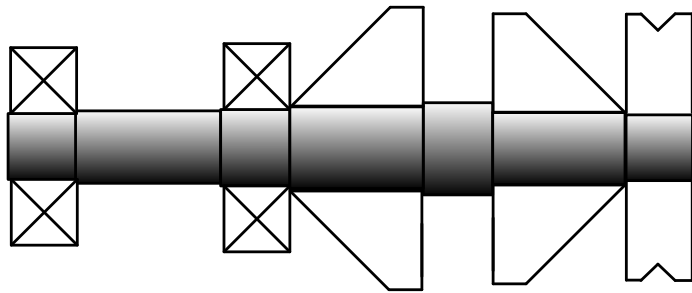
17



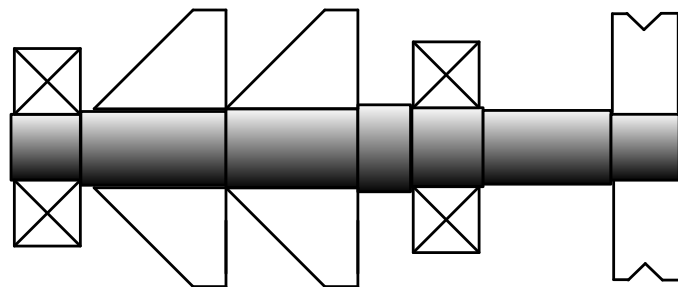
18



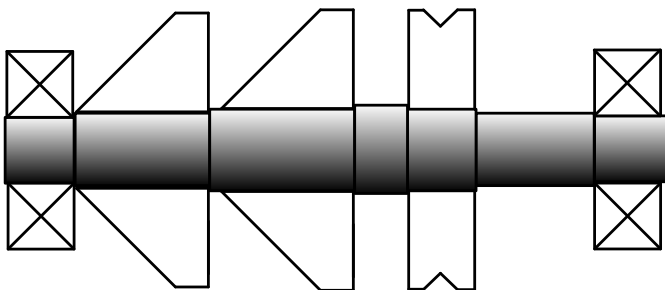
19



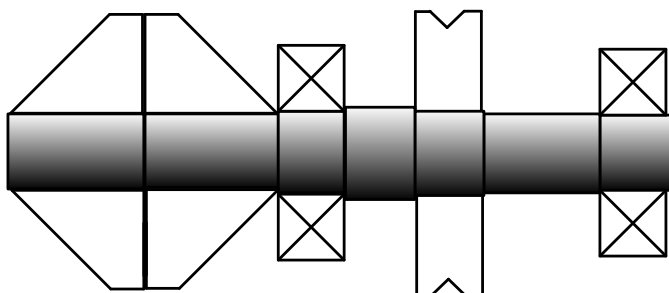
20



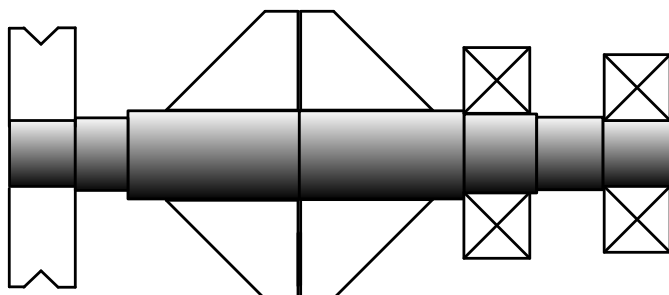
21



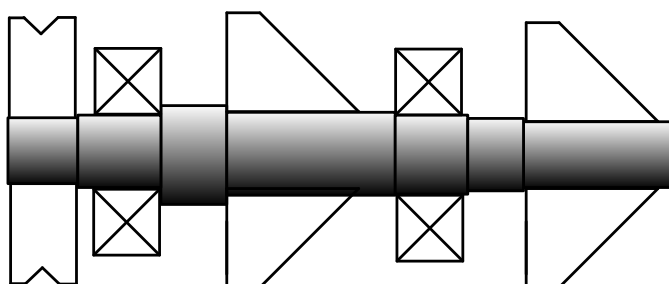
22



23



24



Критерии оценки:

Критерий максимальной оценки – 40 баллов

- 1) при решении задачи грамотно и в полной мере выполнен функциональный анализ, проведена декомпозиция основной функции, определены все ее составляющие, построена функциональная схема;
- 2) на основе функционального анализа произведена структурная композиция системы, определены все элементы проектируемой системы, разработана структурная схема с полным и грамотным описанием;
- 3) на основе структурной схемы разработана модульная структура САПР, определен состав и назначение каждого модуля;
- 4) разработано математическое обеспечение системы – математическая модель, определен алгоритм реализации решения;
- 5) разработано обоснование по информационному обеспечению, определена структура базы данных или файлов данных, продумано обеспечение целостности информационного обеспечения;
- 6) разработано обоснование по программному обеспечению, выбран весь комплекс программ для реализации системы – системное, прикладное и инструментальное программное обеспечение;
- 7) разработано обоснование по техническому обеспечению, оптимально выбран комплекс технических средств, периферийное оборудование;
- 8) разработан межмодульный интерфейс и интерфейс пользователя, обеспечивающий взаимодействие с проектировщиком в диалоговом режиме работы;
- 9) полученное решение успешно защищено во время публичного обсуждения в группе.

Критерий оценки на 32 балла

- 1) при решении задачи достаточно грамотно выполнен функциональный анализ, проведена декомпозиция основной функции, определены практически все ее составляющие, построена функциональная схема;
- 2) на основе функционального анализа произведена структурная композиция системы, определены элементы проектируемой системы, разработана структурная схема с ее описанием, допущены некоторые ошибки при сопоставлении функциональных и структурных элементов системы;
- 3) на основе структурной схемы разработана модульная структура САПР, определен состав и назначение каждого модуля;
- 4) разработано математическое обеспечение системы – математическая модель, определен алгоритм реализации решения, при построении алгоритма предложены не очень эффективные решения;
- 5) разработано обоснование по информационному обеспечению, определена структура файлов данных, база данных не использована;
- 6) разработано обоснование по программному обеспечению, выбран комплекс программ для реализации системы – системное, прикладное и инструментальное программное обеспечение, выбор не вполне обоснован или не в полной мере рационален;
- 7) разработано обоснование по техническому обеспечению, выбран комплекс технических средств, периферийное оборудование, выбор некоторых элементов оборудования не оптимален;
- 8) разработан межмодульный интерфейс и интерфейс пользователя, обеспечивающий взаимодействие с проектировщиком в диалоговом режиме работы, при организации взаимодействия модулей допущены небольшие ошибки, снижающие эффективность

передачи управления или данных;

9) полученное решение хорошо защищено во время публичного обсуждения в группе, имеются незначительные ошибки при аргументации своих доводов и решений.

Критерий минимальной оценки – 24 балла

- 1) при решении задачи с ошибками или не в полной мере выполнен функциональный анализ, проведена декомпозиция основной функции, частично определены все ее составляющие, с некоторыми погрешностями построена функциональная схема;
- 2) на основе функционального анализа произведена структурная композиция системы, определены элементы проектируемой системы, разработана структурная схема, допущены ошибки при определении функционального назначения некоторых элементов, в описании структуры имеются неправильные толкования;
- 3) на основе структурной схемы разработана модульная структура САПР, определен состав и назначение модулей;
- 4) разработано математическое обеспечение системы – математическая модель содержит некоторое количество ошибок, алгоритм реализации решения неэффективен или недостаточно точен;
- 5) разработано несложное информационное обеспечение, отсутствуют автоматизированные решения по выбору данных;
- 6) разработано обоснование по программному обеспечению, выбран минимальный комплекс программ для реализации системы – при выборе допущены ошибки, связанные с использованием неэффективных программных средств;
- 7) разработано обоснование по техническому обеспечению, выбран комплекс технических средств, периферийное оборудование, допущены ошибки, связанные с нерациональным использованием оборудования или плохой совместимости;
- 8) разработан межмодульный интерфейс и интерфейс пользователя, обеспечивающий минимальное взаимодействие с проектировщиком, совершенно отсутствует система помощи;
- 9) полученное решение удовлетворительно защищено во время публичного обсуждения в группе.

Критерий оценки «неудовлетворительно»:

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если не выполнен хотя бы один пункт критериев минимальной оценки.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Оборудование нефтегазопереработки»

(наименование)

Комплект заданий для лабораторных работ
по дисциплине Б1.В.13 Системы автоматизированного проектирования
(наименование дисциплины)

Лабораторная работа 1

Программно-информационная компонента САПР представляет собой разнообразные программы и данные, хранящиеся на соответствующих носителях технического комплекса САПР. Она имеет сложную структуру, состоящую из большого числа взаимодействующих друг с другом элементов. На уровне крупных блоков ее можно показать в виде схемы.



Типовая схема информационной системы САПР

Центральным элементом этой схемы является подсистема «База данных». Базой данных называют специальным образом подготовленную информацию, хранящуюся во внешней памяти компьютера, например, в виде файлов на жестком диске. Следует различать базы данных и просто файлы данных (DATA-файлы). Файл данных – это набор хранящихся данных, логически не связанных между собой. Программа, обрабатывающая эти данные

задаёт логику и связи элементов данных. В базе данных хранится логически связанная информация. База данных – это информационно-логическая модель предметной области, хранящаяся в САПР.

Информация в базе данных представлена в табличной форме. База данных образована несколькими таблицами, между которыми установлены логические связи. Благодаря связности отдельные наборы данных превращаются в осмысленную информацию.

При разработке базы данных следует учитывать особенности той системы управления базами данных (СУБД), которая выбрана для работы. Наиболее простой и распространенной СУБД является MS Access, который входит в пакет MS Office.

При проектировании базы данных сначала определяют, какие таблицы будут нужны для хранения информации. Каждый информационный объект хранится в таблице в виде записи. Запись представляет собой одну строку в таблице.

Потом для каждой таблицы определяют, сколько столбцов должна она иметь. Каждый столбец задает один атрибут для каждого хранящегося в виде строк информационного объекта. Например, информационный объект Подшипник имеет несколько атрибутов: внутренний диаметр, ширина, наружный диаметр и т.д. Названия этих атрибутов (имена столбцов) называют полями записи и используются в качестве названий столбцов. Каждое поле должно иметь свой определенный тип. Различают числовые типы, текстовый, тип дата-время и т.д. Например, ширина подшипника относится к целочисленному типу, а название аппарата – к строковому. При разработке структуры таблицы тип каждого поля нужно указать.

После создания всех таблиц БД, устанавливают логические связи между ними. Наиболее распространенной является связь типа «один-ко-многим». В этом случае каждому элементу первой таблицы соответствует несколько элементов другой таблицы. Например, таблица «Валы» содержит сведения о нескольких валах. Каждый вал включает несколько участков с постоянным диаметром. Для хранения информации об участках создают таблицу «Участки». Со стороны «Валы» связь будет «один», а со стороны «Участки» связь будет «много»: каждый участок принадлежит только одному валу.

Для построения логических связей в MS Access используется инструмент – «схема данных». Он открывает специальный диалог, который помогает задавать связи. При установлении связей обязательно нужно установить флажок в поле «сохранение целостности данных». Тогда в последующем при вводе информации в таблицу система сама будет следить за тем, чтобы база данных в результате ввода некорректной информации не перешла в противоречивое состояние. Например, если удалить из таблицы «Валы» сведения о каком либо вале, то в таблице «Участки» нужно удалить все участки, имеющие отношения к этому валу. Если этого не сделать база данных окажется в противоречивом состоянии. Автоматический механизм, который поддерживает ее в непротиворечивом состоянии, называется механизмом соблюдения целостности.

Для ввода, просмотра и редактирования информации в БД удобно использовать экранные формы. Экранные формы можно создавать с помощью мастера форм и с помощью конструктора. Здесь можно воспользоваться помощью мастера.

Результаты обработки информации в БД часто приходится помещать в папки с бумажными отчетами, например в пояснительную записку к курсовой работе. СУБД содержат средства для создания отчетов – электронных версий бумажных документов, которые готовы для печати с помощью принтера. Для создания отчетов можно использовать мастер отчетов или конструктор. Для простых типовых отчетов предпочтительнее воспользоваться помощью мастера.

Работа с базой данных, особенно с очень большой, происходит с помощью механизма запросов. Пользователь для получения нужной информации формирует специальное условие отбора информации – запрос к базе данных.

Информацию, полученную из базы данных нужно использовать для последующих расчетов, например, с помощью табличного процессора. Передача нужной информации из результата запроса в табличный процессор MS Excel для дальнейшей обработки, возможна с

помощью механизма «Связи MS Office». Все офисные программы между собой связаны так, что имеется возможность передавать данные из одной программы в другую. Таким образом, можно организовать связи для передачи данных между модулями САПР.

Связи для передачи управления от одного модуля к другому, можно организовать с помощью механизма гиперссылок, который поддерживается всеми программами пакета MS Office. Понятие гиперссылки каждому знакомо по работе в Интернете. Обычно гиперссылка устанавливается на текстовый элемент. Когда подводится курсор мыши к тексту, содержащему гиперссылку, курсор принимает форму кисти руки. Если выполнить щелчок левой кнопкой мыши по нему, произойдет загрузка и активизация того файла, имя которого привязано к этому объекту. С помощью гиперссылок можно передавать управление от одного модуля к другому, например, после ввода данных – к модулю расчета, потом к БД и т.д.

Задание

Разработать базу данных САПР, содержащую информацию о валах понижающих передач, которая необходима для автоматизации проектирования редуктора.

Лабораторная работа 2

Задание

Разработать модульный вариант САПР для расчета на продольную устойчивость колонны кольцевой формы сечения, нагруженную осевой сжимающей силой. Для решения задачи требуется воспользоваться методом расчета на основе коэффициента снижения допускаемого напряжения.

Математическая модель

В основу метода положено использование таблиц в соответствии со СНиП-23-81. В таблице для заданного материала приводятся значения коэффициента снижения допускаемого напряжения для различных значений гибкости стержня. Величина гибкости задается с шагом 10 единиц. Коэффициент снижения для гибкости, значение которой находится в диапазоне между двумя табличными значениями, рассчитывается при помощи линейной интерполяции.

Задача решается методом последовательных приближений (итераций). Коэффициент снижения допускаемого напряжения лежит в пределах 0 – 1.

1) В первом приближении задается значением $\varphi = 0,5$.

2) Вычисляют допускаемое напряжение устойчивости через допускаемое напряжение прочности:

$$[S]_y = j \cdot [S]$$

3) Зная напряжение и используя заданное значение осевой силы, можно вычислить площадь сечения:

$$F = \frac{P}{[S]_y}$$

4) Определив площадь, можно вычислить размеры сечения, например, диаметр круга или сторону квадрата. Для кольцевой формы сечения, которую имеет цилиндр, площадь рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{P d_n^2}{4} (1 - k^2)$$

Откуда наружный диаметр:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 F}{P (1 - k^2)}}$$

Величина k есть отношение внутреннего диаметра к наружному:

$$k = \frac{d_{\text{в}}}{d_{\text{н}}} \leq 1 \quad (3.5)$$

5) Далее вычисляется момент минимальный инерции сечения I_{\min} . Для кольцевой формы сечения:

$$I_{\min} = \frac{p d_{\text{н}}^4}{64} (1 - k^4)$$

6) Теперь можно определить минимальный радиус инерции сечения:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}}$$

Например, для кольцевой формы сечения для тонкостенных цилиндров приблизительно можно принять:

$$i_{\min} = \frac{d_{\text{н}}}{\sqrt{8}}$$

7) По известному радиусу инерции, заданным значением коэффициента приведения длины стержня и его длине определяют гибкость.

$$l = \frac{m \cdot l}{i_{\min}}$$

Для колонны, находящейся на твердом основании без дополнительного закрепления можно принять схему консоли с коэффициентом приведения длины

$$\mu = 2.$$

8) По таблице СНиП для вычисленной гибкости стержня определяют коэффициент снижения допускаемого напряжения. При необходимости выполняют линейную интерполяцию.

9) Сравнивают полученное значение коэффициента с коэффициентом, принятым в пункте 1. Если разница в значениях коэффициентов превышает величину 5%, переходят ко второй итерации.

Во второй итерации повторяют все действия, выполненные в первой итерации, т.е. пункты 1 – 9. В пункте 1 при выборе нового значения коэффициента снижения допускаемого напряжения следует воспользоваться методом половинного деления. Этот метод дает наискорейшее приближение к результату. В соответствии с ним интервал между принятым значением коэффициента и полученным в результате расчета делится пополам. Поэтому во втором приближении принимают:

$$j_{\text{прин } 2} = \frac{j_{\text{прин } 1} + j_{\text{табл } 1}}{2}$$

При необходимости выполняют вторую, третью и т.д. итерации. Критерием прекращения расчетов является снижение разницы между принятым и полученным значениями коэффициента снижения допускаемого напряжения ниже величины 5%:

$$\Delta j = \frac{|j_{\text{прин}} - j_{\text{табл}}|}{j_{\text{табл}}} \cdot 100\% \leq 5\%$$

В решении должны быть модули ввода, расчетов, таблицы данных и модуль вывода (печати)

Лабораторная работа 3

При разработке параметрических моделей CAD-программы допускает условное выполнение параметрических команд. Это позволяет создавать модели, которые не только изменяют размеры объекта, но и его структуру.

Требуется разработать параметрическую модель ведомого шкива понижающей клиноременной передачи (только один вид) по заданному крутящему моменту на ведомом шкиве. Возможны 3 варианта компоновки шкива: вариант шкива, когда диаметр не превышает 300 мм, вариант с диаметром от 300 до 500 мм, вариант шкива с диаметром большим, чем 500 мм. Первый и второй варианты отличаются числом отверстий в диске. Третий вариант отличается добавлением новых элементов на чертеже.

Математическая модель. Крутящий момент T – задается (исходные данные).

Диаметр для посадки на вал рассчитывается из условия прочности:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{p \cdot [t]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{3,141592 \cdot 30 \cdot 10^6}} = 5,5371 \cdot \sqrt[3]{T}$$

Диаметр ступицы в два раза больше посадочного диаметра.

Диаметр шкива рассчитывается по формуле: $D = 65 \cdot \sqrt[3]{T}$

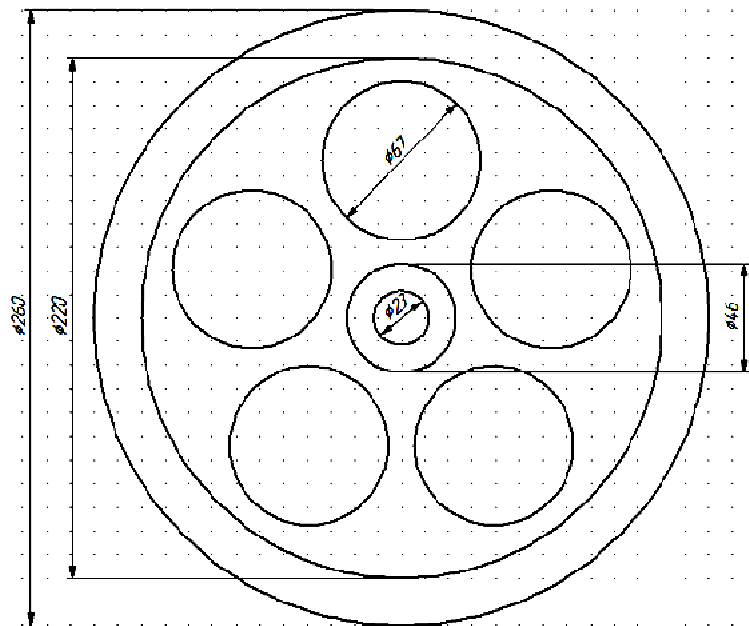
Диаметр обода ремня на 40 мм меньше диаметра шкива.

Диаметр отверстий в диске шкива должен быть таким, чтобы оставалось по 10 мм до обода и ступицы. Число отверстий зависит от диаметра шкива: до 300 мм – их должно быть 5, до 500 мм – должно быть 4. Если диаметр шкива превышает 500 мм, то диск с отверстиями заменяется на спицы в количестве 6 шт.

Разработав модель, проверьте ее для трех значений крутящего момента:

$T = 64$ Нм, $T = 240$ Нм и $T = 500$ Нм.

В качестве методической помощи на рис. 2.18 приводятся переменные и выражения для расчета их значений, а также возможный набор параметрических команд.



По результатам параметрического моделирования сделайте выводы.

Лабораторная работа 4. САЕ-программы автоматизации проектирования

Модуль Drive программного комплекса APM WinMachine предназначен для проектирования одно- и многоступенчатых механических передач. На основе минимально необходимого набора исходных данных, он выполняет все необходимые расчеты и строит сборочный чертеж передачи.

Модуль интегрирован с другими модулями системы, что позволяет для полученного проекта выполнять дополнительные расчеты. Полученные Drive результаты служат

исходными данными для проектирования валов, подшипников, зубчатых колес. Кроме того, чертежи полученных деталей и сборочный чертеж загружаются в графический модуль АРМ Graph, который позволяет редактировать, распечатывать, а также передавать рисунок в другие CAD-программы.

Задание типа расчета производится выбором команды главного меню Тип расчета – Проектировочный

Задание кинематической схемы. Программа использует графический способ задания схемы передачи. Для этого применяется встроенный графический редактор с минимально необходимым набором графических команд. Используя команду главного меню Вставка – Вал – Горизонтальный или соответствующую кнопку кнопочного меню, вычерчиваем входной вал привода.

Задание: выполнить проект понижающей передачи с двумя ступенями:

- 1) конической зубчатой;
- 2) косозубой цилиндрической.

Частота вращения выходного вала - 105 об/мин;

Общее передаточное число – 14.2.

Вращающий момент на выходе – 800 Нм.

Ресурс – 8500 часов.

Критерии оценки

Критерий максимальной оценки 12 баллов:

Выбрана наиболее подходящая математическая модель. Предложен наиболее оптимальный алгоритм ее решения. Разработана и реализована схема решения. Разработана компьютерная реализация построенного решения. Проведена отладка и тестирование. Проведены исследования с использованием модели. Получены результаты. Расчеты выполнены без ошибок с минимальной погрешностью. Сделаны правильные выводы.

Критерий минимальной оценки 6 баллов:

Выбрана не самая подходящая математическая модель. Предложен не совсем оптимальный алгоритм ее решения. Разработана и реализована схема решения с помощью преподавателя. Разработана компьютерная реализация построенного решения. Не проведена отладка и тестирование. Проведен не весь комплекс исследований с использованием модели. Получены результаты. Расчеты выполнены без ошибок с некоторой погрешностью. Сделаны, в целом, правильные выводы.

Критерий неудовлетворительной оценки.

Если хотя бы одно из требований критерия минимальной оценки не удовлетворяется, работа не засчитывается и требуется исправление ошибок.