

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Горные машины»

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»,
1-36 13 01 «Технология и оборудование
торфяного производства»

В 2 частях

Часть 1

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АСПЕКТА
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ ТЕХНИКИ

Минск
БНТУ
2011

УДК 622.002.5:378.147.091.313:004(076.5)(075.8)

ББК 34.7я7

К 63

Составители:

Г.А. Таяновский, Ю.В. Ромашко

Рецензенты:

Ю.И. Тарасов, П.В. Цыбуленко

К 63 Компьютерные технологии в проектировании: лабораторный практикум для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование», 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства»: в 2 ч. – Ч. 1: Автоматизация функционального аспекта проектирования горной техники / сост.: Г.А. Таяновский, Ю.В. Ромашко. – Минск: БНТУ, 2011. – 20 с.

В первой части практикума изложен материал, необходимый для лабораторных работ, которые позволяют студентам получить практические навыки выполнения на ЭВМ некоторых типовых проектных операций функционального аспекта проектирования горной техники различного назначения.

В работах указана цель, сформулированы задания, приведено описание структуры отчетов, краткие сведения о порядке выполнения работы, некоторые справочные данные и рекомендуемые информационные ресурсы, достаточные для выполнения работы студентами.

ISBN 978-985-525-745-6 (Ч. 1)

ISBN 978-985-525-746-3

© БНТУ, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Перед горнодобывающей отраслью стоят задачи рачительного использования и сбережения природных ресурсов, создания более совершенной горной техники и нахождения резервов повышения эффективности уже эксплуатируемой.

Главные направления развития горной техники включают разработку концептуально новых современных высокоэффективных технологий и прогрессивного оборудования для их реализации; обновление и совершенствование структуры парка горных машин и горно-перерабатывающего оборудования.

Создание прогрессивной новой горной техники требует развития методов проектного научного обоснования конструктивных концепций, рациональных параметров и конструирования, разработки надежных инженерных методик проектирования новых видов такого оборудования.

Лабораторные работы позволяют студентам получить практические навыки выполнения на ЭВМ некоторых типовых проектных операций функционального аспекта проектирования горной техники различного назначения. Среди них операции разработки структуры автоматизированной подсистемы функционального проектирования, проведение предпроектного многовариантного структурно-параметрического исследования, а также разработка процедурных моделей и алгоритмов выбора рациональных значений проектных параметров создаваемой техники, разработка простейших конструкторских баз данных, принципиальных структурных схем функциональных подсистем машины, презентаций, графических диаграмм, спецификаций, расчетно-пояснительной записки разрабатываемого проекта.

Выполнение лабораторных работ предполагает знание студентами основ информатики и построения вычислительных алгоритмов, устройства и основных положений теории и моделирования рабочих процессов, методик проектирования горных машин и горно-перерабатывающего оборудования,

которое широко используется в технологиях добычи, обогащения и переработки как минеральных, так и органических полезных ископаемых.

Цель лабораторного практикума состоит в формировании у студентов практических навыков применения общедоступных универсальных программных продуктов для автоматизации функционального аспекта проектирования оборудования для нужд отечественной горнодобывающей промышленности.

Содержание практикума соответствует вузовской учебной программе дисциплины «Компьютерные технологии в проектировании» для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства».

Выполнение лабораторной работы начинается с краткого пояснения преподавателя и изучения материала, содержащегося в практикуме. Студент должен усвоить цель работы, изучить необходимые теоретические вопросы и методические рекомендации, уяснить порядок выполнения работы, технику безопасности при использовании средств вычислительной техники и структуру отчетных материалов по работе, самостоятельно выполнить свой вариант задания, подготовить и оформить отчет о лабораторной работе, который защищается в сроки, указанные преподавателем.

Отчет оформляется в соответствии со стандартом предприятия (СТП 10-02.01–87. Единая система учебной документации. Отчет о лабораторной работе. Общие требования и правила оформления. Минск, 1987).

Структура отчетов о всех лабораторных работах соответствует названному стандарту и определяется существом задания по конкретной работе.

Лабораторная работа №1

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ОБОБЩЕННОГО АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОЕКТНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБОСНОВАНИЯ ГОРНОЙ МАШИНЫ

Цель работы: разработать структуру программного комплекса автоматизированной подсистемы функционального проектирования горной машины и обобщенный алгоритм его работы.

Краткие сведения

Для автоматизации функционального аспекта проектирования конкретного вида техники, как правило, нет универсальных программных продуктов, их создают сами разработчики в форме корпоративной автоматизированной подсистемы функционального проектирования (АПФП) разрабатываемого объекта. Разработанные продукты – часть заводской САПР, которая включает программные модули-приложения, обеспечивающие выполнение процедур моделирования важнейших эксплуатационных свойств машины, расчета, анализа и оптимизации основных проектных параметров изделия и его составных частей, синтеза схем функциональных систем объекта проектирования и т. п. [5, 7, 8].

Основные задачи разработки АПФП горной машины состоят в создании инструментария реализации системного подхода в проектировании, при котором оптимизируются или выбираются рациональными структура объекта, его внутренние и внешние связи.

Важнейшими показателями разрабатываемого изделия являются оценки его технического уровня и качества изготовления и входящие в формирование этой оценки показатели функциональных свойств, свойств надежности и др. Технический

уровень и качество проектируемого изделия характеризуются совокупностью его свойств, которые обуславливают пригодность изделия удовлетворять конкретные потребности в соответствии с назначением и определяются при сравнении показателей разрабатываемого изделия с показателями аналогичной продукции, признанной наиболее совершенной в данной области техники отечественного и зарубежного производства [5, 7].

Технический уровень и качество изделия закладываются на стадии проектирования и поэтому необходимо еще на ранних этапах разработки иметь о них представление, что достигается применением современных методов проектной прогнознй оценки качества и его оптимизации, в том числе посредством использования АПФП данного вида горной техники.

Для реализации функций АПФП горной машины и выполнения типовых проектных процедур на ЭВМ разрабатывается дружественный экраннй интерфейс – своего рода экраннй интегратор комплекса инженерного обоснования разрабатываемой машины, структура и программное обеспечение АПФП изделия.

Примеры возможного представления некоторых элементов перечисленных ранее работ по созданию АПФП горной машины приведены на рисунках 1.1–1.3.

Комбинационная матрица структур горного оборудования приведена на рисунке 1.1. Варианты структур создаются на основе некоторого списка важнейших структурообразующих признаков, а затем для отобранных перспективных вариантов разрабатываются конструктивно-компоновочные схемы машины разных конструктивно-технологических концепций на основе различных методов поиска новых технических решений, например, с использованием банка эвристических преобразований, анализа известных патентных или существующих в практике технических решений и т. п. [5, 7, 8].

Фрагмент структурной схемы АПФП кратцер-крана показан на рисунке 1.2.

а, б, в, г, д - основные структурообразующие признаки

2) на матрицу 2)цилин двич.		1) на траверсу 1) кони- ческие двич.		1) кони- ческие двич.		1) кони- ческие двич.		в) Тип предохранительного устройства от перегрузок											
								1) муфта			2) специальное предохранительное устройство								
а) Тип привода		б) Тип катков		1) эл. двиг.- редуктор-рем. передача-вал		2) мотор- редуктор		3) эл. двиг.- редуктор-вал		1) эл. двиг.- редуктор-рем. передача-вал		2) мотор- редуктор		3) эл. двиг.- редуктор-вал					
																г) Тип трансмиссии			
2) на матрицу 2)цилин двич.		1) на траверсу 1) кони- ческие двич.		1) кони- ческие двич.		1) кони- ческие двич.		1) кони- ческие двич.		1) эл. котри- ческий 2) гидравли- ческий		1) эл. котри- ческий 2) гидравли- ческий		1) эл. котри- ческий 2) гидравли- ческий		1) эл. котри- ческий 2) гидравли- ческий			
																		д) Тип приводного двигателя	

Рисунок 1.1 – Комбинационная матрица структур гранулятора

Обобщенный алгоритм работы АПФП горной машины приведен на рисунке 1.3. Все проектные процедуры представлены в виде отдельных подпрограмм-процедур, которые могут быть реализованы любыми средствами программирования и быть сколь угодно сложными, но допускать обращение из меню системного интегратора АПФП горной машины.

Суть обобщенного алгоритма функционирования АПФП горной машины в том, чтобы обеспечить выполнение любой из проектных процедур, входящих в ее структуру, и любой проектной операции-задачи, с сохранением результатов в архиве проекта, выводом на экран монитора и на бумагу в любой последовательности, любое число раз с возможностью возврата в главное меню или выхода из подсистемы.

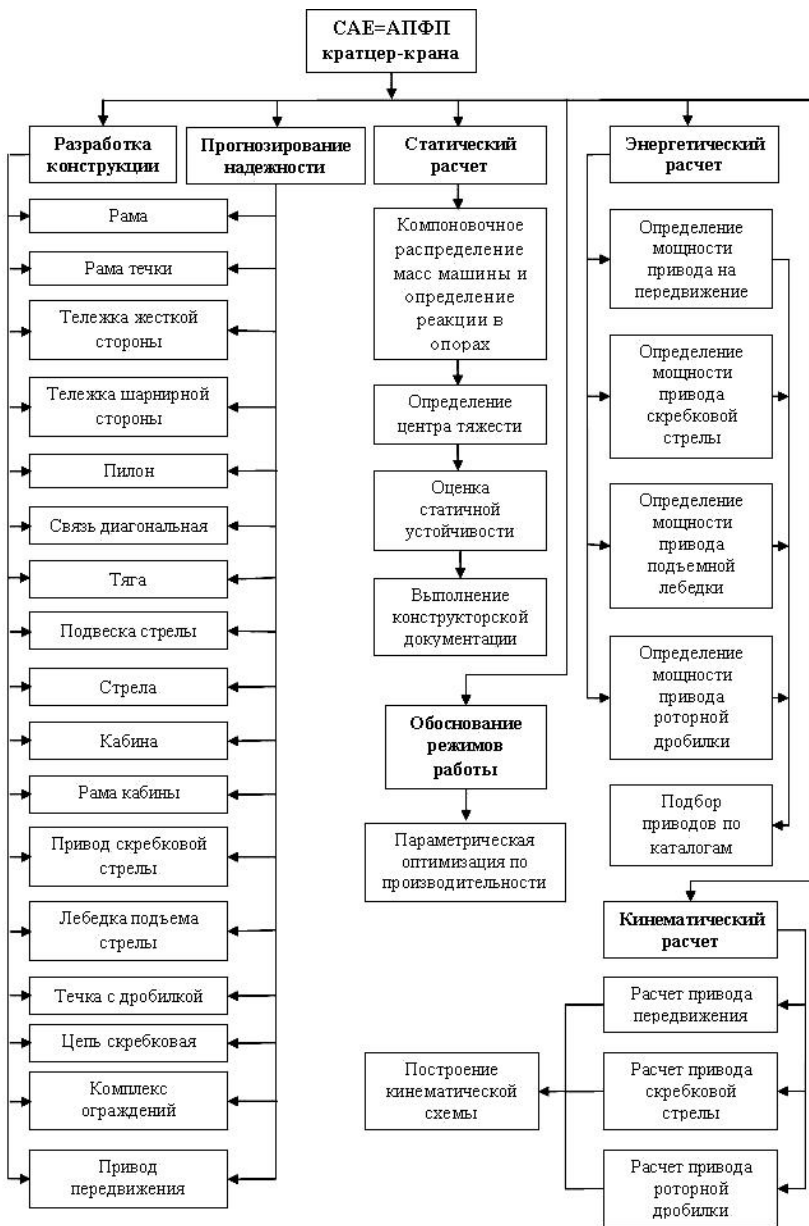


Рисунок 1.2 – Фрагмент структурной схемы АПФП кратцер-крана

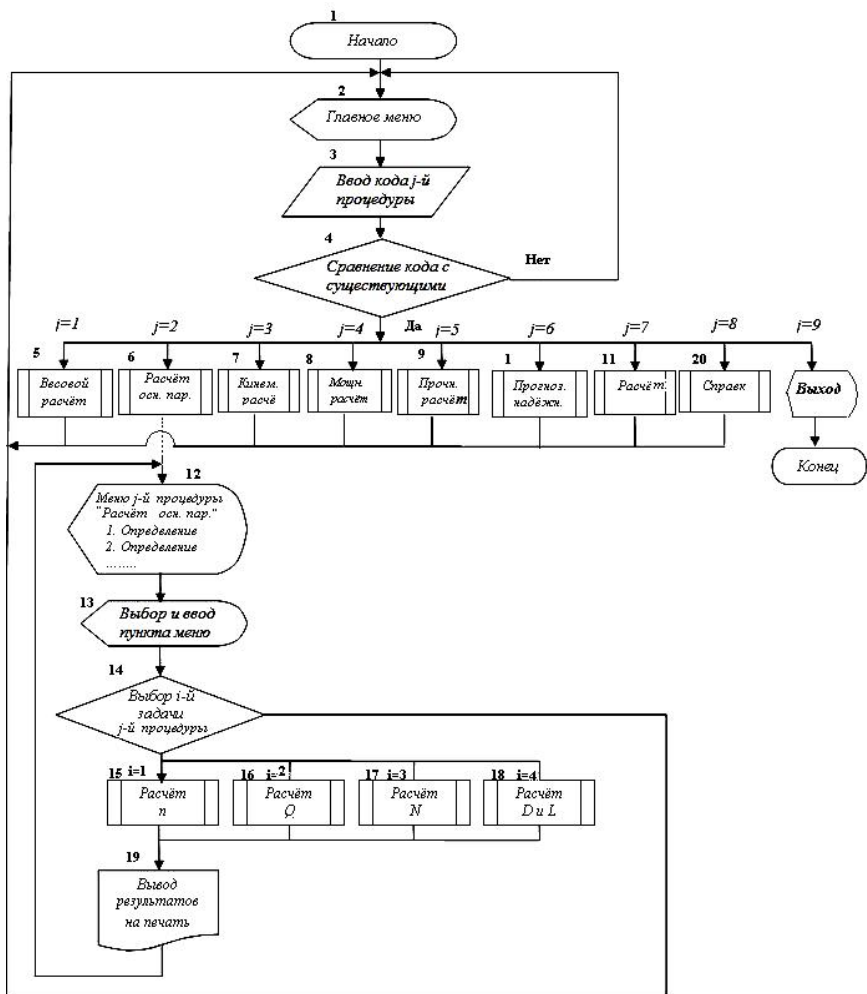


Рисунок 1.3 – Обобщенная блок-схема алгоритма работы АПФП агрегата подготовки сырья

Вид главного окна системного интегратора комплекса инженерного обоснования разрабатываемой машины приведен на рисунке 1.4. В простейшем случае организацию работы такого системного интегратора можно выполнить с помощью

обычных гипертекстовых ссылок. Выбор конкретной опции экранного меню приводит к переходу либо в подменю, либо к запуску одной из подпрограмм.

Задания

1. Для указанного преподавателем назначения горной машины выполнить ее структурный анализ и представить его в форме комбинационной матрицы структур и разработанных в графическом редакторе двух-трех вариантов конструктивно-компоновочных схем, реализующих наиболее прогрессивные конструктивно-технологические концепции машины.

2. Разработать в текстовом редакторе структуру необходимых для выполнения проектных процедур и проектных операций инженерного обоснования и выбора рациональных параметров проектируемой машины.

3. Разработать обобщенный алгоритм функционирования АПФП горной машины в виде блок-схемы алгоритма.

4. Разработать с использованием дерева каталогов структуру экранного интерфейса программного комплекса для проектного инженерного обоснования горной машины.

5.

Отчет о выполненной работе должен включать титульный лист, цель работы, задание и копии результатов выполнения пунктов заданий в виде текстового документа с пояснениями к ним.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ПРЕДПРОЕКТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ
ТРАНСМИССИИ ГОРНОЙ МАШИНЫ

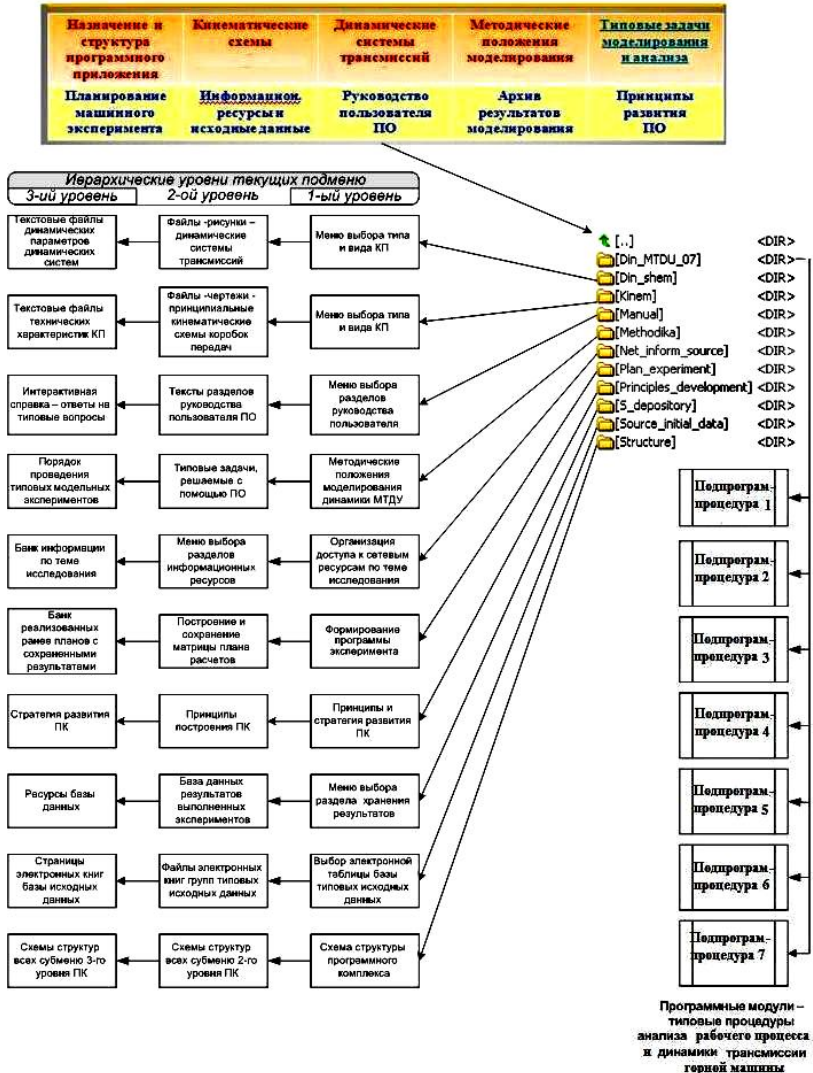


Рисунок 4 – Пример структуры программного комплекса предпроектных исследований горной машины с меню системного интегратора и деревом каталогов

Лабораторная работа №2

ВАРИАНТНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОЦЕССОВ ГОРНЫХ МАШИН СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ MICROSOFT EXCEL, РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ ДИАГРАММ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ

Цель работы: освоить методику разработки программированной электронной таблицы для проектных вариантных параметрических расчетов горной машины.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные положения разработки электронных таблиц с запрограммированными ячейками.

2. Разработать структуру электронной таблицы с гипертекстовым меню обращения к разделам программного приложения для решения проектной задачи – процедуры многовариантного параметрического анализа одного из эксплуатационных свойств горной машины, зонами ввода вариантов наборов исходных данных и зоной программированных ячеек для вывода результатов расчетов.

3. Разработать расчетную схему машины и содержание справочных разделов программного приложения с изложением алгоритма решения задачи, связать с меню гипертекстовыми ссылками.

4. Разработать план машинного расчетного эксперимента по исследованию показателей рассматриваемого эксплуатационного свойства разрабатываемой горной машины.

5. Отладить электронную таблицу на ранее просчитанном вручную примере.

6. Разработать с использованием результатов вариантных расчетов и мастера диаграмм графические диаграммы зависи-

мостей показателей эксплуатационного свойства горной машины от ее конструктивных и режимных параметров в физических реальных для практики диапазонах их изменения (рисунок 2.1).

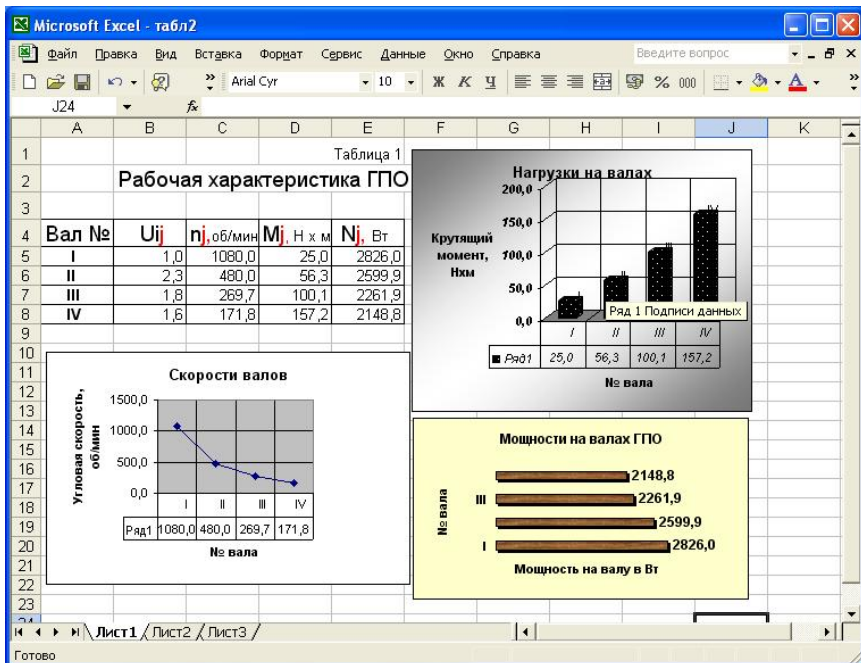


Рисунок 2.1 – Пример выполнения одной из задач

7. Проанализировать качественный и количественный характер графических зависимостей по результатам машинного эксперимента и сделать выводы о рациональных значениях конструктивных и режимных параметров проектируемой машины по выбранному критерию оценки исследуемого эксплуатационного свойства горной машины.

Задание (варианты)

1. Для разрабатываемого трехвального редуктора с задаваемой схемой, частотой вращения и крутящим моментом на первичном валу разработать электронную таблицу для определения угловых скоростей, крутящих моментов и передаваемой мощности на валах редуктора, результаты расчетов представить в виде трех графических диаграмм разного типа (см. рисунок 2.1).

2. Выполнить п. 1 задания для одноступенчатого планетарного редуктора заданной схемы.

3. Для заданной схемы фронтального погрузчика выполнить предпроектный анализ устойчивости против продольного опрокидывания.

4. Выполнить предпроектный анализ устойчивости против поперечного опрокидывания шарнирно-сочлененного фронтального погрузчика.

5. Выполнить предпроектный анализ маневрового свойства при равномерном круговом повороте горного тракторного агрегата в составе колесного тракторного МЭС и полуприцепной машины.

6. Выполнить предпроектный весовой анализ разрабатываемой установки для влажного формирования торфоопилочного топливного куска.

7. Выполнить предпроектный весовой анализ разрабатываемого проходческого комбайна избирательного действия.

Отчет о выполненной работе должен включать разработанные электронные таблицы, графические диаграммы и их анализ для заданных вариантов исходных данных.

Лабораторная работа №3

ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДИАГРАММ ЗАВИСИМОСТЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОЦЕССЫ ГОРНОЙ МАШИНЫ, СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НАУЧНОЙ ГРАФИКИ ADVANCED GRAPHER

Цель работы: освоить методику и получить навыки разработки и исследования графических диаграмм в программном приложении AGRAPHER при предпроектных исследованиях горной машины.

Краткие сведения

Программное приложение научной графики Advanced (продвинутый) GRAPHER предназначено для разработки и исследования графических диаграмм и позволяет:

1) на основе ASCII-файла исходных данных строить до 16 графиков, аргументами которых является первый столбец таблицы, а значениями функции – последующие столбцы этого файла;

2) оформлять и редактировать все атрибуты графических диаграмм (заголовки, подписи осей, пометки точек, пометки кривых, легенду и др.);

3) сглаживать расчетные и экспериментальные данные различными кривыми и сплайнами и получать аналитические выражения уравнений регрессии на массиве экспериментальных точек с указанием параметров доверительного интервала для выбранного моделирующего выражения;

4) масштабировать изображения, менять атрибуты, цвет, гарнитуру шрифта и др.;

5) просматривать диаграммы, сохранять, выводить на печать, редактировать как графический объект, экспортировать в текстовый редактор Word;

6) строить к любой точке кривых касательную и нормаль, получать аналитическое выражение для этих прямых;

7) строить кривую определенного интеграла от исходной графической диаграммы и др.;

8) использовать интерактивное электронное руководство пользователя с примерами выполнения типовых действий.

Задания

1. Изучить назначение и возможности программного приложения научной графики Advanced GRAPHER.

2. Изучить графический интерфейс программного приложения и порядок разработки диаграмм.

3. Разработать графики 2 функций по их заданным выражениям, вставить как графический объект в текстовый документ редактора Word и вывести на печать.

4. Разработать и вывести на печать txt-файл исходных данных и 4 диаграммы на основе этого файла.

5. Решить задачу со следующими исходными данными: фронтальный погрузчик с колесной схемой 4К2 движется с постоянной скоростью $v = 1,5$ м/с по опорной поверхности с коэффициентом сопротивления $f = 0,14$. Радиус качения ведущих колес в ведомом режиме $R_k^0 = 0,76$ м, база $L = 3,2$ м, передаточное отношение трансмиссии $U_{тр} = 190$. Расстояние от центра масс до оси колес переднего моста $a = 1,4$ м. Масса с грузом в ковше $m = 7$ тонн. Известны также экспериментально определенные скоростная характеристика дизеля (таблица 3.1) и удельная тяговая характеристика ведущего моста (таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Скоростная характеристика дизеля

n , об./мин	0	500	1000	1500	2000
P , кВт	0	24	50	70	80
q_e , г/кВт·ч	350	290	250	220	215

Таблица 3.2 – Удельная тяговая характеристика ведущего моста

δ-буксование	0	0,25	0,5	0,75	1
u – уд. тяг. усилие моста	0	0,35	0,52	0,58	0,6

Необходимо определить:

1. Нагрузки на мосты погрузчика в движении.
2. Силу сопротивления движению погрузчика P_{Σ} .
3. Буксование колес заднего ведущего моста.
4. Мощность двигателя, затрачиваемую на передвижение машины с учетом механического КПД трансмиссии $\eta = 0,82$.
5. Мощность, затрачиваемую на буксование колес ведущего моста.

Порядок решения задачи включает этапы разработки расчетной схемы и уравнений равновесия, т. е. механико-математической модели погрузчика, в которой три неизвестные: нормальные реакции под колесами переднего и заднего мостов и буксование колес ведущего моста. Затем необходимо с помощью изучаемого программного приложения получить графики и аналитические выражения для удельной тяговой характеристики и скоростной характеристики дизельного двигателя погрузчика. Далее решить систему уравнений равновесия и определить числовые значения необходимых по условию задачи величин, используя технологию электронных таблиц либо составляя программу на алгоритмическом языке, например, Turbo PASCAL или Delphi. Провести варианты расчеты, изменяя в сериях опытов вначале массу, затем расположение центра масс, затем базу погрузчика. Выполнить анализ влияния перечисленных параметров на исследуемые показатели погрузчика.

Отчет должен содержать результаты выполнения заданий 1–5 и анализ влияния массы, расположения центра масс, базы погрузчика на исследуемые показатели его движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бонни, Бьяфоре. Visio 2007 / Бьяфоре Бонни. – М.: Диалектика, 2009. – 800 с.
2. Дьяконов, В.П. Mathcad 2003: специальный справочник / В.П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2002. – 832 с.
3. Дьяконов, В.П. VisSim+Mathcad+МАТЛАВ. Визуальное математическое моделирование / В.П. Дьяконов. – М.: Компьютер Пресс, 2004.
4. Кудрявцев, Е.М. Компас-3D. Проектирование и расчет механических систем / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК, 2007. – 342 с.
5. Рейклендис, Г. Оптимизация в технике: в 2 кн. / Г. Рейклендис, А. Рейвидран, К. Рэгидел. – М.: Мир, 1986. – Кн. 1: Оптимизация в технике. – 350 с.
6. Таяновский, Г.А. Автоматизированное проектирование торфяных машин и оборудования: лабораторный практикум (работы) для студентов специальности «Горные машины и оборудование», «Торфяные машины и оборудование»: в 2 ч. / Г.А. Таяновский, П.В. Цыбуленко, В.В. Шавель. – Минск, 1992. – 62 с.
7. Таяновский, Г.А. Проектирование горно-перерабатывающего оборудования: лабораторный практикум для студентов специальности 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»: в 2 ч. – Ч. 1: Выбор рациональных проектных параметров горно-перерабатывающего оборудования / Г.А. Таяновский, Ю.В. Ромашко. – Минск: БНТУ, 2010. – 32 с.
8. Шуп, Т. Решение инженерных задач на ЭВМ / Т. Шуп. – М.: Мир, 1982. – 216 с.
9. Электронная библиотека: САПР КОМПАС [электронный ресурс]. – Режим доступа: chertezhi.ru/modules/ebook/showfile.php?lid.
10. Microsoft Excel 2000: справочник / сост.: В.П. Дьяконов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2000. – 512 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3

Лабораторная работа № 1

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ОБОБЩЕННОГО
АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОЕКТНОГО ИНЖЕНЕРНОГО
ОБОСНОВАНИЯ ГОРНОЙ МАШИНЫ5

Лабораторная работа № 2

ВАРИАНТНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОЦЕССОВ
ГОРНЫХ МАШИН СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ
ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ MICROSOFT EXCEL,
РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ ДИАГРАММ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ12

Лабораторная работа № 3

ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ
ДИАГРАММ ЗАВИСИМОСТЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ
ПРОЦЕССЫ ГОРНОЙ МАШИНЫ, СРЕДСТВАМИ
ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НАУЧНОЙ
ГРАФИКИ ADVANCED GRAPHER15

ЛИТЕРАТУРА18

Учебное издание

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»,
1-36 13 01 «Технология и оборудование
торфяного производства»

В 2 частях

Часть 1

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АСПЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ ТЕХНИКИ

Составители:

ТАЯНОВСКИЙ Георгий Александрович
РОМАШКО Юрий Владимирович

Редактор Е.О. Коржуева
Компьютерная верстка Д.А. Исаева

Подписано в печать 25.10.2011.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,91. Тираж 100. Заказ 1001.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.