

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И  
ПРОИЗВОДСТВЕ»**

**Цель и задачи выполнения лабораторных работ**

Лабораторные работы по дисциплине «Компьютерные технологии в науке и производстве» выполняются студентами во 2 семестре. Целью выполнения лабораторных работ является закрепление знаний полученных в ходе лекционных занятий, приобретение навыков работы со специализированными компьютерными программами.

Всего в курсе предусмотрено выполнение трех лабораторных работ:

- Лабораторная работа №1 «Поиск информации в компьютерных сетях».
- Лабораторная работа №2 «Выполнение вычислений и построение графиков в программе MS Excel».
- Лабораторная работа №3 «Построение имитационных моделей в программе Matlab Simulink».

Лабораторная работа №1 по дисциплине  
«Компьютерные технологии в науке и производстве»

**Тема лабораторной работы:** «Поиск информации в компьютерных сетях»

**Цель:** Научиться выполнять информационный поиск в сети Интернет и представлять результаты в виде презентации.

**Задачи:**

- выполнить информационный поиск по теме магистерской диссертации в сети Интернет;
- оформить результаты поиска в виде презентации в программе PowerPoint.

**Теория**

Основными источниками научной и технической информации являются – статьи в научных журналах (печатные, интернет издания), книги, диссертации, авторефераты, патенты, публикации на страницах специализированных организаций, стандарты (ГОСТы, ТУ и т.д.). Не стоит пользоваться непроверенной информацией, представленной на форумах и сайтах, за достоверность которой никто не несет ответственности.

При поиске информации в печатных изданиях (статьи, журналы, книги, авторефераты и т.д.), переведенных в электронный вид, целесообразно настроить поиск так, чтобы в результатах присутствовали текстовые файлы форматов *doc.* и *pdf.*, что существенно сократит время на просмотр результатов поиска и выбора полезной информации.

Целесообразно выполнять поиск научной информации на иностранном языке - английский, немецком, поскольку зарубежные научные исследования отличаются новизной, актуальностью и применением современных методов и средств исследования.

Помимо поиска в сети интернет, целесообразно выполнять поиск на конкретных профильных сайтах, к которым можно отнести:

1. Интернет энциклопедии (Он-лайн энциклопедии):

- Open Encyclopedia Project;
- Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия;
- Википедия;
- Энциклопедия «Кругосвет»;
- Рубрикон;
- Пензенская энциклопедия.

Самая популярная среди них - Свободная энциклопедия «Википедия». «Википедия» на русском языке — часть многоязычного проекта, целью которого является создание полной энциклопедии на всех языках. Википедия не имеет ни центрального редакционного совета, ни главного редактора. Она пишется, поддерживается и почти полностью управляется добровольцами. В связи с этим, к размещенной в ней информацией нужно относиться с осторожностью. Всего в Википедии 1 202 086 статей и 4 208 364 страницы. Для сравнения, 3-е издание Большой Советской Энциклопедии издание содержит всего 95 279 статей. Обычно, на английском языке статьи содержат больше информации, чем на русском. Также, для поиска информации большую ценность представляет список ссылок, приведенный в конце каждой статьи.

2. Электронные библиотеки и сайты обычных библиотек.

- <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и получения информации. Подписчикам eLIBRARY.RU доступны полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций почти 20 тысяч журналов, а также описания полутора миллионов зарубежных и российских диссертаций.

- <http://ellib.gpntb.ru/> - научная электронная библиотека ГПНТБ России (Государственная публичная научно-техническая библиотека России). Зарегистрировавшись на сайте Научной электронной библиотеки ГПНТБ России, вы получаете доступ к полному содержанию номеров журнала «Научные и технические библиотеки». Одновременно Вы регистрируетесь и на сервере системы защищенного просмотра документов DefView, используя которую, Вы сможете в дальнейшем работать в режиме удаленного доступа с электронными документами из тематических коллекций ГПНТБ России.

- <http://www.twirpx.com/> - Twirpx – электронная библиотека, пополняемая пользователями сайта, на этом ресурсе большое количество технической и художественной литературы, в основном это сканированные копии книг.

Существуют и другие электронные библиотеки, которые можно найти в поисковике, например, по запросу: «технические и научные электронные библиотеки».

### 3. Специализированные сайты.

- <http://www.sae.org/> - Официальный сайт «Сообщества автомобильных инженеров» (англ. Society of Automotive Engineers, SAE) — источник технической информации и опыта, используемого в разработке, производстве, обслуживании и управлении транспортных средств для использования на земле или море, в воздухе или космосе. На сайте можно найти большое количество научных зарубежных статей и книг с аннотациями, сами статьи и книги – платные.

- <http://www.findpatent.ru/> - на сайте доступны для свободного просмотра патенты и изобретения, зарегистрированных в РФ и СССР с 1928 года.

- сайты организаций, занимающихся научно-исследовательской деятельностью, а также университетов.

## Задание

1. Провести информационный поиск в сети Интернет по теме диссертационной работы.

2. Оформить результаты поиска в виде презентации в программе PowerPoint.

Требования к презентации:

- объем презентации – не менее 16 слайдов.
- 1 лист – Название темы.
- последний лист – список информационных источников (не менее 20).

В презентации необходимо отразить ответы на следующие вопросы:

- история появления и развитие объекта исследования вплоть до настоящего времени;
- кто разработчики и исследователи, какие фирмы (компании);
- классификация объекта исследования по различным признакам;
- современный уровень развития объекта исследования, технология изготовления, применяемые материалы;
- имеющиеся недостатки в объекте исследования.

### **Требования к отчету**

Отчетом по выполненной лабораторной работе является презентация.

### Лабораторная работа №2

«Выполнение вычислений и построение графиков в программе MS Excel»

**Цель:** Овладение практическими навыками выполнения вычислений и построения графиков в программе MS Excel.

**Задачи:**

- выполнить численное дифференцирование в программе MS Excel, построить график и сравнить результат с аналитическим решением;
- выполнить численное интегрирование в программе MS Excel и сравнить результат с аналитическим решением.

### **Теория**

Численное дифференцирование.

Приближенными методами производная функции в заданной точке может быть вычислена с использованием конечных разностей, выражение имеет вид:

$$F'(x) = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{F(x_{k+1}) - F(x_k)}{x_{k+1} - x_k} \quad (1)$$

Функция вводится в табличном виде в Excel. Значения  $X$  – в один столбец (например, в столбец A), а значения  $Y$  в другой (столбец B), тогда для вычисления производной в столбец C записывается выражение (1), где  $F(x)$  с индексом  $k$  – значение в ячейке B1, а с индексом  $k+1$  в следующей ячейке, т.е. B2. Аналогично значение  $x$  – с индексом  $k$  – в ячейке A1, а с индексом  $k+1$  – в A2. Автоматически заполняя все последующие строки таблицы (кроме последней) этим выражением, получаем таблично заданную производную в столбце C.

Численное интегрирование.

Для численного интегрирования функции одной переменной применяют методы прямоугольников, трапеции и метод Симпсона.

В методе трапеций функция заменяется набором трапеций.

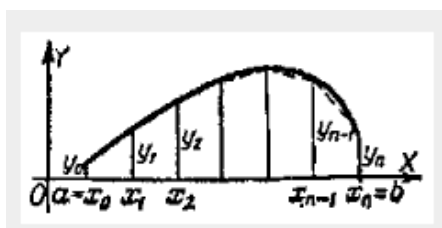


Рис. 1 Метод трапеций

Площадь первой трапеции =  $(y_0+y_1)/2*(x_1-x_0)$  (2)

Площадь второй трапеции =  $(y_1+y_2)/2*(x_2-x_1)$  и т.д.

Просуммировав площадь всех трапеций (от  $x=a$  до  $x=b$ ), получаем определенный интеграл функции  $y=f(x)$  на отрезке от  $x=a$  до  $x=b$ .

Функция вводится в табличном виде в Excel. Значения  $X$  – в один столбец (например, в столбец A), а значения  $Y$  в другой (столбец B), тогда для вычисления площади одной трапеции в столбец C записывается выражение (2), где  $y_0$  – значение функции в первой строке;  $y_1$  – значение функции во второй строке;  $x_0$  – значение аргумента в первой строке;  $x_1$  – значение аргумента во второй строке. Автоматически заполняя все последующие строки таблицы (кроме последней) этим выражением, получаем площади всех остальных трапеций (рис. 1).

Просуммировав весь столбец C, получаем число, равное площади под кривой, описываемой функцией  $y=f(x)$  на отрезке  $[a; b]$ , или другими словами, значение определенного интеграла функции  $y=f(x)$  на отрезке  $[a; b]$ .

Погрешность численного решения, при дифференцировании для каждого значения производной, а при интегрировании для найденной величины определенного интеграла, определяется по формуле:

$$\delta = (A_{\text{ч}} - A_{\text{а}})/A_{\text{а}} \times 100\% \quad (3)$$

, где:

$A_{\text{ч}}$  – значение, найденной численным методом;

$A_{\text{а}}$  – значение, найденное аналитически.

### Задание

1. Для заданной в соответствие с номером задания функции  $y=f(x)$  с помощью численного расчета в программе MS Excel необходимо построить график производной (дифференцирование) и найти определенный интеграл функции  $y=f(x)$  на участке от  $x=a$  до  $x=b$  методом трапеций.

2. Для заданной в соответствие с номером задания функции  $y=f(x)$  необходимо найти производную аналитически и построить ее график, а также найти определенный интеграл функций на участке от  $x=a$  до  $x=b$  аналитически.

3. Сравнить результаты двух расчетов (п. 1 и п. 2) и вычислить погрешность численного решения для дифференцирования и интегрирования.

### Варианты задания

№ варианта	Функция	Отрезок [a; b]
1	$y=\sin x + x^2$	[2; 6]
2	$y=\sin x + x^2$	[5; 10]
3	$y=\cos x - x^2$	[3; 8]
4	$y=\cos x - x^2$	[1; 4]
5	$y=\sin x + x^3$	[2; 6]
6	$y=\sin x + x^3$	[5; 10]

7	$y = \cos x - x^3$	[3; 8]
8	$y = \cos x - x^3$	[1; 4]
9	$y = \sin x + 2 \cdot x^3$	[5; 10]
10	$y = \cos x - 2 \cdot x^3$	[3; 8]

### Требования к отчету

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- исходные данные;
- таблицу и график исходной функции;
- таблицы и график (2 линии на одном графике) производной, найденные численным методом и аналитически;
- значения определенного интеграла, найденные численным методом и аналитически;
- погрешности численного дифференцирования и интегрирования.

### Лабораторная работа №3

#### «Построение имитационных моделей в программе Matlab Simulink»

**Цель:** Овладение практическими навыками проведения имитационного моделирования в среде Matlab Simulink.

#### Задачи:

- научиться строить имитационные модели в среде Matlab Simulink;
- научиться задавать исходные данные различными способами - файл с константами, таблично, с помощью формул;
- научиться пользоваться инструментами отображения и сохранения результатов расчета.

### Теория

*Simulink* – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов (блоки элементов или операций, соединенные линиями связи), строить динамические модели (модели процессов, происходящих в течение времени).

Имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Интерактивная среда Simulink, позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков для моделирования электросиловых, механических и гидравлических систем, а также применять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления, средств цифровой связи и устройств реального времени. Т.е. при работе с программой Simulink не нужно знать язык программирования MATLAB, вся модель строится путем добавления имеющихся в библиотеке функций, связывая их входы и выходы в нужной последовательности.

*Matlab Simulink* предназначен в основном для построения моделей с сосредоточенными параметрами. Обычно с помощью таких моделей описывают динамику систем, состоящих из дискретных элементов. С математической стороны - это системы обыкновенных линейных или нелинейных дифференциальных уравнений.

Математические модели с сосредоточенными параметрами широко применяются для описания систем, состоящих из дискретных объектов или совокупностей идентичных объектов. Например, модель радиатора системы охлаждения двигателя, описываемая уравнением зависимости средней температуры охлаждающей жидкости в нем в зависимости от расхода ОЖ, скорости воздуха перед радиатором, и температуры ОЖ и воздуха на входе в радиатор – является моделью с сосредоточенными параметрами, т.к. в ней не учитывается реальное распределение температуры ОЖ в пространстве, ограничивающем объем радиатора. В таких моделях, все параметры задаются средней величиной (средняя температура ОЖ в радиаторе, средняя температура воздуха на входе в радиатор, средний коэффициент теплоотдачи в радиаторе, средняя скорость воздуха перед радиатором и т.д.). По-другому модели с сосредоточенными параметрами называются 1-D модели. В противоположность этому подходу, данную задачу можно решить в программах расчета течения жидкости и газа в трехмерной постановке. Это будет модель с распределенными параметрами в трехмерной постановке, или 3-D моделирование.

Порядок работы в Simulink следующий:

- в начале составляется математическая модель исследуемого процесса в общем виде, т.е. составляется уравнение (или система уравнений), описывающее исследуемый процесс;
- определяются исходные данные (константы, начальные условия);
- уравнение (или система уравнений), описывающее исследуемый процесс, строится средствами Simulink, т.е. составляется модель процесса, файл с моделью имеет расширение .mdl;



- решение уравнений динамики для исследуемого процесса осуществляется численным методом, при этом выбирается решатель, шаг по времени, начальное и конечное время моделирования и т.д.;

- сохранение и просмотр результатов – результатом здесь является изменение величины интересующего параметра (температуры, давление, мощность, момент, КПД и т.д. все что угодно) от времени в течение моделирования.

Исходные данные для моделирования могут быть заданы следующими способами:

1. Создание переменной в рабочей области (в памяти) – задается имя переменной и числовое значение. Переменная может быть задана:
  - одним числом (0 мерный массив);
  - массивом чисел – одномерным (1D массив, или вектор), или двумерным (2D массив, или матрица) (см. рис.1).

0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1

а

0,1	0,368
0,2	0,558
0,3	0,585
0,4	0,642
0,5	0,653
0,6	0,699
0,7	0,675
0,8	0,625
0,9	0,568
1	0,522

б

Рис. 1

а – одномерный массив размерности 1x10 (1 столбец и 10 строк);

б – двумерный массив размерности 2x10

2. Одна или несколько переменных, созданные в рабочей области, могут быть сохранены в mat-файл (т.е. файл с расширением .mat). В последствие, при запуске этого файла, сохраненные в нем переменные загружаются в рабочую область. Для сохранения переменных, находящихся в рабочей области, нужно нажать на вкладке *Workspace* окна *Matlab* кнопку «Save».

3. Исходные данные для моделирования (например, свойства материалов, геометрические размеры и т.д.) могут быть записаны в m-файл – это текстовый файл с расширением .m.

Пример записи переменных в m-файле:

```
% Переменные  
ro=1.2; % - плотность воздуха, кг/м3
```

*При запуске файла, в рабочей области появится переменная ro, значение которой равно 1,2. Комментарии отделяются знаком %. m-файл можно открывать и редактировать.*

m-файл необходимо использовать, если какие-то величины используются в разных частях модели, например, плотность воздуха и т.д. При этом в случае необходимости изменяется значение переменной в m-файле, а после запуска m-файла новые значения переменных обновятся во всех местах модели.

4. При построении моделей в **Simulink** данные могут быть заданы через формулы, или таблично с помощью блока *Lookup Tables* (т.е. таблично заданные функции). В этом блоке задается вектор входных данных  $X$  и вектор выходных данных  $Y$  (векторы могут быть заданы наборами чисел, либо записаны имена заранее созданных переменных), значение величины, поступающее на вход блока, ищется среди значений вектора  $X$ , а на выходе блока формируется значение величины  $Y$ , соответствующее найденному  $X$ .

Переменные могут быть использованы при моделировании, только если они находятся в рабочей области, т.е. перед запуском модели, все переменные из **.m** и **.mat** файлов должны быть загружены в рабочую область.

Каждый блок в **Simulink** преобразует входной сигнал (один или несколько) в выходной в соответствие с заложенной в него функцией  $y=f(x)$ , т.е. подавая на вход блока величину  $x$ , на выходе блока получаем величину  $y$ , вычисленную через функцию  $y=f(x)$  (см. рис. 2).

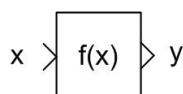


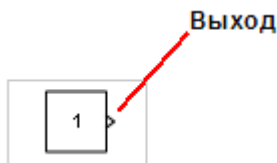
Рис. 2

Фактически, задача моделирования сводится к тому, чтобы записать уравнение, описывающее исследуемый процесс средствами (блоками) *Simulink*. Порядок построения уравнений в *Simulink* соответствует порядку выполнения математических операций.

Все существующие в *Simulink* блоки можно разделить на 3 основные типа:

1. Источники (*Source*) – задают значение величины от времени, имеют только выход. С этих блоков начинается любая модель, они генерируют начальный сигнал, который затем преобразуется в последующих блоках модели.

Пример:



- константа, на выходе в любой момент времени заданная величина;



- время, на выходе величина, равная текущему моменту времени хода решения.

2. Стоки (*Sink*) – которые являются окончанием модели, их назначение – зафиксировать результат моделирования и представить его в виде графика, числа, записать в файл и т.д., имеют только вход.

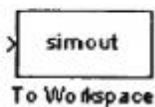
Пример:



- блок «дисплей» отображает значение величины в процессе расчета, после окончания расчета остается последнее вычисленное значение.



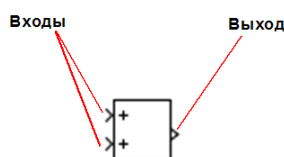
- блок «индикатор», по окончании расчета отображает зависимость величины на его входе от времени.



- блок записи данных, поступающих на его вход, в рабочую область MATLAB. Рабочая область – это выделенный объем памяти, где хранятся значения переменных, и результаты расчета.

3. Функции (блоки), преобразующие входной сигнал в выходной, имеют вход и выход.

Пример:



- блок сложения двух величин.

При создании новой модели в *Simulink* создается новый файл с расширением .mdl и открывается окно с полем для построения модели. Модель строится перетаскиванием из библиотеки в окно модели блоков и соединением их линиями связи.

Двойным нажатием на блоке в окне модели, открывается окно с настройками блока, которые можно изменять.

После того как из блоков создана модель, необходимо настроить параметры моделирования в панели *Simulation/Parameters*. Здесь задается:

- временной интервал моделирования - начальное и конечное время;
- выбираются параметры решателя – фиксированный или переменный шаг, метод решения и т.д.
- обмен данными с рабочей областью MATLAB.

Когда параметры настроены, запускается процесс решения кнопкой *Start*.

Одна из особенностей *Simulink* состоит в том, что в нем не существует размерностей физических величин и единиц измерений. Пользователь сам должен отслеживать и проверять размерности и единицы измерений, которые получаются на выходе из блоков. Время моделирования также задается в условных единицах. Пользователь сам решает, в чем измеряется время расчета - в секундах, в часах, в годах и т.д. В связи с этим, чтобы избежать ошибок, рекомендуется все величины в программу заводить в единицах системы СИ.

## Задание

Задание 1:

Построить график зависимости температуры ОЖ в радиаторе от времени при увеличении расхода ОЖ ( $G_{ОЖ}$ ) от  $G_1$  до  $G_2$  л/мин ( за 5 сек., начиная с 30 сек. расчета), при условии, что количество теплоты, отводимое от ОЖ в радиаторе в единицу времени, постоянно ( $P=20000$ Вт).

Температура ОЖ на входе в радиатор  $t_{вх} = 90$  °С.

Дифференциальное уравнение, описывающее изменение температуры ОЖ:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ}} \cdot [G_{ОЖ} \cdot (t_{вх} - t) \cdot c_{ОЖ} - P],$$

### Пояснение:

$Q = c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ} \cdot \Delta t$ , (Дж) ;

$dQ/d\tau = c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ} \cdot dt/d\tau$ , (Вт);

$dQ/d\tau = P$ .

где:  $c_{ОЖ} = 3581$  (Дж/(кг\*К)) – теплоемкость ОЖ;

$\rho_{ОЖ} = 1080$  (кг/м<sup>3</sup>) – плотность ОЖ;

$m_{ОЖ}$  – масса ОЖ в радиаторе;

$t$  – средняя температура ОЖ в радиаторе (она же температура ОЖ на выходе из радиатора).

Начальная температура ОЖ в радиаторе  $t = 79$  °С.

Объем ОЖ в радиаторе – 3 л.

Время расчета от 0 до 80 секунд.

Необходимо создать файл с исходными данными, результаты расчета представить в виде графика зависимости температуры ОЖ на выходе из радиатора от времени, а также сохранить числовые значения искомой температуры и время расчета в Excel.

Как меняются результаты моделирования, при изменении начальной температуры с 79 °С на 95 °С ? Построить результаты вычислений температуры ОЖ в зависимости от времени в Excel на одном графике для двух расчетов.

Вариант 1.1 –  $G_1 = 30$  л/мин;  $G_2 = 90$  л/мин

Вариант 1.2 –  $G_1 = 90$  л/мин;  $G_2 = 30$  л/мин

Вариант 1.3 –  $G_1 = 60$  л/мин;  $G_2 = 110$  л/мин

Вариант 1.3 –  $G_1 = 110$  л/мин;  $G_2 = 60$  л/мин

---

Задание 2:

Построить график зависимости температуры ОЖ в радиаторе от времени при изменении теплового потока от ОЖ по закону  $P = 20000 + 20000 \cdot \sin(0,2 \cdot \tau + \frac{\pi}{2})$  [ Вт ].

Температура ОЖ на входе в радиатор  $t_{вх} = 90$  °С.

Расход ОЖ через радиатор  $G_{ОЖ} = G1$  л/мин.

Дифференциальное уравнение, описывающее изменение температуры ОЖ:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ}} \cdot [G_{ОЖ} \cdot (t_{вх} - t) \cdot c_{ОЖ} - P],$$

**Пояснение:**

$Q = c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ} \cdot \Delta t$ , (Дж);

$dQ/d\tau = c_{ОЖ} \cdot m_{ОЖ} \cdot dt/d\tau$ , (Вт);

$dQ/d\tau = P$ .

где:  $c_{ОЖ} = 3581$  (Дж/(кг\*К)) – теплоемкость ОЖ;

$\rho_{ОЖ} = 1080$  (кг/м<sup>3</sup>) – плотность ОЖ;

$m_{ОЖ}$  – масса ОЖ в радиаторе;

$t$  – средняя температура ОЖ в радиаторе (она же температура ОЖ на выходе из радиатора), начальная температура 79 °С;

Объем ОЖ в радиаторе – 3 л.

Время расчета от 0 до 80 секунд.

Необходимо создать файл с исходными данными, результаты расчета представить в виде графика зависимости температуры ОЖ на выходе из радиатора от времени, а также сохранить числовые значения искомой температуры и время расчета в Excel.

Как меняются результаты моделирования, при изменении начальной температуры с 79 °С на 95 °С? Построить результаты вычислений температуры ОЖ в зависимости от времени в Excel на одном графике для двух расчетов.

Вариант 2.1 –  $G1 = 60$  л/мин

Вариант 2.2 –  $G1 = 80$  л/мин

Вариант 2.3 –  $G1 = 100$  л/мин;

Вариант 2.3 –  $G1 = 120$  л/мин

---

## Литература

1. Основы программирования [Электронный ресурс] / Окулов С.М. - М. : БИНОМ, 2012
2. Основы трёхмерного моделирования и визуализации. Ч. 2 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р.Г. Хисматов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012.
3. Использование приложения MS Excel для моделирования различных задач [Электронный ресурс] / Кильдишов В.Д. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015.
4. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Клячкин. - М. : Финансы и статистика, 2014
5. LabVIEW: практический курс для инженеров и разработчиков [Электронный ресурс] / Магда Ю.С. - М. : ДМК Пресс, 2012.
6. Simulink 5/6/7 [Электронный ресурс] : Самоучитель / Дьяконов В.П. - М. : ДМК Пресс, 2012.
7. "Современный самоучитель работы на компьютере [Электронный ресурс] / Юстас Эклер. - М. : ДМК Пресс, 2009. - (Серия "Самоучитель").
8. Введение в современные САПР [Электронный ресурс] : Курс лекций / Малюх В.Н. - М. : ДМК Пресс, 2010
9. Statistica 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г. – 512 с.: ил.
10. Тику Ш. эффективная работа: SolidWorks2004/ – СПб.: Питер,2005.–768 с.: ил.