



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Математическое моделирование

Кафедра прикладной математики факультета
математики и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
02.03.01 – Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) программы
Математический анализ и приложения

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2022

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Математическое моделирование»

1.1. Основные сведения о дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	72	72
Контактная работа:	46	46
Лекции (Л)	30	30
Практические занятия (ПЗ)		
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16	16
Консультации		
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	
Самостоятельная работа:	26	26
- подготовка к лабораторной работе;	12	12
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	14	14

1.2. Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули, разделы, (темы) дисциплины, их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Способ контроля
			Наименование	№№ заданий	
1	Предмет, задачи и свойства математического моделирования	УК-1, ОПК-4, ПК-1	Лабораторная работа (см. приложение)	1	Защита отчета
2	Виды математического моделирования	УК-1, ОПК-4, ПК-1	Лабораторная работа (см. приложение)	2	Защита отчета
Промежуточная аттестация: зачет		УК-1, ОПК-4, ПК-1	Лабораторные работы (см. приложение)		Защита отчета

1.3. В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование» обучающийся должен:

1.3.1. Знать:

- основы методологии математического моделирования;
- элементы вероятностного моделирования;
- элементы операционного моделирования;
- основные классы численных методов и их особенности.

1.3.2. Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки;
- представить панораму методов программной инженерии;
- использовать современные средства создания комплексов программ;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента;
- выбирать численные методы, подходящие для решения той или иной задачи.

1.3.3. Владеть:

- математическим моделированием научных задач;
- понятиями математической статистики;
- основными терминологиями теорий принятий решения и исследования операций;
- основными численными методами.

1.4. Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций

№ п/п	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции			
		Недостаточный	Удовлетворительный (достаточный)	Базовый	Повышенный
	УК-1	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	<p>Знать: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач</p> <p>Уметь: формулировать постановку математических задач, анализировать необходимость и (или) достаточность информации для ее решения</p> <p>Владеть: необходимыми профессиональными редакторами и пакетами</p>	<p>Знать: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации и научной информации в области математики и компьютерных наук</p> <p>Уметь: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук</p> <p>Владеть: базовым математическим аппаратом и основными принципами</p>	<p>Знать: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет</p> <p>Уметь: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно – образовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях</p> <p>Владеть: навыками использования информационных технологий в ор-</p>

			прикладных программ	нами работы ЭВМ	ганизации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах
	ОПК-4	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	<p>Знать: общие вопросы теории интеллектуальных систем, различные методы обработки информации, способы их программной реализации</p> <p>Уметь применять методы машинного обучения в задачах обработки информации, распознавания образов и в других областях человеческой деятельности</p> <p>Владеть: основными разделами и важ-</p>	<p>Знать: теоретические основы использования информационных технологий в науке и образовании; основные методы работы с ресурсами сети Интернет</p> <p>Уметь: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно-образовательные ресурсы Интернет в повседневной профессиональной деятельности исследователя и педагога</p> <p>Владеть: навыка-</p>	<p>Знать: основные направления использования информационных технологий в научных исследованиях и в образовании; методики и технологии проведения обучения с использованием информационных технологий</p> <p>Уметь: использовать современные информационные технологии для подготовки традиционных и электронных учебно - методических и научных публикаций</p> <p>Владеть: навыками получения</p>

			<p>нейшими методами обработки информации для возможности их применения при решении научных и научно-образовательных задач</p>	<p>ми использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах</p>	<p>научных доказательств и проведения научно - исследовательских работ с использованием компьютерного моделирования</p>
	ПК-1	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	<p>Знать: основы использования информационных технологий в математическом моделировании; основные направления использования информационных технологий при построении моделей</p> <p>Уметь: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки традиционных и электронных научных публикаций.</p>	<p>Знать: основные результаты и методы построения математических моделей, разработанные к настоящему времени в области выбранной научной тематики</p> <p>Уметь: определять задачи в связи с поставленной целью, а также объект и предмет научного исследования в соответствии с выбранной методикой</p>	<p>Знать: основные методы работы с ресурсами сети Интернет; основы использования информационных технологий в математическом моделировании</p> <p>Уметь: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки научных публикаций; практически использовать образовательные ресурсы Интернет в научно - исследовательской работе</p>

			<p>Владеть: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками применения информационных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	<p>Владеть: навыками четкого и аргументированного изложения основных этапов математического моделирования, ясной демонстрации элементов научной новизны</p>	<p>Владеть: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками применения информационных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>
--	--	--	--	--	--

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Математическое моделирование»

2.1 Вопросы к зачету.

По учебному плану дисциплины в течение 6 семестра предусмотрено выполнение 3 лабораторных работ, название и содержание которых приводится в соответствующей рабочей программе дисциплины. Кроме того, в научной библиотеке и на сайте ДГУ имеется лабораторный практикум по каждому разделу настоящей дисциплины.

Критерии оценивания

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, который успешно защитил не менее 2/3 отчетов по лабораторным работам, прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- **оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не представил к защите 2/3 и более отчетов по лабораторным работам и не справляется с 50% вопросов и в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Цель работы: приобретение практических навыков при оценке влияния случайных возмущений в системах управления по результатам эксперимента: определение математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции.

Поскольку все системы действуют в условиях случайных воздействий и факторов, необходимо учитывать влияние последних на качество системы, что для реальных систем осуществляется почти исключительно моделированием. Поэтому статистическое моделирование является одной из базовых задач учебных курсов по управлению и регулированию.

Рассматривается динамическая система, заданная передаточными функциями в переменных вход-выход или уравнениями состояния. На входы системы поступают детерминированные и случайные воздействия. Детерминированные сигналы являются известными функциями времени. Случайные сигналы задаются своими спектральными характеристиками.

Требуется оценить статистические характеристики выходных координат с заданной точностью по результатам эксперимента. Поскольку моделирование оперирует с временными реализациями реакций, то искомые характеристики выходных сигналов определяются как результат соответствующей обработки последних.

Заметим, что в постановке задачи динамический объект может рассматриваться как "черный ящик" без каких-либо ограничений на его структуру. Поэтому процедура статистического моделирования применима для широкого класса объектов.

Случайный сигнал генерируется датчиком псевдослучайных чисел, который обычно выдает последовательность с равномерным законом распределения в диапазоне $[0,1]$. Длина последовательности ограничена и зависит от разрядной сетки ЭВМ. Например, для 16-разрядных машин это число равно 32767. Если в эксперименте используется массив чисел, превышающий указанную длину для заданной разрядной сетки, то результаты моделирования оказываются недостоверными.

Обычно считают, что входные воздействия имеют нормальный закон распределения. Простейший способ получения последнего предполагает простое суммирование (усреднение)

$$y = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - 0,5).$$

При этом y будет иметь распределение, близкое к нормальному с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением равным 1. С помощью операций умножения и сдвига нетрудно получить распределение с заданными математическим ожиданием и дисперсией. Увеличение числа слагаемых приближает закон распределения к нормальному, но при этом уменьшается длина псевдослучайной последовательности. На практике часто ограничиваются числом слагаемых равным шести.

Заметим, что совершенные программные системы (типа МАТЛАБ) сами генерируют числа с требуемыми законами распределения, для которых требуется задать лишь их параметры.

При интегрировании непрерывных систем методом Эйлера числа с датчика снимаются с шагом T , равным шагу квантования. Алгоритм интегрирования рассматривает эти числа так, как если бы это была ступенчатая функция. Спектральная плотность сигнала на выходе датчика случайных чисел описывается зависимостью

$$S(\omega) = TD \left(\frac{\sin \frac{\omega T}{2}}{\frac{\omega T}{2}} \right)^2.$$

Спектральные свойства этого шума зависят от уровня дисперсии D и шага квантования T . При уменьшении шага квантования ширина спектра увеличивается, приближаясь к спектру непрерывного белого шума. Как известно, чтобы шум воспринимался как белый, достаточно иметь ширину его спектра на порядок больше полосы пропускания того динамического звена, на вход которого он поступает.

При известном уровне белого шума требуемая дисперсия может быть определена из соотношения

$$N^2 = TD.$$

Требуемую спектральную характеристику входных воздействий обеспечивают с помощью формирующего фильтра W , на вход которого поступает белый шум

$$S(\omega) = W(j\omega)W(-j\omega)N^2$$

Раскладывая спектральную плотность на комплексно сопряженные множители с учетом уровня шума определяют характеристики требуемого формирующего фильтра.

Одним из эффективных методов определения характеристик стационарных случайных процессов (равно как и определения установившихся значений тех же характеристик) является метод стохастической аппроксимации. В основе метода лежат относительно простые рекуррентные вычислительные процедуры для определения математических ожиданий, дисперсий и корреляционных функций стационарных случайных процессов.

Поясним сущность метода стохастической аппроксимации. Пусть $x(t)$ – это дискретный стационарный случайный процесс и в каждый k - тактовый момент времени наблюдается его реализация в виде числа x_k . Вычислим его математическое ожидание по n – наблюдениям по формуле

$$M = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

После введения конечных разностей устремим шаг дискретизации t к нулю и получим линейное дифференциальное уравнение с переменным коэффициентом $v(t)$

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{1}{v(t)} [M(t) - x(t)].$$

Здесь $1/v(t)$ – функция следующего типа:

$$\frac{1}{v(t)} = \begin{cases} 1 & \text{при } 0 \leq t \leq 1 \\ \frac{1}{t} & \text{при } t > 1 \end{cases}.$$

Для вычисления дисперсии и корреляционной функции стационарного случайного сигнала методом стохастической аппроксимации используются формулы

$$\begin{aligned} \frac{dD}{dt} &= -\frac{1}{v(t)} [D(t) - x^2(t)]; \\ \frac{dR}{dt} &= -\frac{1}{v(t)} [R(t) - x(t)x(t-\tau)]. \end{aligned}$$

Заметим, что последнее уравнение относится не ко всей корреляционной функции, а лишь к одному из ее значений, отвечающему величине сдвига случайных сигналов. Доказывается, что оценки сходятся к истинным значениям при увеличении времени измерения.

Если случайный процесс является нестационарным, то указанные оценки применять нельзя. Типичная ситуация нестационарного характера случайных процессов отвечает переходным режимам в системах даже в тех случаях, когда и система и воздействия являются стационарными.

Надежным способом оценки статистических характеристик для широкого класса систем и сигналов без каких-либо существенных для практики ограничений является метод статистических испытаний, называемый также методом Монте-Карло. При этом производится многократное моделирование исследуемой системы (N раз), и по результатам испытаний вычисляются оценки математического ожидания и дисперсии

$$M_x(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i(t);$$

$$D_x(t) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i(t) - M_x(t))^2.$$

Чтобы не запоминать все реализации, последнюю формулу приводят к виду

$$D_x(t) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_i^2(t) - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i(t) \right)^2.$$

Теперь достаточно накапливать суммы первых степеней и квадратов искомым координат. Ясно, что оценки будут тем надежнее, чем больше число реализаций N . Поскольку это число всегда конечно, оценки математического ожидания и дисперсии сами являются случайными функциями, так что о точности вычисления оценок можно говорить лишь в вероятностном смысле, построив функции распределения, доверительные интервалы и проч. Приближенные оценки требуемого числа реализаций можно получить более простым способом.

Из теории вероятностей известно, что среднеквадратические отклонения оценок математического ожидания и дисперсии от их точных значений определяются соотношениями

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{D_x}{N}};$$

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{D_x}{2N}}.$$

Чтобы, скажем, среднеквадратическое отклонение оценки было на порядок меньше самого математического ожидания

$$\sqrt{\frac{D_x}{N}} < \frac{M_x}{10}$$

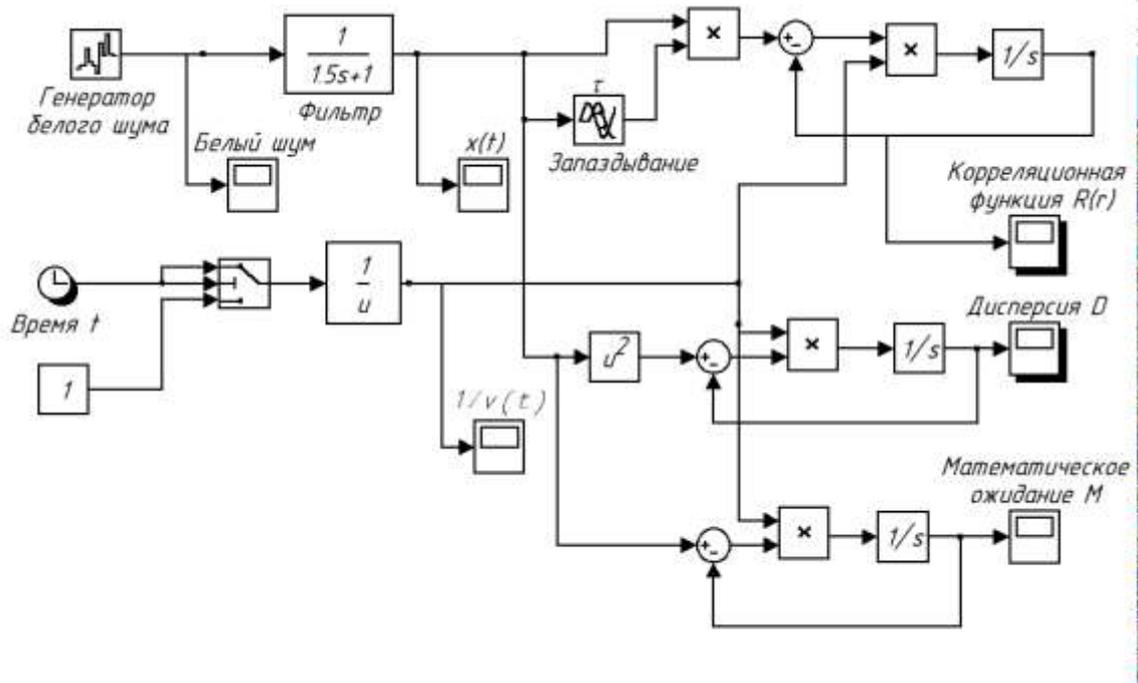
число реализаций должно быть

$$N > 100 \frac{D_x}{M_x^2}.$$

Если математическое ожидание мало, то может потребоваться большое число реализаций.

Задание к лабораторной работе

Ниже на рисунке изображен вид имитационной модели, предназначенной для демонстрации метода стохастической аппроксимации.



Для генерации случайного сигнала типа "белый шум" с нормальной функцией распределения в модели используется блок **Band –Limited WhiteNoise**. Этот блок формирует процесс в виде частотно-ограниченного белого шума, предназначенный для использования в модели непрерывной системы.

На практике время корреляции белого шума рассчитывают по формуле:

$$t_c \approx \frac{1}{100} g \frac{2\pi}{f_{max}},$$

где f_{max} - полоса пропускания системы в рад/с. Оно определяет верхнее значение частоты процесса - постоянная t_c должна быть меньше самой малой постоянной времени в САП, определяющей полосу пропускания системы.

В качестве динамического объекта выбран фильтр с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1}.$$

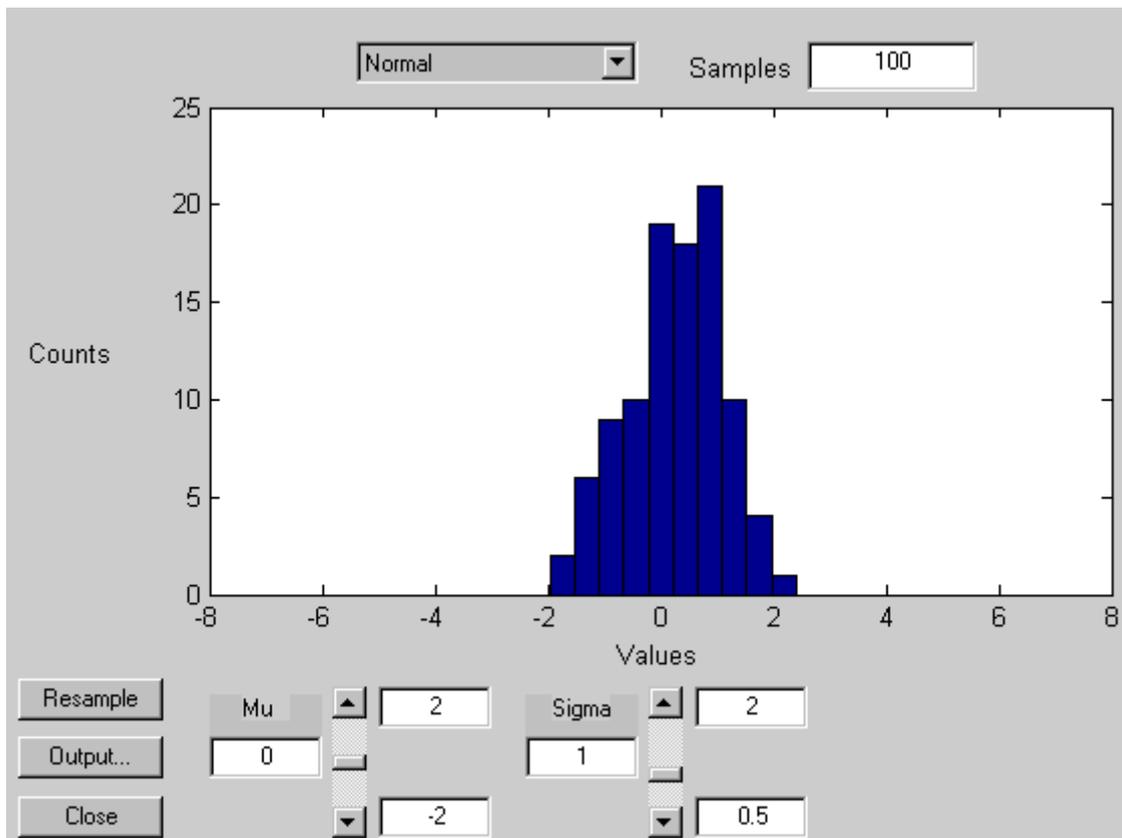
Выходной сигнал фильтра $x(t)$ – это дискретный стационарный случайный процесс. В результате интегрирования сигнала $x(t)$ формируется сигнал математического ожидания M , установившееся значение которого должно быть стационарным (и равным нулю).

Аналогично формируются сигналы дисперсии D и корреляционной R функции для случайного процесса $x(t)$.

Требуется:

1. Открыть окно MATLAB Demos\Statistics\Random Number Generations.

Просмотреть гистограммы случайных чисел при равномерном (Uniform) и нормальном (Normal) законах распределения в зависимости от объема выборки.



2. В качестве динамической системы рассмотреть аperiодическое звено

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1}.$$

Пользуясь блоками библиотеки Simulink Extras\Additional Sinks, оценить математическое ожидание и спектральную плотность мощности сигналов на входе и выходе звена.

3. Построить корреляционную функцию, оценить установившиеся значения математического ожидания и дисперсии на выходе звена методом стохастической аппроксимации используя пакет моделирования и методические указания.
4. Методом статистических испытаний получить переходные процессы по математическому ожиданию и дисперсии.

Оформление отчета

В отчете должны быть отражены графики спектральных характеристик случайных и переходных процессов со сравнением полученных в ходе экспериментов установившихся значений реакций.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Основные уравнения метода стохастической аппроксимации.
2. Схемы вычисления $v(t)$ и корреляционной функции.
3. Графики $v(t)$ и корреляционной функции.
4. Анализ корреляционной функции.
5. Выводы по работе.

Методические указания к п. 2

Построение графика корреляционной функции с использованием процедуры $R=xcorr(y)$.
 $s=tf('s');$

```

» wc=1/(1.5*s+1);
» wd=c2d(wc,0,01,'tustin')
Transfer function:
0.003322 z + 0.003322
-----
      z - 0.9934
» b(1)=0.003322; b(2)=0.003322;
» a(1)=1; a(2)=-0.9934;
  Ts=0.01;T=1000;
» t=0 : Ts : T;
x1=randn(1,length(t));
x=0.01*x1;
y=filter(b,a,x);
» R=xcorr(y);
» tau=-15+Ts :Ts : 15;
» lt=length(tau);
» s1r=round(length(R)/2-lt/2);
» s2r=round(length(R)/2+lt/2-1);
» plot(tau,R(s1r:s2r)),grid

```

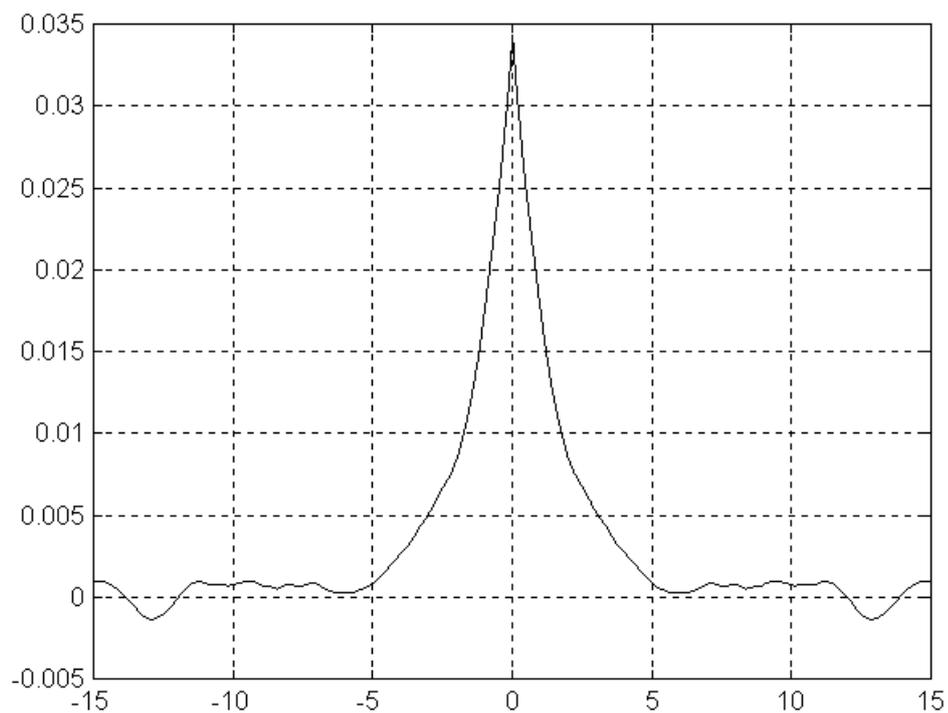


Рис.2.. График корреляционной функции $R=xcorr(y)$.

Методические указания к п. 3

1. Используя пакет SimuLink, набрать схему модели рис.1 (либо загрузить файл модели **rand_lab**).
2. Параметры фильтра выбираются из табл. 1 в соответствии с порядковым номером студента в списке группы

Таблица 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
k	1.2	2.5	0.3	0.2	2.0	1.3	2.4	0.7	0.9	0.5	0.4	0.8	2.5	1.0
T	0.2	0.8	0.6	1.1	0.4	1.2	0.1	0.3	1.0	1.3	0.6	0.15	0.1	1.5

3. Подать команду Start и вычислить математическое ожидание случайного сигнала $M[x(t)]$ на интервале времени $t \in [0 \dots 1000c]$.

4. Используя накопленный опыт работы, вычислить методом стохастической аппроксимации дисперсию D и корреляционную функцию $R(\tau)$.

При вычислении $R(\tau)$ установить шаг изменения запаздывания τ равным примерно $0,1T$.

5. Заполнить таблицу значений $R(\tau)$. Построить график автокорреляционной функции.

Пример. Построение графика корреляционной функции по экспериментальным данным, полученным при моделировании по схеме рис.1.

В командной строке пакета ввести текст, содержащий экспериментальные данные:

tau=[0 1 2 3 4 5 6 8 10 12 15];

Rx=[0.031 0.017 0.0095 0.006 0.0025 0.0005 0.0003 0.0006 -0.0005 -0.0014 0];

x=[-15 -12 -10 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 10 12 15];

y=[0 -0.00014 -0.0005 0.0003 0.0005 0.0025 0.006 0.0095 0.017 0.031 0.017 0.0095 0.006 0.0025 0.0005 0.0003 0.0006 -0.0005 -0.0014 0];

» stem(x,y),grid;

» hold on

» plot(x,y)

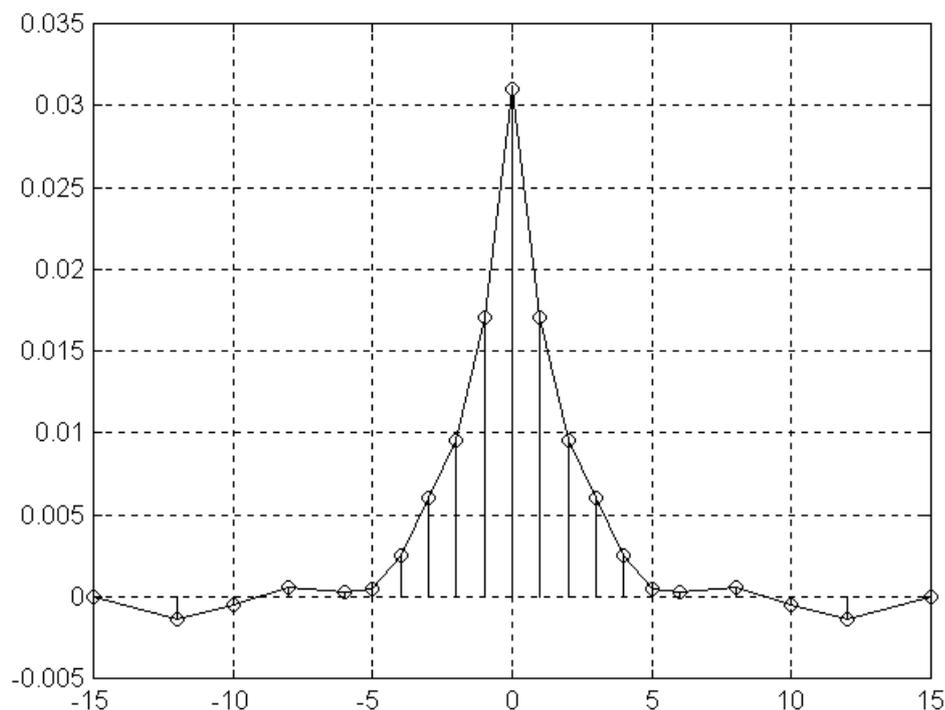


Рис.3. График корреляционной функции, построенной по экспериментальным данным.

Вопросы:

1. Перечислите этапы статистического моделирования и факторы, учитываемые на каждом этапе.
2. Что такое "уровень шума" и в каких единицах он измеряется?
3. Почему при расчете (моделировании) заданного числа реализаций нельзя выходить за пределы длины псевдослучайной последовательности?
4. Почему не удастся использовать метод стохастической аппроксимации для анализа нестационарных случайных процессов?
5. Являются ли математическое ожидание и его оценка случайными величинами?
6. От каких факторов зависит уровень "белого шума" при моделировании?
7. Изменяются ли параметры настройки шума при изменении шага интегрирования?

Литература

1. В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев. Теория автоматического управления техническими системами. Учеб. пособие. -М.:Изд.МГТУ, 1993.-492 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Цель работы:

- изучить основные числовые характеристики случайной величины;
- получить практические навыки расчета числовых характеристик случайной величины на ЭВМ.

1. Общие положения

В процессе обработки статистических рядов возникает необходимость в определении его числовых характеристик, к которым относятся:

- среднее арифметическое случайной величины (выборочное среднее);
- статистическая дисперсия;
- среднее квадратическое отклонение;
- коэффициент асимметрии, эксцесса, вариации и т.д.

2. Числовые характеристики статистического ряда

- 2.1. Среднее арифметическое случайной величины служит характеристикой математического ожидания распределения случайной величины и вычисляется по формуле

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где X_1, X_2, \dots, X_n - значения элементов ряда, n - число элементов ряда.

- 2.2. Статистическая дисперсия характеризует разброс случайной величины относительно ее среднего значения (математическое ожидание)

$$D^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2.$$

- 2.3. Среднее квадратическое отклонение служит мерой рассеивания случайной величины относительно ее среднего значения

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

- 2.4. Коэффициент вариации ряда со средним арифметическим и средним квадратическим отклонением определяется отношением $V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$. По коэффициенту вариации приближенно определяется закон распределения случайной величины, так как при $V \leq 0,3$ распределение подчиняется нормальному закону, при $V = 0,52$ - закону распределения Релея, а при $V = 1,0$ - экспоненциальному (показательному) закону распределения.

- 2.5. Статистическая оценка коэффициента асимметрии дает дополнительную информацию о форме распределения случайной величины. Асимметрия или скошенность вычисляется по формуле

$$\bar{A} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\sigma^3}.$$

- 2.6. Статистическая оценка коэффициента эксцесса дает дополнительную информацию о форме распределения случайной величины

$$\bar{\Xi} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sigma^4} - 3.$$

Задание к лабораторной работе

Составить блок – схему алгоритма и программу вычисления числовых характеристик статистического ряда, включающего n элементов.

Исходные данные для решения задачи выдает преподаватель.

Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Основные числовые характеристики случайной величины.
3. Исходные данные.
4. Блок – схема и программа расчета числовых характеристик статистического ряда.
5. Результаты счета.

Литература

1. Максимов С.А. Математическое моделирование. Прикладные задачи: Учеб. пособие. - Владимир, 1997. – 192 с

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СЛУЧАЙНЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА STATISTICA

Цель работы: Ознакомиться с процедурой получения выборочных характеристик, ознакомиться с основными видами распределений случайных величин, получить практический навык построения графиков плотности и функции распределения, подбора распределения по экспериментальным данным. Получить практические навыки расчета точечных оценок и интервальных характеристик для математического ожидания и дисперсии, проверке статистической гипотезы о нормальном распределении выборки с использованием пакета STATISTICA.

Задание

По выборочным данным своего варианта:

- 1) рассчитать выборочные характеристики: среднее, медиану, среднее квадратическое отклонение, минимальное и максимальное значения выборки;
- 2) построить график функции распределения;
- 3) вычислить доверительные интервалы для среднего и дисперсии;
- 4) пользуясь критерием Пирсона проверить гипотезу о нормальном распределении выборки.

Варианты заданий

1	x_i	80	90	100	110	120	130	140
	n_i	4	8	14	40	16	12	6
2	x_i	13	14	15	16	17	18	19
	n_i	7	16	40	25	7	5	3
3	x_i	21	28	35	42	49	56	63
	n_i	7	11	22	50	5	3	2
4	x_i	2	3	4	5	6	7	8
	n_i	4	11	25	30	15	10	5
5	x_i	20	26	32	38	44	50	56
	n_i	2	3	15	50	12	11	7
6	x_i	13	23	33	43	53	63	73
	n_i	3	17	25	40	8	4	3
7	x_i	30	35	40	45	50	55	60
	n_i	4	16	20	40	13	4	3
8	x_i	33	38	46	54	62	70	78
	n_i	7	11	12	60	5	3	2
9	x_i	12	15	22	25	30	35	40
	n_i	3	7	12	40	18	12	8
10	x_i	10	20	30	40	50	60	70
	n_i	4	11	25	30	15	10	5

Литература

1. Боровиков, В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
2. Корн, Г. Статистические методы построения эмпирических формул / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Высшая школа, 1988.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика / С.А. Айвазян. – М.: Финансы и статистика, 1989.
4. Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс / Ю.Ю. Тарасевич. – М.: Едиториал-УРСС, 2001. – 144 с.
5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1998. – 479 с.