

Программа повышения конкурентоспособности

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Уральский федеральный университет имени

первого Президента России Б. Н. Ельцина»

СТАТИСТИЧЕСКИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Методические указания к выполнению

лабораторной работы № 2

Екатеринбург

2017

Содержание

Цель изучения материала	3
Перечень компетенций, формирующихся или получающих приращение в результате прослушивания лекции	3
Список литературы	4
1. Введение.....	5
2. Задание для статистического и спектрального анализа	5
3. Требования к оформлению отчета.....	11

Цель изучения материала

Целью данной лабораторной работы является знакомство с функциями MATLAB построения спектральных оценок временного ряда. Центральной задачей лабораторной работы является формирование навыков работы со статистическими тестами, реализация и понимание алгоритма их построения, верность составления нулевых гипотез и выводов статистических критериев по их принятию или отвержению. Особое внимание уделяется определению стационарности временного ряда с помощью статистических методов.

Перечень компетенций, формирующихся или получающих приращение в результате прослушивания лекции

Способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

Умение разрабатывать стратегии проектирования, определением целей проектирования, критериев эффективности, ограничений применимости.

Умение проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях науки, техники.

Список литературы

1. Dickey D. A., Fuller W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root // Journal of the American Statistical Association, 1979. — Vol. 74. — P. 427–431.
2. Kwiatkowski D., Phillips P. C. B., Schmidt P., Shin Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root // Journal of Econometrics, 1992. — Vol. 54. — P. 159–178.
3. Katsuo Tanaka. Time Series Analysis: Nonstationary and Noninvertible Distribution Theory. — Wiley Series in Probability and Statistics, 2nd ed. — 2016. — 960 с. ISBN 978-1-119-13209-7.
4. Р 50.1.033-2001. Рекомендация по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть 1. Критерии типа хи-квадрат, 2002.
5. Р 50.1.037-2002. Рекомендация по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть 2. Непараметрические критерии, 2002.
6. Лоев М. Теория вероятностей. — М: ИЛ. — 1962. — 720 с.
7. Марпле С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. — Мир, 1990. — С. 265. ISBN: 9785030011912.

1. Введение

На прошлой лабораторной работе мы изучили основы языка MATLAB и базовые средства работы с временными рядами, а также методы реализации собственных функций и сценариев. Также там требовалось определить тип процесса, породившего данный ВР, что было достаточно трудным занятием, если не опираться на применение статистических критериев, которые будут рассматриваться в данной работе. Также наряду с автокорреляционной функцией изучаются спектральные свойства рядов.

2. Задание для статистического и спектрального анализа

- 1) В зависимости от своего варианта, который определяется по последним двум цифрам студ. билета, из таблицы 1 на следующих страницах создать временной ряд из столбца (всего 24 точки).
- 2) Построить график заданного ряда.
- 3) Рассчитать мат. ожидание и дисперсию для ВР.
- 4) Построить автокорреляционную функцию ряда и сделать на ее основе выводы о характере временного ряда.
- 5) Используя функцию MATLAB **periodogram()** построить периодограмму ряда и сделать на ее основе выводы о характере временного ряда. Сравнить их с результатами, сделанными на основе анализа автокорреляционной функции.
- 6) Построить оценку спектральной плотности мощности ряда с помощью метода Велша (Welch), используя функцию **pwelch()**. Сравнить полученные результаты с периодограммой.
- 7) Чтобы удобнее сравнивать полученные результаты, используйте следующую последовательность команд:

figure; periodogram; hold on; pwelch;

Тогда на одном изображении будут оба графика, как на рисунке 1.

Программа повышения конкурентоспособности

1	2	3	4	5	6	7	8
1,65	23,46	0,54	30,42	20,89	12,60	3,54	15,48
2,59	14,86	2,16	30,56	20,11	18,92	7,81	9,29
6,18	20,14	5,39	29,90	16,41	17,08	12,83	8,26
6,26	21,59	3,48	21,67	18,95	15,51	6,73	5,45
6,44	18,98	4,54	26,31	21,43	8,97	6,29	10,49
7,16	21,77	7,99	28,13	16,54	14,52	15,88	14,47
10,56	20,27	7,95	24,06	11,55	12,77	12,27	9,46
10,93	16,86	7,01	20,55	14,39	12,96	7,84	8,79
9,53	16,23	9,89	24,35	20,66	5,55	10,71	12,96
10,64	18,55	12,35	18,12	15,31	11,09	14,60	15,37
17,43	14,87	12,91	18,69	9,34	9,23	17,48	11,82
14,72	11,98	14,42	14,88	11,39	5,03	12,97	11,34
15,50	14,41	14,13	11,66	11,34	2,15	11,34	20,84
15,01	13,42	18,67	19,83	10,07	8,95	23,82	16,58
17,83	10,44	16,95	14,10	5,95	8,04	19,97	12,47
18,43	8,26	15,84	10,16	4,59	5,68	11,51	7,05
17,69	8,86	19,23	10,08	8,74	0,14	18,07	15,08
19,80	9,53	22,05	5,82	9,96	5,85	22,11	16,97
22,64	6,88	22,59	8,46	3,03	4,21	23,12	13,51
22,86	4,10	21,15	5,50	3,17	2,56	15,52	13,45
21,56	7,61	23,98	3,60	4,45	0,08	20,03	16,55
22,16	4,92	26,45	8,44	4,06	3,87	24,36	18,47
25,82	1,79	29,80	3,04	0,16	1,10	27,02	21,73
26,50	0,10	27,41	0,00	1,52	0,85	21,31	14,04

Программа повышения конкурентоспособности

9	10	11	12	13	14	15	16
12,19	23,75	18,47	76,88	8,48	24,78	3,07	10,22
8,41	28,00	14,87	69,88	10,43	22,55	6,26	10,06
14,68	33,01	21,51	74,55	18,97	30,85	7,46	13,34
8,64	16,78	9,07	59,75	6,37	23,88	6,48	11,92
32,94	18,16	16,02	72,21	9,86	27,78	1,64	8,81
22,61	20,05	11,12	66,85	1,29	12,71	5,41	8,10
45,92	3,18	23,45	69,91	13,23	25,25	6,18	12,51
23,63	16,11	6,45	68,05	8,50	25,70	16,93	11,16
18,59	21,66	14,21	72,59	11,68	34,44	2,71	8,77
36,22	20,16	8,18	42,83	10,17	23,18	6,94	4,87
50,10	24,71	14,50	67,04	14,18	29,81	8,35	10,57
46,22	15,63	3,86	56,63	2,79	22,26	11,59	10,37
23,63	16,27	10,14	61,10	26,63	22,97	5,98	6,88
47,30	18,99	9,99	44,88	15,69	16,37	10,77	9,13
40,03	21,12	14,47	52,90	20,32	22,82	14,71	10,31
56,53	8,34	0,65	46,03	17,28	14,19	14,66	7,13
38,41	14,96	8,97	46,72	22,87	16,40	11,77	3,52
51,47	17,17	2,47	46,48	23,80	7,23	27,10	0,14
6,29	20,24	12,58	31,63	28,81	13,05	9,69	6,35
35,41	8,31	3,12	21,72	28,59	4,63	22,31	5,30
67,79	12,36	6,81	21,40	35,68	3,19	19,73	1,46
74,21	14,59	0,43	11,40	35,72	4,55	25,88	1,09
79,12	21,72	4,65	10,06	39,44	0,94	29,00	2,40
45,10	28,69	5,91	0,42	40,04	11,07	32,18	1,92

Программа повышения конкурентоспособности

17	18	19	20	21	22	23	24
11,54	0,54	6,86	11,43	10,41	4,89	15,45	5,93
0,80	4,33	3,91	7,60	7,70	3,10	11,94	3,88
12,76	3,73	6,66	12,15	10,39	5,19	11,93	5,08
11,18	5,18	6,38	10,39	10,73	1,02	18,66	5,98
8,90	2,50	8,35	11,44	12,31	6,25	12,69	7,77
8,49	3,72	6,16	10,94	9,58	5,06	10,01	6,67
11,38	4,78	7,68	13,54	11,53	5,96	8,81	6,55
10,93	5,72	7,12	11,87	11,55	6,27	10,86	6,27
9,40	3,69	8,61	13,35	13,98	6,56	11,49	8,23
9,30	4,80	5,87	11,72	10,07	6,43	10,78	6,61
12,43	6,35	7,76	13,58	11,44	6,45	10,38	7,40
11,03	6,89	7,07	10,56	11,00	6,26	13,07	7,48
10,88	6,38	8,37	11,04	11,16	7,00	10,81	8,08
11,33	5,93	8,69	8,96	9,49	4,51	12,73	7,00
13,86	9,17	6,83	11,38	10,41	5,93	12,11	6,16
14,98	9,31	6,17	9,26	9,15	6,53	15,74	5,73
12,66	4,07	6,98	9,38	8,48	6,98	17,71	7,23
12,98	9,47	3,84	8,04	5,41	8,96	15,31	3,86
18,09	12,28	4,75	10,98	6,44	5,78	11,15	5,63
17,49	13,32	4,05	7,95	6,15	5,87	18,12	5,66
14,97	9,87	4,88	7,67	3,17	6,21	20,81	5,71
14,42	12,73	0,51	4,69	0,47	3,33	19,90	2,62
21,29	16,73	2,60	7,16	1,80	5,21	19,15	3,89
20,66	17,05	0,90	4,17	1,26	4,63	22,43	3,44

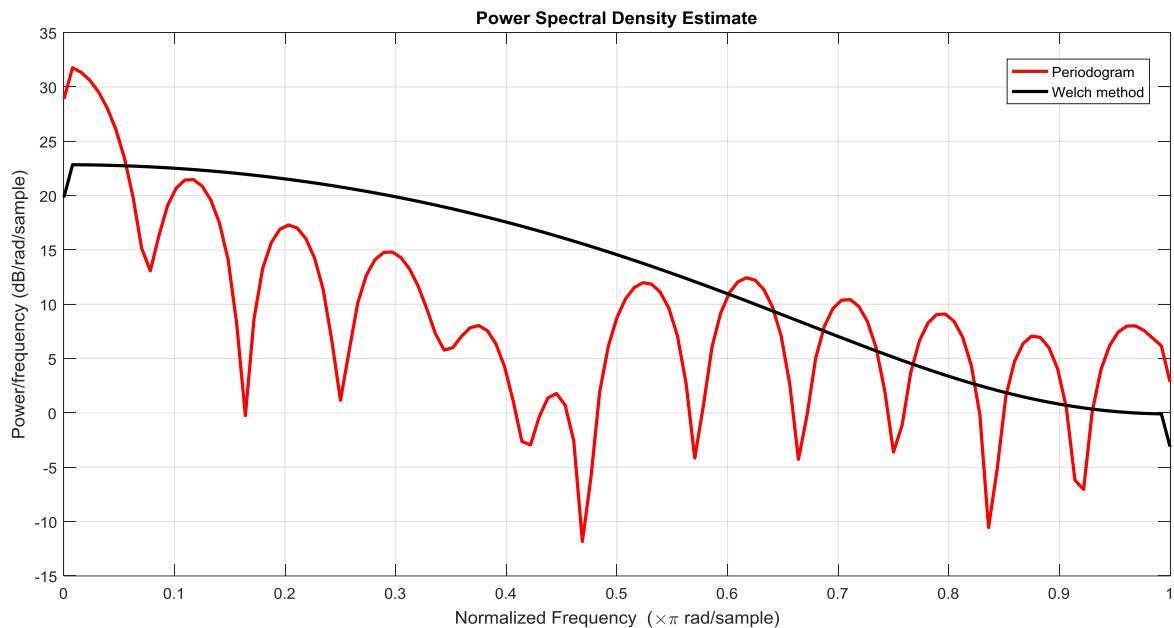


Рисунок 1. – Изображение построения спектральной плотности мощности разными оценками на одном изображении.

- 8) Среди множества других методов оценки спектральной плотности мощности средствами MATLAB (**pmtm**, **pburg**, **pcov**, **pmusic**) выберите третий, который Вы считаете наиболее подходящим для Вашего варианта ВР.
- 9) Привести в отчете краткое теоретическое описание того третьего метода, что был использован в пункте 8.
- 10) Если принять, что приведенные для ВР отсчеты являются среднемесячными, определить по Теореме Котельникова минимальный восстанавливаемый период. Пояснить свой выбор.
- 11) Проверить с помощью метода **Ирвина** ряд на аномальные наблюдения. Для этого написать собственную **функцию**, реализующую данный статистический тест, которая **получает** исходный ВР и **возвращает** номера отсчетов, которые являются аномальными. Для создания метода использовать выражения из лекции 3 на страницах 13 и 14. Для $N=24$ принять значение критического критерия равным 1.23 ($\alpha = 0.05$) и 1.74 ($\alpha = 0.01$).

- 12) Указать найденные номера аномальных наблюдений. Построить график ВР и указать эти точки на изображении. Изображение добавить в отчет.
- 13) Доказать, что во ВР есть **неслучайная составляющая** с помощью критерия серий (лекция 3, стр. 17). Построить **функцию**, которая бы производила расчет этого критерия для **заданного** ряда, с выводом результатов в виде конкретных предложений вида «гипотеза о неизменности среднего значения ВР отвергается с вероятностью ошибки альфа» или «принятие альтернативной гипотезы о неслучайной составляющей ряда» и т.п. Для этого используйте функцию **disp**('Строка для вывода'), чтобы выводить в командное окно строки.

```
>> disp('Альтернативная гипотеза о неслучайности ряда принимается');
Альтернативная гипотеза о неслучайности ряда принимается
>> |
```

- 14) Наконец, произвести оценку ВР на **стационарность**. Для этого написать **функцию** или **сценарий**, которая имеет один аргумент – **исходный ряд**, и не имеет выходных аргументов. Функция/сценарий производит оценку стационарности **двумя методами**: на основе критериев Фишера и Стьюдента, и на основе KPSS-теста, согласно методике, описанной в лекции 3.
- 15) В качестве функций статистических тестов использовать встроенные функции MATLAB: для критерия Фишера = **vartest2(x, y)**, для KPSS-теста = **kpsstest(y)**. Не забудьте, что для критериев Фишера и Стьюдента требуются **два массива**, полученные из исходного ряда делением его на две равные части.

- 16) Для критерия Стьюдента надо написать **собственную функцию**, используя выражение (3.5) из лекции 3, значение критического параметра $t(1-\alpha, n_1+n_2-1)$ можно найти через функцию **tinvt()**.
- 17) Результирующая функция оценки стационарности выводит **два результата, в виде строк**: ответ на вопрос, является ли ВР стационарным или нет по такому-то тесту.

3. Требования к оформлению отчета

Отчет должен обязательно содержать: постановку задачи, результаты выполнения пунктов с 1 по 17, графики соответствующих зависимостей с пояснениями, объяснения, которые требовались в ходе работы, заключение. Также весь код функций и сценариев добавляется в приложение в конце. У отчета должен быть оформлен грамотный титульный лист с указанием названия дисциплины, номера работы, фамилии преподавателя и ученика.