

Петраков Сергей

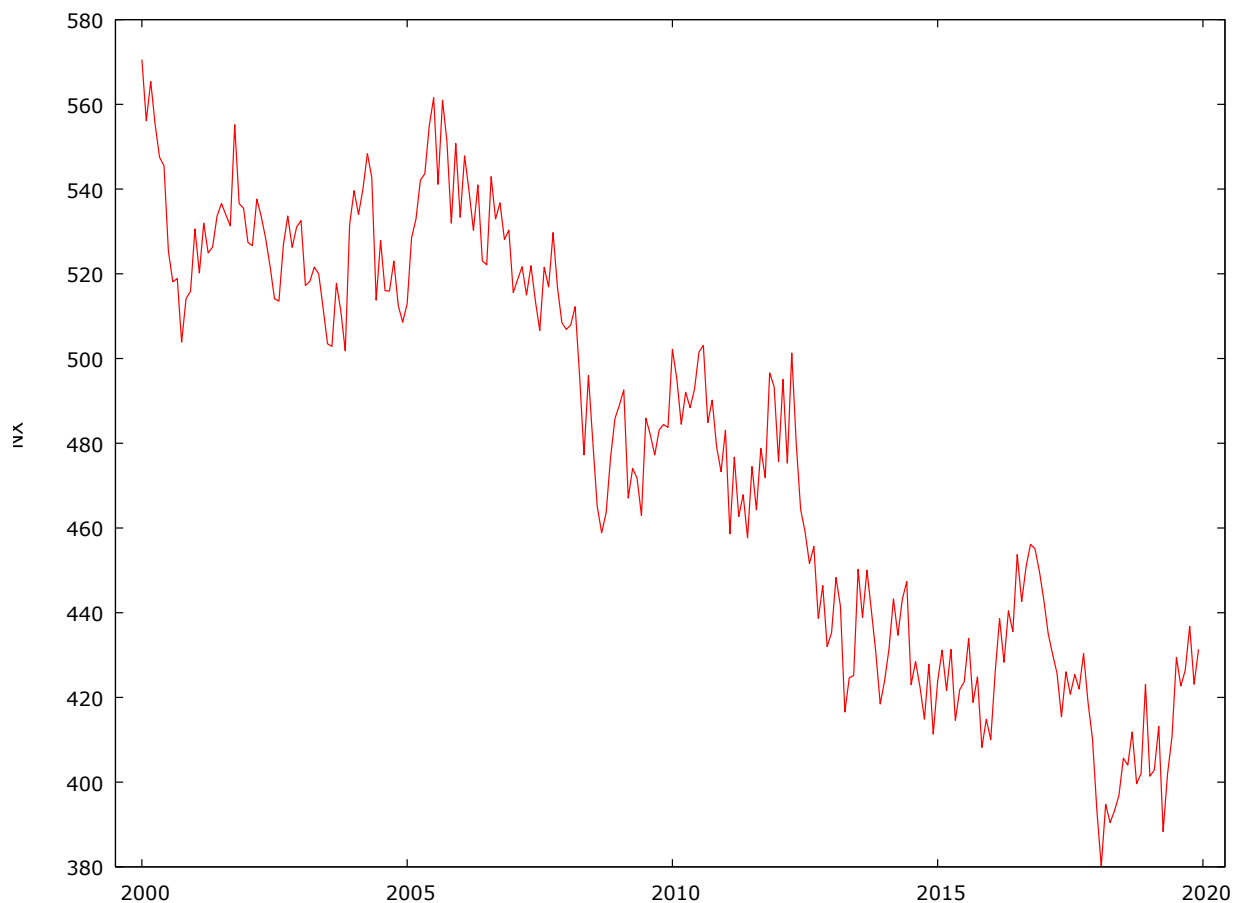
Вариант 21

*Задача:*

Постройте модель, описывающую динамику чистого экспорта королевства Темерия. Обоснуйте выбор. Приведите все уместные тесты. Дайте содержательную интерпретацию полученных результатов. Зависит ли чистый экспорт Темерии от её промышленного производства? А от её реального валютного курса?

*Решение:*

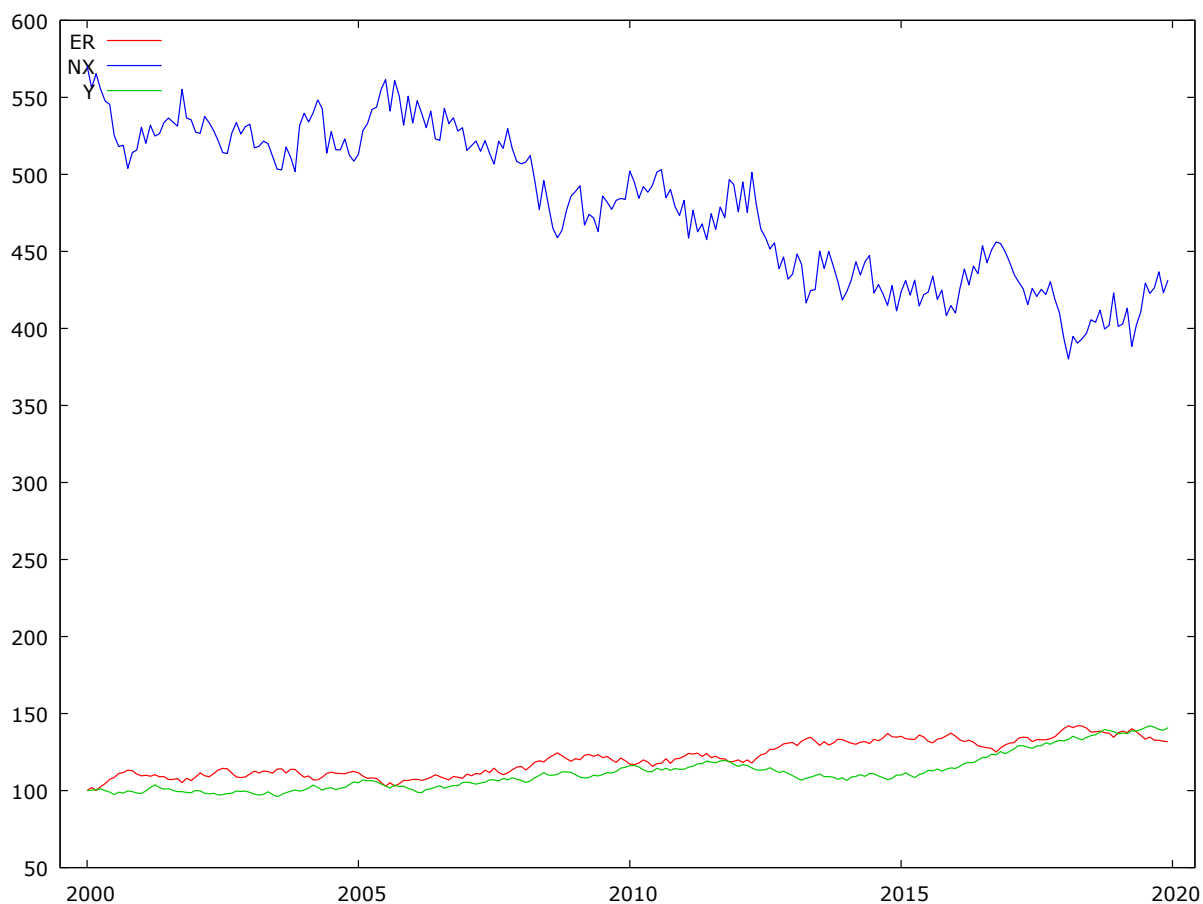
Для начала посмотрим, как выглядят наши данные. Во-первых, поскольку мне надо построить модель, которая описывает динамику чистого экспорта, то выведем этот ряд:



*Рис. 1. Чистый экспорт Темерии.*

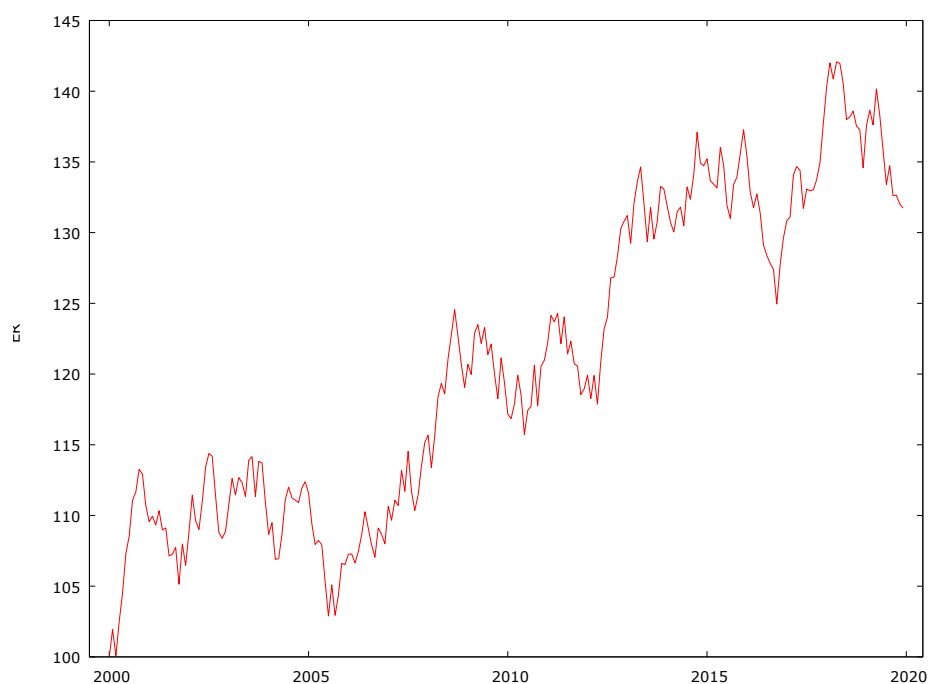
Взглянув на этот график, можно предположить, что он описывается случайным блужданием. Можно также выделить тот факт, что присутствует выраженный нисходящий тренд на протяжении всего обозримого времени. Для нас важно отметить сейчас, что этот ряд не стационарен в общем случае (можно сослаться на непостоянство среднего значения, однако можно посмотреть на стационарность с учётом тренда).

Если отобразить все полученные данные на одном графике, то получаем следующее изображение.



*Рис. 2. Чистый экспорт, реальный валютный курс национальной валюты и индекс реального промышленного производства королевства Теме́рия.*

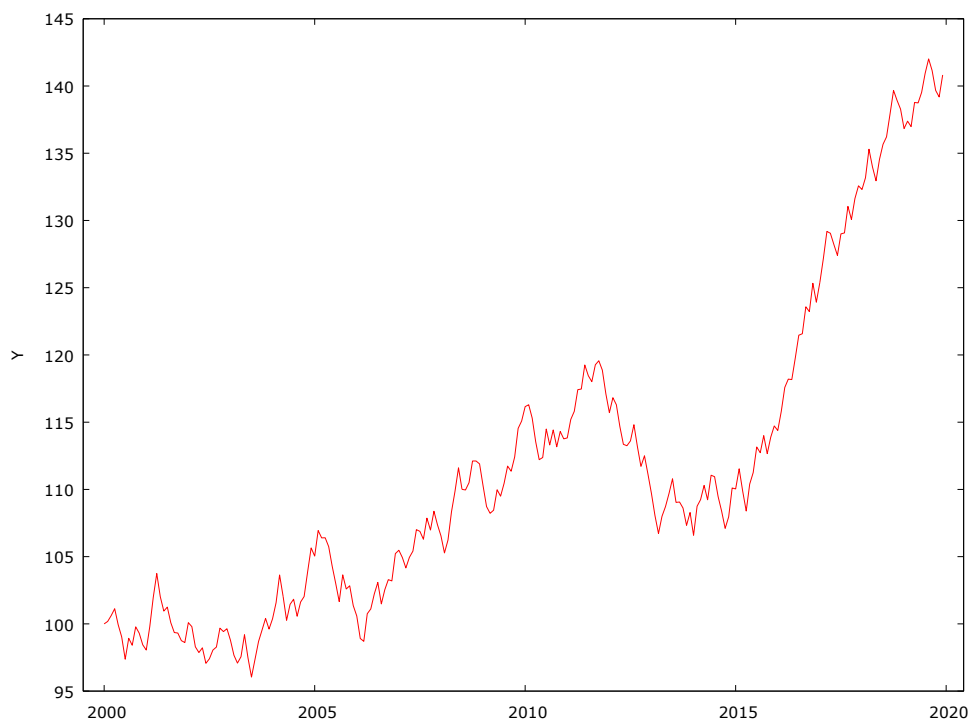
Также продемонстрирую отдельно реальный валютный курс и индекс реального производства:



*Рис. 3. Реальный валютный курс Теме́рии.*

Отметим явно выраженный положительный тренд для данного временного ряда. Экономическая теория подсказывает что мы наблюдаем верное соотношение динамики реального валютного курса и чистого экспорта. Действительно, согласно теории, эти показатели отрицательно взаимосвязанны.

Эти два высказанных замечания (1. Нестационарность по отдельности; 2. Подсказка со стороны теории о наличии взаимосвязи) подталкивают меня к мысли о коинтеграции этих временных рядов (чистого экспорта и реального обменного курса) в силу определения коинтеграции. Также я уже сейчас могу предполагать тот факт, что коинтегрирующий коэффициент исходя из логики должен принять отрицательное значение.



*Рис. 4. Индекс реального промышленного производства Татари.*

**Для проверки этой гипотезы мне необходимо провести тест Энгла-Грейнджера:**

Проведу этот тест в Gretl, по смыслу необходимо выполнить 4 шага:

- 1) Тестирование стационарности ряда Чистого экспорта
- 2) Тестирование стационарности ряда Реального обменного курса
- 3) Оценить регрессию по МНК чистого экспорта на реальный обменный курс, получить ряд остатков
- 4) Тестирование стационарности ряда остатков.

Чтобы заключить наличие коинтеграции надо получить, что на 1 и 2 шаге отсутствует стационарность, а на 4 присутствует.

На стадии тестирования стационарности я провёл два теста (с константой и с константой и трендом), результаты оказались одинаковы: на шаге 1 и 2 стационарность при 5% уровне значимости отсутствовала. Однако, как можно заметить, Р-значение сильно отличается для теста с константой и трендом (оно сильно меньше), ввиду того что мы посмотрели как выглядят графики исходных временных рядов можно сказать, что методологически более верным является применение теста с ADF с константой и трендом.

Также определение порядка лага я доверил Gretl выбрать по критерию Шварца (преимущество перед Акаике в более простой модели в итоге есть у него), также это лучше чем выбрать какой-нибудь лаг. Теоретических основ для такого выбора я не вижу, поэтому компромиссным решением нашёл критерий Шварца.

#### 1) Вариант ADF только с константой.

Шаг 1: тестирование единичного корня для NX

Расширенный тест Дики-Фуллера для NX  
testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
объем выборки 238  
нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

тест с константой  
включая один лаг для  $(1-L)NX$   
модель:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
оценка для  $(a - 1)$ : -0,023968  
тестовая статистика:  $\tau_c(1) = -1,62451$   
асимпт. р-значение 0,47 ~ нестационарность  
коэф. автокорреляции 1-го порядка для  $e$ : -0,012

Шаг 2: тестирование единичного корня для ER

Расширенный тест Дики-Фуллера для ER  
testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
объем выборки 239  
нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

тест с константой  
включая 0 лага(-ов) для  $(1-L)ER$   
модель:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$   
оценка для  $(a - 1)$ : -0,0175197  
тестовая статистика:  $\tau_c(1) = -1,74454$   
Р-значение 0,4075 ~ нестационарность  
коэф. автокорреляции 1-го порядка для  $e$ : -0,035

Шаг 3: коинтеграционная регрессия

Коинтеграционная регрессия -  
МНК, использованы наблюдения 2000:01-2019:12 ( $T = 240$ )  
Зависимая переменная: NX

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	Р-значение	
const	1001,42	4,31138	232,3	1,55e-282	***
ER	-4,31697	0,0355284	-121,5	3,69e-216	***

Среднее зав. перемен	479,7384	Ст. откл. зав. перемен	48,27015
Сумма кв. остатков	8834,505	Ст. ошибка модели	6,092600
R-квадрат	0,984135	Испр. R-квадрат	0,984069
Лог. правдоподобие	-773,2390	Крит. Акаике	1550,478
Крит. Шварца	1557,439	Крит. Хеннана-Куинна	1553,283
Параметр rho	-0,066751	Стат. Дарбина-Вотсона	2,133180

Шаг 4: тестирование единичного корня для uhat

Расширенный тест Дики-Фуллера для uhat  
testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
объем выборки 239  
нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

тест без константы  
включая 0 лага(-ов) для  $(1-L)uhat$   
модель:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + e$   
оценка для  $(a - 1)$ : -1,06675

тестовая статистика:  $\tau_{c(2)} = -16,4927$   
**Р-значение  $2,847e-033$  ~ стационарность**  
 коэф. автокорреляции 1-го порядка для  $e$ :  $0,005$

There is evidence for a cointegrating relationship if:  
 (a) The unit-root hypothesis is not rejected for the individual variables, and  
 (b) the unit-root hypothesis is rejected for the residuals ( $uhat$ ) from the cointegrating regression.

## 2) Вариант ADF с константой и трендом.

Шаг 1: тестирование единичного корня для NX

Расширенный тест Дики-Фуллера для NX  
 testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
 объем выборки 238  
 нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

с константой и трендом  
 включая один лаг для  $(1-L)NX$   
 модель:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 оценка для  $(a - 1)$ :  $-0,128451$   
 тестовая статистика:  $\tau_{ct}(1) = -3,32342$   
**асимпт. р-значение  $0,06242$  ~ нестационарность**  
 коэф. автокорреляции 1-го порядка для  $e$ :  $0,003$

Шаг 2: тестирование единичного корня для ER

Расширенный тест Дики-Фуллера для ER  
 testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
 объем выборки 239  
 нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

с константой и трендом  
 включая 0 лага(-ов) для  $(1-L)ER$   
 модель:  $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$   
 оценка для  $(a - 1)$ :  $-0,0820672$   
 тестовая статистика:  $\tau_{ct}(1) = -3,08993$   
**Р-значение  $0,1111$  ~ нестационарность**  
 коэф. автокорреляции 1-го порядка для  $e$ :  $0,001$

Шаг 3: коинтеграционная регрессия

Коинтеграционная регрессия -  
 МНК, использованы наблюдения 2000:01-2019:12 ( $T = 240$ )  
 Зависимая переменная: NX

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	Р-значение	
const	1000,39	9,81261	101,9	9,54e-198	***
ER	-4,30664	0,0949621	-45,35	8,34e-119	***
time	-0,00177940	0,0151724	-0,1173	0,9067	

Среднее зав. перемен	479,7384	Ст. откл. зав. перемен	48,27015
Сумма кв. остатков	8833,992	Ст. ошибка модели	6,105262
R-квадрат	0,984136	Испр. R-квадрат	0,984003
Лог. правдоподобие	-773,2321	Крит. Акаике	1552,464
Крит. Шварца	1562,906	Крит. Хеннана-Куинна	1556,671
Параметр $\rho$	-0,066846	Стат. Дарбина-Вотсона	2,133404

Шаг 4: тестирование единичного корня для  $uhat$

Расширенный тест Дики-Фуллера для  $uhat$   
 testing down from 12 lags, criterion Крит. Шварца  
 объем выборки 239  
 нулевая гипотеза единичного корня:  $a = 1$

тест без константы  
включая 0 лага(-ов) для (1-L)uhat  
модель:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + e$   
оценка для  $(a - 1)$ : -1,06685  
тестовая статистика:  $\tau_{ct}(2) = -16,4945$   
Р-значение 0 ~ стационарность  
коэф. автокорреляции 1-го порядка для e: 0,005

There is evidence for a cointegrating relationship if:  
(a) The unit-root hypothesis is not rejected for the individual variables, and  
(b) the unit-root hypothesis is rejected for the residuals (uhat) from the cointegrating regression.

Оба теста выдали наличие коинтеграции чистого экспорта и реального валютного курса. А также глядя на коэффициенты при реальном валютном курсе можно подтвердить изначальную гипотезу и повторить теоретический факт. Также обе модели выдали, что коэффициент значим при 1% уровне значимости и устойчив к смене спецификации (без временного тренда и с ним) и принимает значение примерно -4,31. Отметим, что в регрессии с временным трендом коэффициент при нём оказался незначим.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что между чистым экспортом и реальным валютным курсом существует устойчивое долгосрочное отношение (из смысла коинтеграции).

Также можно провести модель коррекции ошибок, чтобы выявить краткосрочную динамику данных показателей:

Для этого оценим регрессию  $\Delta NX_i = \beta_0 + \Delta E r_i + \tau e_{i-1} + E_i$

Модель 4: МНК, использованы наблюдения 2000:02-2019:12 (T = 239)

Зависимая переменная: d\_NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	Коэффициент	Ст. ошибка	t- статистика	P-значение	
	m				
const	-0,0321476	0,414992	-0,07747	0,9383	
d_ER	-4,09814	0,227010	-18,05	<0,0001	***
uhat3_1	-1,07125	0,0692830	-15,46	<0,0001	***
Среднее зав. перемен	-0,582480	Ст. откл. зав. перемен	11,66731		
Сумма кв. остатков	8760,675	Ст. ошибка модели	6,092742		
R-квадрат	0,729592	Испр. R-квадрат	0,727301		
F(2, 236)	297,0883	P-значение (F)	3,48e-65		
Лог. правдоподобие	-769,5133	Крит. Акаике	1545,027		
Крит. Шварца	1555,456	Крит. Хеннана-Куинна	1549,229		
Параметр rho	0,004841	Стат. Дарбина-Вотсона	1,986475		

В таком случае получаем такие результаты (коректно получить коэффициент при лагированном остатке регрессии Nx и Er без разностей с отрицательным знаком). Данное значение (-1,07) говорит нам о том, что в краткосрочном периоде модель довольно быстро сходится к равновесному уровню, если происходит шок. Отмечу, что переменные значимы при 1% уровне значимости.

Проверю модель на устойчивость и добавлю первую разность индекса промышленного производства:

Модель 5: МНК, использованы наблюдения 2000:02-2019:12 (T = 239)

Зависимая переменная: d\_NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	Коэффициент	Ст. ошибка	t- статистика	P-значение	
	<i>m</i>				
const	0,0970668	0,418934	0,2317	0,8170	
d_ER	-4,10865	0,237679	-17,29	<0,0001	***
uhat3_1	-1,08093	0,0685939	-15,76	<0,0001	***
d_Y	-0,747976	0,307482	-2,433	0,0157	**
Среднее зав. перемен	-0,582480	Ст. откл. зав. перемен	11,66731		
Сумма кв. остатков	8571,926	Ст. ошибка модели	6,039560		
R-квадрат	0,735418	Испр. R-квадрат	0,732041		
F(3, 235)	190,5788	P-значение (F)	1,19e-62		
Лог. правдоподобие	-766,9105	Крит. Акаике	1541,821		
Крит. Шварца	1555,727	Крит. Хеннана-Куинна	1547,425		
Параметр rho	0,010325	Стат. Дарбина-Вотсона	1,975786		

Модель показывает устойчивые результаты относительно полученных ранее, что хорошо. Это позволяет больше доверять данной модели.

Также проведу тесты на причинность по Грейнджеру для ответа на вопрос о зависимостях между  
а) чистый экспорт от промышленного производства.

б) чистый экспорт от реального валютного курса.

Тестирование причинности по Грейнджеру (определение зависимости, точнее первый хороший шаг в определении причинно-следственных связей, и хороший шаг для определения хороших регрессоров для модели, в которой чистый экспорт – зависимая переменная)

**А) Тест на причинность по Грейнджеру между чистым экспортом и индексом промышленного производства.**

Я буду брать переменные до 3 лага. (квартал)

Модель 6: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	Коэффициент	Ст. ошибка	t- статистика	P-значение	
	<i>m</i>				
const	27,7488	18,5882	1,493	0,1369	
Y	-0,394594	0,515191	-0,7659	0,4445	
Y_1	1,51817	0,763001	1,990	0,0478	**
Y_2	-0,435337	0,779881	-0,5582	0,5772	
Y_3	-0,783077	0,606261	-1,292	0,1978	
NX_1	0,601296	0,0634504	9,477	<0,0001	***
NX_2	0,323885	0,0617992	5,241	<0,0001	***
NX_3	0,0367894	0,0607169	0,6059	0,5452	
Среднее зав. перемен	478,6714	Ст. откл. зав. перемен	47,62046		
Сумма кв. остатков	26769,72	Ст. ошибка модели	10,81195		
R-квадрат	0,949980	Испр. R-квадрат	0,948451		

F(7, 229)	745,6836	Р-значение (F)	9,8e-154
Лог. правдоподобие	−896,4340	Крит. Акаике	1808,868
Крит. Шварца	1836,612	Крит. Хеннана-Куинна	1820,051
Параметр rho	−0,006521	h-статистика Дарбина	−0,468868

Проводим тест на избыточные переменные (в данном случае это индекс промышленного производства и его лаги), получаем такие результаты:

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые

Y, Y\_1, Y\_2, Y\_3

Тестовая статистика: Робастный F(4, 229) = 2,01995, Р-значение 0,0924967

Omitting variables improved 3 of 3 information criteria.

Модель 7: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>Р-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	10,9639	6,91016	1,587	0,1140	
NX_1	0,612033	0,0643478	9,511	<0,0001	***
NX_2	0,323844	0,0612683	5,286	<0,0001	***
NX_3	0,0395919	0,0597531	0,6626	0,5082	

Среднее зав. перемен	478,6714	Ст. откл. зав. перемен	47,62046
Сумма кв. остатков	27558,90	Ст. ошибка модели	10,87559
R-квадрат	0,948505	Испр. R-квадрат	0,947842
F(3, 233)	1549,718	Р-значение (F)	1,4e-153
Лог. правдоподобие	−899,8769	Крит. Акаике	1807,754
Крит. Шварца	1821,626	Крит. Хеннана-Куинна	1813,345
Параметр rho	0,004628	h-статистика Дарбина	0,521402

Получается, что при 5% уровне значимости индекс промышленного производства НЕ влияет на чистый экспорт.

Теперь проведём вторую часть теста на причинность по Грейнджеру (проводим авторегрессию выпуска на чистый экспорт):

Модель 8: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: Y

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>Р-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	4,21397	2,15784	1,953	0,0521	*
NX	−0,00485369	0,00628926	−0,7717	0,4411	
NX_1	0,00134876	0,00863484	0,1562	0,8760	
NX_2	−0,00612687	0,00864089	−0,7091	0,4790	
NX_3	0,00403026	0,00707363	0,5698	0,5694	
Y_1	1,04051	0,0614768	16,93	<0,0001	***
Y_2	−0,0476543	0,0993294	−0,4798	0,6319	
Y_3	−0,00517028	0,0633318	−0,08164	0,9350	



Среднее зав. перемен	111,6984	Ст. откл. зав. перемен	11,76902
Сумма кв. остатков	329,2801	Ст. ошибка модели	1,199126
R-квадрат	0,989927	Испр. R-квадрат	0,989619
F(7, 229)	5619,951	P-значение (F)	2,8e-252
Лог. правдоподобие	-375,2570	Крит. Акаике	766,5140
Крит. Шварца	794,2584	Крит. Хеннана-Куинна	777,6968
Параметр rho	0,000078	h-статистика Дарбина	0,003704

И как и в прошлый раз тестируем гипотезу, что чистый экспорт и его лаги – незначимы в совокупности (избыточные переменные):

Модель 9: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: Y

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>P-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	-0,439819	0,630954	-0,6971	0,4865	
Y_1	1,05320	0,0599721	17,56	<0,0001	***
Y_2	-0,0460419	0,102299	-0,4501	0,6531	
Y_3	-0,00176714	0,0625163	-0,02827	0,9775	

Среднее зав. перемен	111,6984	Ст. откл. зав. перемен	11,76902
Сумма кв. остатков	337,0214	Ст. ошибка модели	1,202682
R-квадрат	0,989690	Испр. R-квадрат	0,989557
F(3, 233)	11764,69	P-значение (F)	5,5e-254
Лог. правдоподобие	-378,0107	Крит. Акаике	764,0213
Крит. Шварца	777,8936	Крит. Хеннана-Куинна	769,6127
Параметр rho	-0,000125	h-статистика Дарбина	-0,004992

В этом случае получаем, что чистый экспорт незначим для индекса промышленного производства на 5% уровне значимости.

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые

NX, NX\_1, NX\_2, NX\_3

Тестовая статистика: Робастный F(4, 229) = 1,54266, P-значение 0,190691

Omitting variables improved 3 of 3 information criteria.

Вывод про причинность по Грейнджеру для чистого экспорта и индекса промышленного производства: Тест не выявил значимой взаимосвязи между этими переменными.

**Б) Тест на причинность по Грейнджеру между чистым экспортом и реальным валютным курсом.**

Регрессируем чистый экспорт на три его лага и на реальный валютный курс с тремя его лагами.

Модель 10: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>P-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	905,531	100,171	9,040	<0,0001	***
ER	-4,08327	0,224975	-18,15	<0,0001	***

ER_1	-0,520526	0,437320	-1,190	0,2352	
ER_2	-0,110900	0,436364	-0,2541	0,7996	
ER_3	0,808664	0,385687	2,097	0,0371	**
NX_1	-0,0734647	0,0668107	-1,100	0,2727	
NX_2	0,0868174	0,0605506	1,434	0,1530	
NX_3	0,0831336	0,0615645	1,350	0,1782	

Среднее зав. перемен	478,6714	Ст. откл. зав. перемен	47,62046
Сумма кв. остатков	8473,931	Ст. ошибка модели	6,083097
R-квадрат	0,984166	Испр. R-квадрат	0,983682
F(7, 229)	2549,374	P-значение (F)	2,5e-213
Лог. правдоподобие	-760,1261	Крит. Акаике	1536,252
Крит. Шварца	1563,997	Крит. Хеннана-Куинна	1547,435
Параметр rho	-0,010004	Стат. Дарбина-Вотсона	2,018031

Проводим тест на избыточные переменные (в этом случае это реальный валютный курс и его лаги), получаем:

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые

ER, ER\_1, ER\_2, ER\_3

Тестовая статистика: Робастный F(4, 229) = 134,297, P-значение 7,15588e-059

Omitting variables improved 0 of 3 information criteria.

В данном случае оказывается, что реальный валютный курс в совокупности значимо влияет на чистый экспорт.

Модель 11: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: NX

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>P-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	10,9639	6,91016	1,587	0,1140	
NX_1	0,612033	0,0643478	9,511	<0,0001	***
NX_2	0,323844	0,0612683	5,286	<0,0001	***
NX_3	0,0395919	0,0597531	0,6626	0,5082	

Среднее зав. перемен	478,6714	Ст. откл. зав. перемен	47,62046
Сумма кв. остатков	27558,90	Ст. ошибка модели	10,87559
R-квадрат	0,948505	Испр. R-квадрат	0,947842
F(3, 233)	1549,718	P-значение (F)	1,4e-153
Лог. правдоподобие	-899,8769	Крит. Акаике	1807,754
Крит. Шварца	1821,626	Крит. Хеннана-Куинна	1813,345
Параметр rho	0,004628	h-статистика Дарбина	0,521402

Проведём вторую часть теста на причинность:

Регрессия реального валютного курса на его лаги и на чистый экспорт с его лагами

Модель 12: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: ER

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>P-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	124,169	22,7511	5,458	<0,0001	***
NX	-0,140846	0,00458269	-30,73	<0,0001	***
NX_1	-0,00181860	0,0116816	-0,1557	0,8764	
NX_2	0,0110764	0,0122471	0,9044	0,3667	
NX_3	0,00866291	0,0114591	0,7560	0,4504	
ER_1	0,366452	0,0660974	5,544	<0,0001	***
ER_2	-0,00116265	0,0817506	-0,01422	0,9887	
ER_3	0,0957493	0,0744491	1,286	0,1997	
Среднее зав. перемен	121,0995	Ст. откл. зав. перемен	10,92535		
Сумма кв. остатков	292,2942	Ст. ошибка модели	1,129776		
R-квадрат	0,989624	Испр. R-квадрат	0,989307		
F(7, 229)	4120,379	P-значение (F)	5,9e-237		
Лог. правдоподобие	-361,1380	Крит. Акаике	738,2759		
Крит. Шварца	766,0204	Крит. Хеннана-Куинна	749,4587		
Параметр rho	-0,005979	Стат. Дарбина-Вотсона	2,011089		

Проводим тест на избыточные переменные

Модель 13: МНК, использованы наблюдения 2000:04-2019:12 (T = 237)

Зависимая переменная: ER

Стандартные ошибки НАС, ширина окна 4 (Ядро Бартлетта (Bartlett))

	<i>Коэффициент</i>	<i>Ст. ошибка</i>	<i>t-</i>	<i>P-значение</i>	
	<i>m</i>		<i>статистика</i>		
const	2,29097	1,25664	1,823	0,0696	*
ER_1	0,952230	0,0636101	14,97	<0,0001	***
ER_2	0,0402221	0,0878958	0,4576	0,6477	
ER_3	-0,0102673	0,0578989	-0,1773	0,8594	
Среднее зав. перемен	121,0995	Ст. откл. зав. перемен	10,92535		
Сумма кв. остатков	691,8168	Ст. ошибка модели	1,723128		
R-квадрат	0,975441	Испр. R-квадрат	0,975125		
F(3, 233)	3020,995	P-значение (F)	3,7e-186		
Лог. правдоподобие	-463,2329	Крит. Акаике	934,4657		
Крит. Шварца	948,3380	Крит. Хеннана-Куинна	940,0571		
Параметр rho	0,006189	h-статистика Дарбина	0,470311		

Нулевая гипотеза: параметры регрессии нулевые

NX, NX\_1, NX\_2, NX\_3

Тестовая статистика: Робастный F(4, 229) = 238,835, P-значение 1,81228e-080

Omitting variables improved 0 of 3 information criteria.

Получаем, что чистый экспорт в совокупности значимо влияет на реальный валютный курс.

Вывод для пары реальный валютный курс, чистый экспорт таков, что они друг на друга значимо влияют, требуется дополнительное исследование.

В целом, полученный результат также согласуется с теорией, поскольку в макроэкономических данных всё на всё влияет и это довольно стандартная история.

## Приложение: код Gretl

```
# Запись истории команд начата 2020-05-12 14:06
# Запись истории команд текущей сессии. Учтите, что для запуска
# этих команд в скрипте, возможно, придется внести некоторые изменения.
open C:/Users/2/Desktop/var21.xlsx
gnuplot NX --time-series --with-lines
gnuplot ER NX Y --time-series --with-lines
gnuplot ER --time-series --with-lines
gnuplot Y --time-series --with-lines
coint 12 NX ER --test-down=BIC --ct
coint 12 NX ER --test-down=BIC
diff ER NX
# модель 3
ols NX 0 ER --robust
series uhat3 = $uhat
lags 1 ; uhat3
# модель 4
ols d_NX 0 d_ER uhat3(-1) --robust
diff Y
# модель 5
ols d_NX 0 d_ER uhat3(-1) d_Y --robust
# модель 6
ols NX 0 Y(0 to -3) NX(-1 to -3) --robust
omit Y Y_1 Y_2 Y_3
# модель 8
ols Y 0 NX(0 to -3) Y(-1 to -3) --robust
omit NX NX_1 NX_2 NX_3
# модель 10
ols NX 0 ER(0 to -3) NX(-1 to -3) --robust
omit ER ER_1 ER_2 ER_3
# модель 12
ols ER 0 NX(0 to -3) ER(-1 to -3) --robust
omit NX NX_1 NX_2 NX_3
```