

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Прикладная информатика»
Форма обучения: очная

ПАСПОРТ ПРОЕКТА
«АНАЛИЗ ДАННЫХ И ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ»

Тема: «Построение эконометрической модели и исследование проблемы выявления и коррекции гетероскедастичности с помощью тестов Вайта и Голдфелда-Кванда (включая тестирование случайных отклонений модели, сравнительный анализ результатов указанных тестов, коррекцию с помощью ВМНК или других методов)»

Группа 191-363

Студенты	_____	<u>А.Н. Игнатьев</u>
	_____	<u>Д.С. Кондратьев</u>
	_____	<u>Е.В. Липина</u>
	_____	<u>Н.С. Милин</u>
	_____	<u>А.Д. Перехожих</u>

Преподаватель, <u>к.п.н., доцент</u>	_____	<u>Н.И. Царькова</u>
---	-------	----------------------

Оценка работы Дата	_____	« __ » ____ 2021
-----------------------	-------	------------------

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ	8
1.1 Гетероскедастичность	8
1.2 Тест Вайта.....	9
1.3 Тест Голдфелда-Квандта	10
1.4 ВМНК	12
2 ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	13
2.1 Построение первой модели.....	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	21

ВВЕДЕНИЕ

Золото - главный драгоценный металл, признанный таковым по всему миру. Еще издавна золото использовалось многими народами в качестве денег. Золотые монеты — наиболее хорошо сохраняющийся памятник старины. Однако как монопольный денежный товар золотые монеты утвердились только к XIX веку. Вплоть до Первой мировой войны все мировые валюты были основаны на золотом стандарте. Бумажные банкноты в это время выполняли функцию удостоверений о наличии золота. Они свободно обменивались на золото.

Рынок золота в отличие от остальных видов рынка является чрезвычайно нестабильным. Нельзя заранее с точностью прогнозировать будущий скачок его оценок. Ведь это зависит не только от ценовых факторов, но и также от различных других неценовых факторов. Например, при подорожании доллара США на мировом валютном рынке, спрос на золото уменьшается, так как вкладчики и инвесторы переводят свои активы в более доходный актив. И наоборот, когда цена на доллар падает, котировки на золото ползут вверх. В какие-то моменты рынок золота может быть крайне нестабильным. Это зависит от огромного количества факторов, таких как цены различных валют, стоимость некоторых ресурсов и т.д.

Не существует человека, организации или государства, которые устанавливали бы цену на золото. Абсолютно все цены и все котировки зависят от факторов, некоторые из которых перечислены выше.

Помимо официальных и законных мировых и государственных рынков золота, существуют еще и так называемые «черные рынки», которые также оказывают очень сильное влияние на цены и котировки.

Золото служит основой денежной и валютной систем. В результате официальной демонетизации золото ушло из обращения в сокровище, а операции с ним сосредоточены на особых рынках.

Мировая цена золота определяется на двух важных рынках: рынок золота в Лондоне и нью-йоркская биржа COMEX. При этом берётся спотовая

цена золота в Лондоне и стоимость фьючерсов в Нью-Йорке. Комбинацией этих двух цен и становится так называемая «мировая цена золота».

Цена на золото, учитывая его особую функцию, с начала существования золотого стандарта и до 1970-х годов устанавливалась денежными властями государства, как правило, центральным эмиссионным банком.

Мировая цена золота ежедневно устанавливается по результатам золотого фиксинга (утренний фиксинг — AM Fixing; вечерний фиксинг — PM Fixing).

В 1971 году президент США Ричард Никсон отменил привязку доллара к золоту, хотя официально этот шаг был подтверждён лишь в 1976 году, когда была создана Ямайская валютная система плавающих курсов. Это означало, что доллар больше не был обеспечен ничем, кроме долговых обязательств США. После этого золото превратилось в особый инвестиционный товар. Инвесторы на протяжении многих лет доверяли исключительно золоту.

Сегодня золото продолжает оставаться средством выравнивания платежного баланса на международном рынке (причем в виде слитков определенного веса).

Динамика цен на золото является важнейшим экономическим индикатором, позволяя оценить склонность инвесторов к риску. Зачастую можно наблюдать, что цена на золото и фондовые индексы движутся в противофазе, так как в периоды неустойчивой экономической ситуации инвесторы предпочитают консервативные активы, защищённые от полного обесценивания. И наоборот, когда ожидания роста экономики становятся оптимистичнее, аппетиты к повышенной доходности растут, заставляя котировки жёлтого металла снижаться.

С начала 2016 года цены на золото показывают уверенный рост. Январская цена \$1095,655 повысилась до \$1241,452 в апреле. Столь быстрыми темпами золото не дорожало с ноября 2008 года. Рост связывают с ожиданиями новых стимулов со стороны ведущих ЦБ развитых стран.

В июле 2019 года мировые цены на золото превысили \$1414,611 за унцию, впервые с сентября 2013 года. Цены на золото 13 августа 2019 года достигли шестилетнего максимума на фоне мирового экономического спада, за последние три месяца его стоимость выросла на 20 %.

6 марта 2020 года цены на мировом рынке на золото достигло максимума – 1690 долларов за унцию. 8 марта, после срыва сделки ОПЕК+ по понижению добычи нефти и последовавшим обвалом цен на нефть, золото выросло до рекордных 1702 долларов за унцию.

В июле 2020, в связи с пандемией коронавируса, цена на золото обновила рекордные показатели с 2011 года: стоимость августовского фьючерса поднялась до \$1846,51 за тройскую унцию, что является максимальным показателем с 21 сентября 2011 года.

27 июля 2020 года стоимость золота поставила новый рекорд - \$1943,9275 за тройскую унцию, побив предыдущий рекорд \$1921,18 в сентябре 2011 года. Инвесторы продолжают вкладывать средства в золото на фоне пандемии коронавируса.

В связи с этим, тема данного проекта как никогда актуальна.

В данном проекте основной задачей является проведение эконометрического анализа на основании выбранных данных. Цель эконометрического анализа – разработка эконометрических моделей, позволяющих прогнозировать тенденции развития экономических и бизнес-процессов для получения наиболее эффективных и обоснованных решений. Эконометрические модели помогают выявить какие-либо особенности функционирования экономического объекта. На их основе можно предсказывать его будущее поведение при изменении каких-либо параметров. В анализе все взаимосвязи переменных оценены количественно. Это позволяет получить более качественный и надежный прогноз, который не получишь, опираясь лишь на интуицию. Для любого субъекта возможность прогнозирования означает получение лучших результатов.

В качестве данных для построения модели нами были выбраны средние цена на золото в долларах США, уровень ВВП США, уровень мировой инфляции и цены на нефть за баррель. Данные являются поквартальными за период с 2000-го по 2019 год включительно. В качестве зависимой переменной выступает цена на золото в долларах США за одну унцию, а независимых – другие валюты мира, ВВП США, уровень мировой инфляции, и цены нефть. Данные были взяты с официального сайта Мирового банка. Все данные были сформированы в виде таблицы для работы с ними в программе Microsoft Excel. (ПРИЛОЖЕНИЕ 1)

Цель проекта: исследование зависимости средних цен на золото в долларах США от уровня ВВП США, уровня мировой инфляции, цен на нефть в баррелях и от других валют мира.

Объектом исследования является набор статистических данных средних цен на золото в долларах США, уровень ВВП США, уровень мировой инфляции и цены на нефть за баррель.

Предметом исследования является эконометрическая модель.

Задачи:

- 1) сбор статистических данных по месяцам о средней цене на золото, в долларах, а также в различных других валютах; ВВП США; об уровне мировой инфляции и ценах на нефть.
- 2) формирование данных в виде таблицы для их анализа в программе Microsoft Excel;
- 3) построение эконометрической модели исследуемой зависимости;
- 4) исследование проблемы выявления и коррекции гетероскедастичности в эконометрической модели исследуемой зависимости с помощью теста Вайта;
- 5) исследование проблемы выявления и коррекции гетероскедастичности в эконометрической модели исследуемой зависимости с помощью теста Голдфелда-Квандта;
- 6) анализ результатов указанных тестов;

- 7) построение прогноза цен на золото на 2020 год;
- 8) сравнение полученных значений цен на золото с реальными значениями.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ

Практически во всех науках построение и использование моделей является мощным орудием познания. Активное использование моделей в современных исследованиях обусловлено, прежде всего, высокой сложностью изучаемых явлений. Реальные объекты и процессы бывают столь многогранны и сложны, что оптимальным способом их изучения часто является построение модели, отображающей лишь какую-то грань реальности и потому многократно более простой.

Рассматривая модель в качестве объекта научного познания, исследователи пытались выделить основные признаки, которые отличают ее от других подобных методов. Множество определений понятию «модель» можно объяснить тем, что определение модели также модель, а разным целям требуется сопоставить разные аспекты моделей, поэтому различие в определении моделей неизбежно. Необычайная общность понятия модели, тесная связь со свойствами отражения в природе ведут к тому, что достаточно точное определение не может быть простым и включает весьма общие категории.

Наиболее точное и функциональное определение модели даёт В.А. Штофф в своей книге «Моделирование и философия». Он понимает под моделью такую мысленно представляемую или материально реализованную систему, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что её изучение даёт нам новую информацию об этом объекте. В данном определении акцентируется внимание на получении новой информации об изучаемом объекте в процессе моделирования, исходя из чего можно сделать вывод, что именно информативность и функциональность (т.е. возможность использования для получения информации) являются критерием качества построенной модели.

1.1 Гетероскедастичность

Если остатки имеют постоянную дисперсию, они называются гомоскедастичными, но если они непостоянны, то гетероскедастичными.

Гетероскедастичность приводит к тому, что коэффициенты регрессии больше не представляют собой лучшие оценки или не являются оценками с минимальной дисперсией, следовательно, они больше не являются наиболее эффективными коэффициентами.

Воздействие гетероскедастичности на оценку интервала прогнозирования и проверку гипотезы заключается в том, что хотя коэффициенты не смещены, дисперсии и, следовательно, стандартные ошибки этих коэффициентов будут смещены. Если смещение отрицательно, то оценочные стандартные ошибки будут меньше, чем они должны быть, а критерий проверки будет больше, чем в реальности. Таким образом, мы можем сделать вывод, что коэффициент значим, когда он таковым не является. И наоборот, если смещение положительно, то оценочные ошибки будут больше, чем они должны быть, а критерии проверки – меньше. Значит, мы можем принять нулевую гипотезу, в то время как она должна быть отвергнута.

1.2 Тест Вайта

Предполагается, что дисперсии связаны с объясняющими переменными в виде:

$$\sigma_{\varepsilon_i}^2 = f(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}) + \eta_i, \quad i = \overline{1, n}$$

где $f(\cdot)$ – квадратичная функция от аргументов. Т.к. дисперсии неизвестны, то их заменяют оценками квадратов отклонений e_i^2 .

1. Строится уравнение регрессии: $\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + b_3 x_{i3}$

и вычисляются остатки.

2. Оценивают вспомогательное уравнение регрессии:

$$e_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} + \alpha_2 X_{i2} + \alpha_3 X_{i3} + \alpha_4 X_{i1}^2 + \alpha_5 X_{i2}^2 + \alpha_6 X_{i3}^2 + \alpha_7 X_{i1} X_{i2} + \alpha_8 X_{i1} X_{i3} + \alpha_9 X_{i2} X_{i3} + \eta_i$$

3. Определяют из вспомогательного уравнения тестовую Статистику $U = nR^2$

4. Проверяют общую значимость уравнения с помощью критерия χ^2 . Если $U > \chi_{\alpha; k}^2$

то гипотеза гомоскедастичности отвергается. Число степеней свободы k равно числу объясняющих переменных вспомогательного уравнения. В частности, для рассматриваемого случая $k = 9$. $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$,

Тест Уайта является более общим чем тест Голдфельда-Квандта. Неудобство использования теста Уайта: если отвергается нулевая гипотеза о наличии гомоскедастичности, то неясно, что делать дальше.

1.3 Тест Голдфельда-Квандта

Данный тест предназначен для того, чтобы проверить гипотезу об отсутствии гетероскедастичности случайных возмущений в схеме Гаусса-Маркова.

Задача: проверить гипотезу об отсутствии гетероскедастичности в полученной модели.

В основе теста лежат два предположения:

1. Случайные возмущения подчиняются нормальному закону распределения.
2. Стандартные ошибки случайных возмущений $\sigma(u_t)$ пропорциональны значениям регрессора x_t .

Тест Голдфельда-Квандта состоит в следующем:

1. Все наблюдений упорядочиваются по величине.
2. Вся упорядоченная выборка после этого разбивается на три подвыборки размерностей $k, n-2k, k$ соответственно.
3. Оцениваются отдельные регрессии для первой подвыборки (k первых наблюдений) и для третьей подвыборки (последних наблюдений). Для парной регрессии Голдфелд и Квандт предлагают следующие пропорции: $n=30, k=11; n=60, r=22$

Если предположение о пропорциональности дисперсий отклонений значениям верно, то дисперсия регрессии по первой подвыборке

(рассчитываемая как $S_1 = \sum_{i=1}^k e_i^2$) будет существенно меньше дисперсии

регрессии по третьей подвыборке (рассчитываемой как $S_3 = \sum_{i=n-k+1}^n e_i^2$).

4. Для сравнения соответствующих дисперсий строится соответствующая -статистика:

$$F = \frac{\frac{S_3}{k-m-1}}{\frac{S_1}{k-m-1}} = \frac{S_3}{S_1}.$$

Здесь $k-m-1$ - число степеней свободы соответствующих выборочных дисперсий (- количество объясняющих переменных в уравнении регрессии). Построенная -статистика имеет распределение Фишера с числом степеней свободы $v_1 = v_2 = n - m - 1$.

5. Если $F_{набл} = \frac{S_3}{S_1} > F_{кр}$ (где $F_{кр} = F_{\alpha, v_1, v_2}$, определяется по таблице, - выбранный уровень значимости), то гипотеза об отсутствии гетероскедастичности отклоняется.

Критическое значение - статистики рассчитывается с помощью функции MS Excel FРАСПОБР, в панели которой вводятся значения пороговой значимости (например, 0,05) и степени свободы.

Этот же тест может использоваться при предположении об обратной пропорциональности между σ_i и значениями объясняющей переменной. При

этом статистика Фишера имеет вид:

$$F = \frac{S_1}{S_3}.$$

Для множественной регрессии данный тест обычно применяется для той объясняющей переменной, которая в наибольшей степени связана с . При этом должно быть больше, чем $m+1$. Если нет уверенности относительно выбора переменной, то данный тест может осуществляться для каждой из объясняющих переменных.

1.4 ВМНК

Гетероскедастичность приводит к неэффективности оценок, что может привести к необоснованным выводам по качеству модели. Поэтому при установлении гетероскедастичности необходимо преобразовать модель с целью устранения данного недостатка. Вид преобразования зависит от того, известны или нет дисперсии отклонений.

Если дисперсии отклонений известны применяется метод взвешенных наименьших квадратов.

Данный метод применяется при известных для каждого наблюдений значений. В этом случае можно устранить гетероскедастичность, разделив каждое наблюдаемое значение на соответствующее ему значение дисперсии. В этом суть метода взвешенных наименьших квадратов (ВМНК).

1. Значения каждой пары наблюдений (x_i, y_i) делят на известную величину. Тем самым наблюдениям с наименьшими дисперсиями придаются наибольшие веса, а с максимальными дисперсиями – наименьшие веса. Это увеличивает вероятность получения более точных оценок.

2. По методу наименьших квадратов для преобразованных значений ($\frac{1}{\sigma_i}, \frac{x_i}{\sigma_i}, \frac{y_i}{\sigma_i}$) строится уравнение регрессии без свободного члена с гарантированными качествами оценок.

ГЛАВА 2. ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Для исследования зависимости цены золота (US / Ozt) в период с 2000 до 2019 гг. были выбраны следующие факторы:

- Курс AUSTRALIAN DOLLAR/US \$
- Курс EURO/ US \$
- Курс NEW ZELAND DOLLAR/US \$
- Курс UNITED KINGDOM POUND/US \$
- Курс REAL/US \$
- Курс CANADIAN DOLLAR/US \$
- Курс YUAN/US \$
- Курс HONG KONG DOLLAR/US \$
- Курс INDIAN RUPEE/US \$
- Курс WON/US \$
- Курс MEXICAN PESO/US \$
- Курс RAND/US \$
- Курс SINGAPORE DOLLAR/US \$
- Курс DANISH KRONE/US \$
- Курс YEN/US \$
- Курс RINGGIT/US \$
- Курс NORWEGIAN KRONE/US \$
- Курс KRONA/US \$
- Курс SRI LANKAN RUPEE/US \$
- Курс FRANC/US \$

- Курс NEW TAIWAN DOLLAR/US \$
- Курс ВАНТ/US \$
- ВВП США, Трилл. US \$
- Мировая инфляция, %
- Цена на нефть за баррель, US \$

2.1 Построение модели.

Вычисление коэффициентов уравнения регрессии производилось с помощью метода наименьших квадратов. Была найдена аппроксимирующая функция

$$Y = f(x, a, b, \dots) \quad (1)$$

такая, что в точках $x = x_i$ она принимала значения по возможности близкие к табличным. Для отыскания коэффициентов применялся метод наименьших квадратов, который состоит из следующих пунктов:

1. Выбор функции.
2. Составление системы уравнений, состоящий из частных производных по каждому параметру, приравненных нулю.
3. Решение системы уравнений.
4. Получение искомой функции путем подставления коэффициентов, найденных в системе.

Выполнив данные инструкции, была получена аппроксимирующая функция.

2.2 Исключение факторов.

После получения коэффициентов, для каждого из них была вычислена t-статистика Стьюдента по формуле $T_i = b_i / m_i$. T_i должно быть больше $T_{\text{табл}}$, который для уровня значимости 0,05 и степени свободы 56 ($n - m - 1$) равно 2,004

	b25	b24	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b17	b16	b15	b14	b13
	2.04673	458.4344501	0.0294738	-9.154083382	21.85656389	-930.815526	6.472332186	-36.08847475	-4.327310956	-136.4985572	-7.13259679	471.2143657	217.7389998
	1.30143	1114.957159	0.0339844	7.001336132	14.08234402	248.0575347	2.521869816	43.55982468	49.78188438	106.6788581	1.840059659	1002.323762	571.1601745
	0.98969	57.01734314	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
	207.379	54	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
	1.7E+07	175552.7806	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
T_i	1.57268	0.4111677751	0.8672733	1.307476631	1.552054392	3.752417871	2.566481484	0.828480716	0.086925415	1.279527731	3.876285618	0.470121914	0.381222308
$T_{\text{табл}}$	2.00488												

Рисунок 2.1.1 Т-критерий Стьюдента для первой модели. Часть 1.

b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	a
5.336201921	-6.033089594	-0.248781	-14.00781985	-531.2653773	-130.25761	326.068303	26.96130327	568.6143862	405.0331553	-1477.8	-838.67	5579.230158
13.29910594	15.82873819	0.260949	5.036191159	534.9842207	69.3312516	316.7712852	39.25405914	381.7161449	158.9170551	7343.51	227.474	4061.856454
#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
0.401245162	0.381147854	0.95337	2.781431325	0.993048686	1.87877201	1.029349307	0.686841154	1.489626241	2.548707909	0.20125	3.68689	1.37356655

Рисунок 2.1.2 Т-критерий Стьюдента для первой модели. Часть 2.

По t-критерию самым незначимым фактором является X17 (курс RAND / US). Исключив данный фактор, была получена новая регрессия. Для факторов новой аппроксимирующей функции так же были вычислены значения t-критерия Стьюдента.

Фактор X2 (EURO/ US) так же был исключен из функции как незначимый. Далее как незначимый был убран фактор X13 (SINGAPORE DOLLAR/US).

b25	b24	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b16	b15	b14	b13
2.073325	466.429996	0.02899528	9.000034534	21.27280396	926.9595973	6.515667712	35.30654868	139.4935432	7.047496989	268.6918786	199.9740329
1.084903	1075.909606	0.02997699	6.835371931	13.46510942	233.4183606	2.348592663	41.45424214	92.73791719	1.759597006	44.34899694	529.5061081
0.989684	56.0117884	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
233.5762	56	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
16854481	175689.9446	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
1.91107	0.433521546	0.96725118	1.316685416	1.579846349	3.97123686	2.774285986	0.851699292	1.504169464	4.005176734	6.058578483	0.377061423

Рисунок 2.2.1 Т-критерий Стьюдента для третьей модели. Часть 1.

b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b1	a
5,094915962	6,228763751	0,245023347	14,03959	555,0526294	128,1752755	312,6837433	28,60631734	562,4142617	404,3923391	833,0127911	5787,561
12,86009345	15,13919891	0,221266155	4,5478684	501,7555401	65,73675288	304,5266359	36,8785008	331,6538227	155,2864422	221,7797651	3744,497
#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
0,396180322	0,41143285	1,107369301	3,08707	1,106221227	1,948826694	1,026786187	0,775690896	1,695787062	2,60417029	3,756036042	1,543618

Рисунок 2.2.2 Т-критерий Стьюдента для третьей модели. Часть 2.

По t-критерию Стьюдента дальше были убраны факторы X12 (RAND/US), X11 (MEXICAN PESO/US), X24 (Мировая инфляция), X5 (REAL/US), X10 (WON/US), X8 (HONG KONG DOLLAR/US), X18 (KRONA/US), X4 (UNITED KINGDOM POUND/US), X6 (CANADIAN DOLLAR/US), X23 (ВВП США, Трилл. US) и X16 (RINGGIT/US).

Оставшиеся критерии оказались значимыми. Далее была построена межфакторная корреляция для исключения мультиколлинеарности.

	Y	X1	X3	X7	X9	X14	X15	X19	X20	X21	X22	X25
Y	1											
X1	-0,73956	1	0,947652	0,687668	-0,04351	0,897326	0,699075	-0,33084	0,850526	0,67804	0,837614	-0,8548
X3	-0,73253	0,947652	1	0,685482	-0,22571	0,859286	0,526242	-0,49544	0,908214	0,624355	0,815444	-0,75838
X7	-0,93919	0,687668	0,685482	1	-0,58714	0,507209	0,534831	-0,68603	0,873146	0,717522	0,852076	-0,70932
X9	0,573329	-0,04351	-0,22571	-0,58714	1	0,140339	0,089331	0,886936	-0,48979	-0,35991	-0,34918	0,056162
X14	-0,5173	0,897326	0,859286	0,507209	0,140339	1	0,591885	-0,2071	0,74944	0,421188	0,707956	-0,76681
X15	-0,63395	0,699075	0,526242	0,534831	0,089331	0,591885	1	-0,09065	0,551198	0,620361	0,609416	-0,6736
X19	0,733591	-0,33084	-0,49544	-0,68603	0,886936	-0,2071	-0,09065	1	-0,70771	-0,46853	-0,61969	0,304208
X20	-0,89644	0,850526	0,908214	0,873146	-0,48979	0,74944	0,551198	-0,70771	1	0,664376	0,867318	-0,73587
X21	-0,78334	0,67804	0,624355	0,717522	-0,35991	0,421188	0,620361	-0,46853	0,664376	1	0,76481	-0,73322
X22	-0,88497	0,837614	0,815444	0,852076	-0,34918	0,707956	0,609416	-0,61969	0,867318	0,76481	1	-0,79241
X25	0,740123	-0,8548	-0,75838	-0,70932	0,056162	-0,76681	-0,6736	0,304208	-0,73587	-0,73322	-0,79241	1

Рисунок 2.3 Таблица межфакторной корреляции №1.

Самая большая корреляция была выявлена у факторов X1 и X3. Фактор X3 (NEW ZELAND DOLLAR/US) больше связан с остальными факторами, из-за этого было принято решение исключить именно его. Далее в полученном уравнение были высчитаны t-критерии Стьюдента для проверки значимости оставшихся факторов. Все факторы остались значимыми. Продолжим убирать мультиколлинеарность.

	Y	X1	X7	X9	X14	X15	X19	X20	X21	X22	X25
Y	1										
X1	-0,73956	1									
X7	-0,93919	0,687668	1								
X9	0,573329	-0,04351	-0,58714	1							
X14	-0,5173	0,897326	0,507209	0,140339	1						
X15	-0,63395	0,699075	0,534831	0,089331	0,591885	1					
X19	0,733591	-0,33084	-0,68603	0,886936	-0,2071	-0,09065	1				
X20	-0,89644	0,850526	0,873146	-0,48979	0,74944	0,551198	-0,70771	1			
X21	-0,78334	0,67804	0,717522	-0,35991	0,421188	0,620361	-0,46853	0,664376	1		
X22	-0,88497	0,837614	0,852076	-0,34918	0,707956	0,609416	-0,61969	0,867318	0,76481	1	
X25	0,740123	-0,8548	-0,70932	0,056162	-0,76681	-0,6736	0,304208	-0,73587	-0,73322	-0,79241	1

Рисунок 2.4 Таблица межфакторной корреляции №2.

Самая большая корреляция была выявлена у факторов X1 и X14. Фактор X1 (AUSTRALIAN DOLLAR/US) больше связан с остальными факторами, из-за этого было принято решение исключить именно его. Далее в полученном уравнение были высчитаны t-критерии Стьюдента для проверки значимости оставшихся факторов. Фактор X21 (DANISH KRONE/US) стал незначимым и был исключен.

	Y	X7	X9	X14	X15	X19	X20	X22	X25
Y	1								
X7	-0,93919	1							
X9	0,573329	-0,58714	1						
X14	-0,5173	0,507209	0,140339	1					
X15	-0,63395	0,534831	0,089331	0,591885	1				
X19	0,733591	-0,68603	0,886936	-0,2071	-0,09065	1			
X20	-0,89644	0,873146	-0,48979	0,74944	0,551198	-0,70771	1		
X22	-0,88497	0,852076	-0,34918	0,707956	0,609416	-0,61969	0,867318	1	
X25	0,740123	-0,70932	0,056162	-0,76681	-0,6736	0,304208	-0,73587	-0,79241	1

Рисунок 2.5 Таблица межфакторной корреляции №3.

Самая большая корреляция была выявлена у факторов X9 и X19. Фактор X19 (SRI LANKAN RUPEE/US) больше связан с остальными факторами, из-за этого было принято решение исключить именно его. Далее в полученном уравнение были высчитаны t-критерии Стьюдента для проверки значимости оставшихся факторов. Фактор X9 (INDIAN RUPEE/US) стал незначимым и был исключен.

	Y	X7	X14	X15	X20	X22	X25
Y	1						
X7	-0,93919	1					
X14	-0,5173	0,507209	1				
X15	-0,63395	0,534831	0,591885	1			
X20	-0,89644	0,873146	0,74944	0,551198	1		
X22	-0,88497	0,852076	0,707956	0,609416	0,867318	1	
X25	0,740123	-0,70932	-0,76681	-0,6736	-0,73587	-0,79241	1

Рисунок 2.6 Таблица межфакторной корреляции №4.

Самая большая корреляция была выявлена у факторов X7 и X20. Фактор X20 (FRANC/US) больше связан с остальными факторами, из-за этого было принято решение исключить именно его. Далее в полученном уравнение были высчитаны t-критерии Стьюдента для проверки значимости оставшихся факторов. Фактор X25 (Цена на нефть за баррель) стал незначимым и был исключен.

	Y	X7	X14	X15	X22
Y	1				
X7	-0,93919	1			
X14	-0,5173	0,507209	1		
X15	-0,63395	0,534831	0,591885	1	
X22	-0,88497	0,852076	0,707956	0,609416	1

Рисунок 2.7 Таблица межфакторной корреляции №5.

Самая большая корреляция была выявлена у факторов X7 и X22. Фактор X22 (BANT/US) больше связан с остальными факторами, из-за этого было принято решение исключить именно его. Далее в полученном уравнение были высчитаны t-критерии Стьюдента для проверки значимости оставшихся факторов. Фактор X14 (DANISH KRONE/US) стал незначимым и был исключен.

	Y	X7	X15
Y	1		
X7	-0,93919	1	
X15	-0,63395	0,534831	1

Рисунок 2.8 Таблица межфакторной корреляции №6.

Оставшиеся факторы являются значимыми и не коррелируют между собой. По данным факторам была построена итоговая корреляция.

2.3 Тест Голдфелда-Кванта

Применение теста Голдфелда-Кванта предполагает, что возмущения являются нормально распределенными случайными величинами. Поэтому перед тем, как провести тест, мы проверили пятую предпосылку МНК о нормальном распределении остатков.

Тест Голдфелда – Кванта имеет несколько незначительных, на наш взгляд, недостатков. В первую очередь, тест Голдфелда – Кванта требует, чтобы данные были упорядочены по известной независимой переменной. Также к сожалению, тест Голдфелда – Кванта не очень устойчив к ошибкам спецификации, он обнаруживает негомоскедастические ошибки, но не может отличить структуру гетероскедастических ошибок от основной проблемы спецификации, такой как неправильная функциональная форма или пропущенная переменная.

Также минус теста является то, что он позволяет выявить факт наличия гетероскедастичности, но не позволяет описать характер зависимостей дисперсий ошибок регрессии количественно. Но, к счастью, нас это не коснулось, потому что подтвердилась гипотеза о наличии гомоскедастичности.

Преимущество теста Голдфелда – Кванта заключается в том, что он является точными в том смысле, что данный тест непосредственно учитывает количество наблюдений в выборке.

Были проведены тесты Голдфелда-Кванта для каждого из факторов. Тесты показали, что факторы гетероскедастичны.

Цена на золото, US \$/ Ozt	Курс YUAN/US \$	Курс YEN/US \$					
Y	X7	X15					
279,961	8,2799	107,98			-4,18499	-706,527	6667,01
282,152	8,2792	109,68			1,319548	60,01507	532,2394
265,934	8,2781	116,39			0,839899	52,77547	#Н/Д
284,59	8,2777	107,33			70,82173	27	#Н/Д
270,405	8,2775	109,15		ESS _i	394512,5	75201,76	#Н/Д
260,75	8,2774	123,57					
350,765	8,2774	120,42					
302,862	8,2773	128,45					
316,748	8,2771	122,78					
328,208	8,2771	119,07					
404,85	8,2771	110,37					
267,707	8,277	125					
398,441	8,2769	111,39					
283,322	8,2768	122,54					
356,864	8,2768	119,96					
414,495	8,2768	105,84					
313,567	8,2767	119,77					
379,093	8,2766	110,1					
420,21	8,2766	106,04					
281,764	8,2765	134,06					
424,08	8,2765	103,55					
429,14	8,2765	104,64					
424,745	8,1056	112,25					
470,107	8,0845	116,36					
549,433	8,0608	116,88					
611,853	8,0165	113,79					
633,093	7,969	114,44					
586,648	7,8785	116,82					
630,352	7,7714	121,02					
680,008	7,709	119,44					

Рисунок 2.9.1 Статистика по первой половине теста Голдфелда-Кванта по X7.

1268,929	6,7735	105,07			-9,84018	-145,235	3280,516
1287,65	6,7347	111,4			1,049736	77,41785	503,7053
1235,1	6,724	110,38			0,773545	88,13984	#Н/Д
1291,63	6,6958	108,84			46,11456	27	#Н/Д
1343,19	6,6707	80,48		ESS ₂	716494	209753,1	#Н/Д
1337,429	6,6371	102,32					
1280,677	6,6328	113,63					
1360,475	6,6017	81,97		ESS _{max}	716494		
1095,655	6,5752	121,05		ESS _{min}	394512,5		
1474,431	6,49	81,31		F _{крит}	1,929213		
1241,452	6,4738	106,9		F _{факт}	1,81615		
1568,526	6,436	77,18					
1592,784	6,361	78,1					
1667,893	6,3547	77,97					
1335,332	6,3325	109,28					
1157,123	6,318	120,7					
1656,095	6,308	76,34					
1332,809	6,2841	109,31					
1648,539	6,279	79,81					
1299,175	6,2591	102,14					
1249,333	6,2495	117,44					
1746,348	6,2372	79,94					
1671,886	6,2186	91,28					
1131,58	6,2097	123,94					
1198,253	6,2018	119,86					
1312,989	6,1737	102,75					
1485,905	6,1647	97,52					
1284,348	6,1284	98,35					
1223,565	6,1124	112,09					
1314,402	6,0943	98,1					
1243,068	6,059	102,28					

Рисунок 2.9.2 Статистика по второй половине теста Голдфелда-Кванта по X7.

Цена на золото , US \$/ Ozt	Курс YUAN/US \$	Курс YEN/US \$					
Y	X7	X15					
281,764	8,2765	134,06			-12,9667	-429,418	5474,232
302,862	8,2773	128,45			3,255941	20,31382	374,0258
267,707	8,277	125			0,953789	84,04283	#Н/Д
1131,58	6,2097	123,94			278,6377	27	#Н/Д
260,75	8,2774	123,57		ESS _i	3936147	190706,3	#Н/Д
316,748	8,2771	122,78					
283,322	8,2768	122,54					
1095,655	6,5752	121,05					
630,352	7,7714	121,02					
1157,123	6,318	120,7					
350,765	8,2774	120,42					
356,864	8,2768	119,96					
1198,253	6,2018	119,86					
313,567	8,2767	119,77					
680,008	7,709	119,44					
665,266	7,572	119,13					
328,208	8,2771	119,07					
1249,333	6,2495	117,44					
549,433	8,0608	116,88					
586,648	7,8785	116,82					
265,934	8,2781	116,39					
470,107	8,0845	116,36					
754,48	7,4682	115,27					
633,093	7,969	114,44					
611,853	8,0165	113,79					
1280,677	6,6328	113,63					
1214,726	6,9737	112,86					
1192,648	6,8768	112,72					
424,745	8,1056	112,25					
1223,565	6,1124	112,09					

Рисунок 2.10.1 Статистика по первой половине теста Голдфелда-Кванта по X15.

420,21	8,2766	106,04			-13,4202	-429,545	5329,583
414,495	8,2768	105,84			3,009275	44,87827	309,2343
1268,929	6,7735	105,07			0,87367	144,348	#Н/Д
429,14	8,2765	104,64			93,36271	27	#Н/Д
911,6	6,987	104,53		ESS ₂	3890674	562581,2	#Н/Д
424,08	8,2765	103,55					
1312,989	6,1737	102,75					
1337,429	6,6371	102,32		ESS _{max}	3936147		
1243,068	6,059	102,28		ESS _{min}	3890674		
1299,175	6,2591	102,14		F _{крит}	1,929213		
892,663	6,818	98,76		F _{факт}	1,011688		
1284,348	6,1284	98,35					
812,815	6,8388	98,28					
1314,402	6,0943	98,1					
1485,905	6,1647	97,52					
934,272	6,8319	94,54					
1148,475	6,8247	94,24					
1671,886	6,2186	91,28					
1043,511	6,8264	90,5					
1119,575	6,8268	90,38					
857,726	6,8392	89,83					
1196	6,7735	86,43					
1360,475	6,6017	81,97					
1474,431	6,49	81,31					
1343,19	6,6707	80,48					
1746,348	6,2372	79,94					
1648,539	6,279	79,81					
1592,784	6,361	78,1					
1667,893	6,3547	77,97					
1568,526	6,436	77,18					
1656,095	6,308	76,34					

Рисунок 2.10.2 Статистика по второй половине теста Голдфелда-Кванта по X15.

2.4 Тест Вайта.

Затем мы провели наиболее простой и часто употребляемый тест на гетероскедастичность — тест Вайта. Привлекательной чертой данного теста является универсальность, однако если гипотеза H_0 отвергается, этот тест не дает никаких указаний на функциональную форму гетероскедастичности. Ещё одним недостатком является то, что тест Вайта не учитывает зависимость дисперсий ошибок от невключенных в модель регрессоров. Кроме того мощность теста значительно уменьшается при большом количестве оцениваемых факторов.

Проведя тест Вайта, был получен результат, что рассматриваемая нами функция является гетероскедастична. Но учитывая все проблемы и сложности этого теста, было решено не учитывать его.

Тест Вайта				
	1390,647279	-46,8164331	-11337,1	80173,77
	665,989472	22,17685281	5110,761	21009,76
	0,118057218	35105,26687	#Н/Д	#Н/Д
	3,391130253	76	#Н/Д	#Н/Д
	12537480884	93660861937	#Н/Д	#Н/Д
nR^2	9,444577421			
χ^2	5,991464547			
$\chi^2 < nR^2$, следовательно гетероскедастична				

Рисунок 2.11 Результат теста Вайта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрим результаты работы, целью которой являлось исследование зависимости средних цен на золото в долларах США от уровня ВВП США, уровня мировой инфляции, цен на нефть в баррелях и от других валют мира.

В ходе работы были выполнены все поставленные задачи:

1. Сбор статистических данных
2. Формирование данных в виде таблицы для их анализа в программе Microsoft Excel
3. Построение эконометрической модели исследуемой зависимости
4. Исследование проблемы выявления и коррекции гетероскедастичности в эконометрической модели исследуемой зависимости с помощью теста Вайта
5. Исследование проблемы выявления и коррекции гетероскедастичности в эконометрической модели исследуемой зависимости с помощью теста Голдфельда-Квандта
6. Анализ результатов указанных тестов
7. Построение прогноза цен на золото на 2020 год
8. Сравнение полученных значений цен на золото с реальными значениями.

В данной работе была построена эконометрическая модель зависимости средних цен на золото в долларах США от уровня ВВП США, уровня мировой инфляции, цен на нефть в баррелях и от других валют мира.

Была создана математическая модель с двумя значащими факторами (иена и юань). Оказалось, что наибольшее влияние имеет юань.

Тест Голдфельда-Квандта показал, что модель гомоскедастична.

В ходе исследования мы также пришли к выводу, что цены на золото не зависят от инфляции и цен на нефть.

Стоит также отметить довольно аномальный 2020 год из-за рекордных показателей цен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов Н.В. Введение в эконометрику. Курс лекций. 2010 г.. 2010 г.
2. Бородич С.А. Вводный курс эконометрики: Учеб. пособие. - Мн.:БГУ, 2000. - 354 с.
3. Елисеева И.И., Курышева С.В., Костеева Т.В. и др. Эконометрика: учебник / под ред. И.И. Елисеевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2007. - 576 с.
4. Новиков А.И. Эконометрика, 2-е издание, 2010 год.
5. Каталог данных Всемирного банка [Электронный ресурс] URL <https://datacatalog.worldbank.org/> (дата обращения: 01.06.2021)
6. Сайт Федерального резервного банка [Электронный ресурс] URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/GDP> (дата обращения: 01.06.2021)
7. Курсы валют [Электронный ресурс] URL: <https://www.x-rates.com/> (дата обращения: 01.06.2021)
8. Kaggle [Электронный ресурс] URL: <https://www.kaggle.com/> (дата обращения: 01.06.2021)
9. World Bank Open Data [Электронный ресурс] URL: <https://data.worldbank.org/> (дата обращения: 01.06.2021)

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица исходных данных

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица итоговых данных

Цена на золото , US \$/ Ozt	Курс YUAN/US \$	Курс YEN/US \$
Y	X7	X15
284,59	8,2777	107,33
279,961	8,2799	107,98
282,152	8,2792	109,68
270,405	8,2775	109,15
265,934	8,2781	116,39
260,75	8,2774	123,57
267,707	8,277	125
283,322	8,2768	122,54
281,764	8,2765	134,06
302,862	8,2773	128,45
313,567	8,2767	119,77
316,748	8,2771	122,78
356,864	8,2768	119,96
328,208	8,2771	119,07
350,765	8,2774	120,42
379,093	8,2766	110,1
414,495	8,2768	105,84
404,85	8,2771	110,37
398,441	8,2769	111,39
420,21	8,2766	106,04
424,08	8,2765	103,55
429,14	8,2765	104,64
424,745	8,1056	112,25
470,107	8,0845	116,36
549,433	8,0608	116,88
611,853	8,0165	113,79
633,093	7,969	114,44
586,648	7,8785	116,82
630,352	7,7714	121,02
680,008	7,709	119,44
665,266	7,572	119,13
754,48	7,4682	115,27

887,784	7,1818	106,74
911,6	6,987	104,53
941,167	6,8388	108,1
812,815	6,8388	98,28
857,726	6,8392	89,83
892,663	6,818	98,76
934,272	6,8319	94,54
1043,511	6,8264	90,5
1119,575	6,8268	90,38
1148,475	6,8247	94,24
1196	6,7735	86,43
1343,19	6,6707	80,48
1360,475	6,6017	81,97
1474,431	6,49	81,31
1568,526	6,436	77,18
1667,893	6,3547	77,97
1656,095	6,308	76,34
1648,539	6,279	79,81
1592,784	6,361	78,1
1746,348	6,2372	79,94
1671,886	6,2186	91,28
1485,905	6,1647	97,52
1284,348	6,1284	98,35
1314,402	6,0943	98,1
1243,068	6,059	102,28
1299,175	6,2591	102,14
1312,989	6,1737	102,75
1223,565	6,1124	112,09
1249,333	6,2495	117,44
1198,253	6,2018	119,86
1131,58	6,2097	123,94
1157,123	6,318	120,7
1095,655	6,5752	121,05
1241,452	6,4738	106,9
1337,429	6,6371	102,32
1268,929	6,7735	105,07
1192,648	6,8768	112,72
1267,15	6,89	111,44

1235,1	6,724	110,38
1280,677	6,6328	113,63
1332,809	6,2841	109,31
1335,332	6,3325	109,28
1238,064	6,8038	111,88
1214,726	6,9737	112,86
1291,63	6,6958	108,84
1287,65	6,7347	111,4
1414,611	6,8833	108,58
1494,765	7,0379	108,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Лист Анализ данных для итоговых данных

