

# Расчетное задание №2 по Макроэкономике

## Введение

### №1. Преамбула к исследованию

Страна	Израиль
Период исследования	<i>Q1 2009 года - Q4 2023 года</i>
Частотность данных	<i>Квартальная</i>
Среды	<i>Python (преимущественно визуализация и прогнозирование), Gretl (расчеты МНК-оценок)*, Excel (подготовка python-датасета)**</i>
Источник данных: темп инфляции (ИПЦ)	<a href="https://cbonds.ru/indexes/46877/">https://cbonds.ru/indexes/46877/</a>
Источник данных: инфляционные ожидания	<a href="https://cbonds.ru/indexes/33235/">https://cbonds.ru/indexes/33235/</a>
Источник данных: Composite State-of-the-Economy Index	<a href="https://cbonds.ru/indexes/46911/">https://cbonds.ru/indexes/46911/</a>
Источник данных: Фактические значения реального ВВП	<a href="https://cbonds.ru/indexes/46931/">https://cbonds.ru/indexes/46931/</a>
Источник данных: Темп прироста реального ВВП	<a href="https://cbonds.ru/indexes/33177/">https://cbonds.ru/indexes/33177/</a>
Источник данных: темп базовой инфляции – ссылка	<a href="https://cbonds.ru/indexes/46905/">https://cbonds.ru/indexes/46905/</a>

\*расчет МНК-оценок был произведен в среде Gretl на основе данных из файла OLS.xlsx (см. более подробную информацию в Приложении)

\*\*подготовка датасета data.xlsx, используемого в python-расчетах, была осуществлена в excel-файле data\_preparation.xlsx (данные были аннулированы и приведены к квартальным значениям, результатирующий датасет находится на листе "res" в файле data\_preparation.xlsx, все формулы сохранены)

\*\*\*сводная таблица к каждой отдельной спецификации не приведена, сравнительный анализ метрик качества всех спецификаций сразу был произведен в №7

## Основная часть

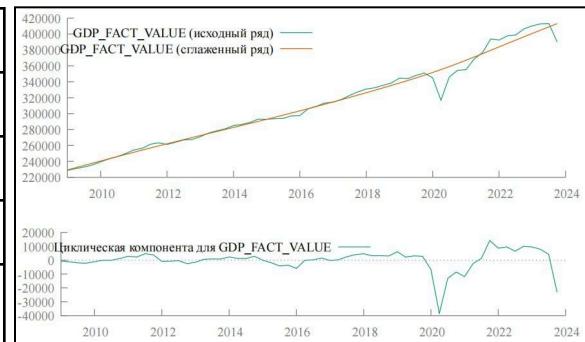
### №2. Основные описательные статистики найденных временных рядов

Описательные статистики*/Метрики	HEADLINE INFLATION	CORE INFLATION	INFLATION EXPECTED	STATE-OF-THE-ECONOMY INDEX	GDP FACT VALUE	GDP GROWTH
<i>Минимальное значение</i>	-0.83	-0.5	-0.7	-1.58	228656	-28.89
<i>Максимальное значение</i>	5.3	4.97	3.33	1.49	413173	42.26
<i>Медиана</i>	1.42	1.25	1.56	0.32	307679.1	4.17
<i>Среднее значение</i>	1.59	1.66	1.54	0.31	312490.68	3.98
<i>Стандартное отклонение</i>	1.74	1.61	1.07	0.43	53149.84	8.36
<i>Асимметрия</i>	0.33	0.59	-0.79	-1.82	0.31	0.29

\*мода не включена в основные описательные статистики вследствие особенностей наших данных - мы не сможем найти повторяющиеся значения в датасете (ср. знач. и медиана в данном случае куда более информативны)

### Разрыв выпуска\*

Разрыв выпуска	
Мин. знач.	<b>-10.838054</b>
Макс. знач.	<b>3.74335</b>
Медиана	<b>0.304835</b>
Ср. знач.	<b>-0.001664</b>
Станд. отклон.	<b>2.082917</b>
Ассиметрия	<b>-2.608928</b>



\*расчет разрыва выпуска при помощи фильтра Ходрика-Прескотта произведен в среде Gretl (см. Приложение)

### №3. Оценка спецификаций (HEADLINE\_INFLATION)

#### Спецификация 1:

```
Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-52
Зависимая переменная: yheightlight

коэффициент   ст. ошибка   t-статистика   p-значение
const          0,0754120    0,222148     0,3395      0,7358
pitpit1        0,301071     0,405525     0,7424      0,4615
pit1pit2       -0,136502    0,432264    -0,3158      0,7536
pit2pit3       0,0654652    0,431829     0,1516      0,8802
pit3pit4       -0,234486    0,411939    -0,5692      0,5719

Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перемен 1,546595
Сумма кв. остатков 119,8368 Ст. ошибка модели 1,596784
R-квадрат 0,017649 Исправ. R-квадрат -0,065955
F(4, 47) 0,211100 Р-значение (F) 0,930996
Лог. правдоподобие -95,49186 Крит. Акаике 200,9837
Крит. Шварца 210,7399 Крит. Хеннана-Куинна 204,7240
 обратите внимание на сокращенные обозначения статистики
исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)
```

Как мы можем заметить, **Спецификация №1 предсказывает всего 1.8% дисперсии целевой переменной (HEADLINE\_INFLATION)**, что свидетельствует о крайне низком качестве модели.

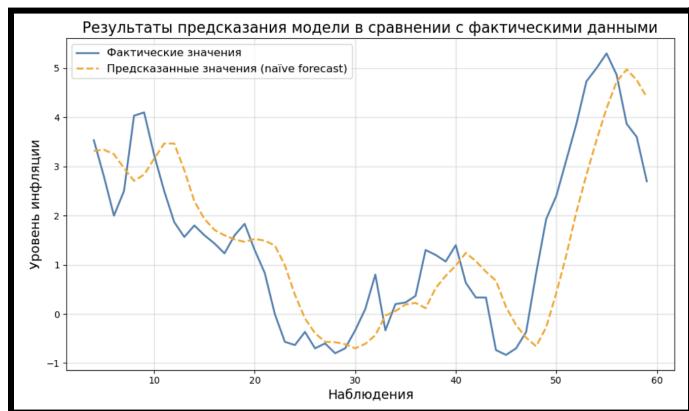
**RMSE = 1.52** и **MAE = 1.23** также свидетельствуют о том, что модель очень часто ошибается (что, в принципе, видно и по графику выше).

Значения **F-Stat = 0.211** и **p-value = 0.931** означают отсутствие статистически значимого влияния включенных признаков на целевую переменную.



С экономической точки зрения такие результаты можно проинтерпретировать следующим образом: **на значение инфляции влияет куда больше сторонних факторов**, чем лишь само значение инфляции в предыдущие периоды (ДКП, внешние экономические и политические шоки и др.).

## Спецификация 2 - наивный прогноз:



В данном случае **RMSE = 1.01**, что свидетельствует об улучшении качества предсказаний в сравнении с Спецификацией 1, однако данная метрика качества все еще говорит нам о недостаточной точности предсказания модели.

Такой же вывод можно сделать и опираясь на значение **MAE = 0.81**. Учитывая диапазон значений, в котором находится таргетируемая переменная (HEADLINE\_INFLATION), такая средняя абсолютная ошибка в нашем случае является чрезмерно высокой.

На графике видно, что **наивный прогноз весьма неплохо сглаживает фактические значения и захватывает общую динамику инфляции**, особенно в плавных трендах, однако с резкими колебаниями модель справляется не очень хорошо, что естественно для наивного подхода.

#### №4. Оценка спецификаций (CORE\_INFLATION)

##### Спецификация 1 (CORE\_INFLATION):

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-52 Зависимая переменная: usore				
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	0,0758751	0,194260	0,3906	0,6979
pit1pit1	0,422346	0,420892	1,003	0,3208
pit1pit2	-0,210224	0,443420	-0,4741	0,6376
pit2pit3	-0,246986	0,442190	-0,5586	0,5791
pit3pit4	-0,327150	0,422479	-0,7744	0,4426
Среднее завис. перемен.	0,091024	Ст. откл. завис. перемен.	1,378249	
Сумма кв. остатков	91,72623	Ст. ошибка модели	1,397005	
R-квадрат	0,053179	Исправ. R-квадрат	-0,027401	
F(4, 47)	0,650950	F-значение (F)	0,622903	
Лог. правдоподобие	-88,54148	Крит. Акаике	187,0830	
Крит. Шварца	196,8392	Крит. Хеннана-Куинна	190,8233	
Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				
Исключая константу, наибольшее p-значение получено для переменной 3 (pit1pit2)				

Как мы можем заметить, **R^2** в данной спецификации для базовой инфляции **взрос до 5.3%** - это означает, что теперь модель предсказывает больше вариации целевой переменной, однако это все равно крайне низкий показатель.

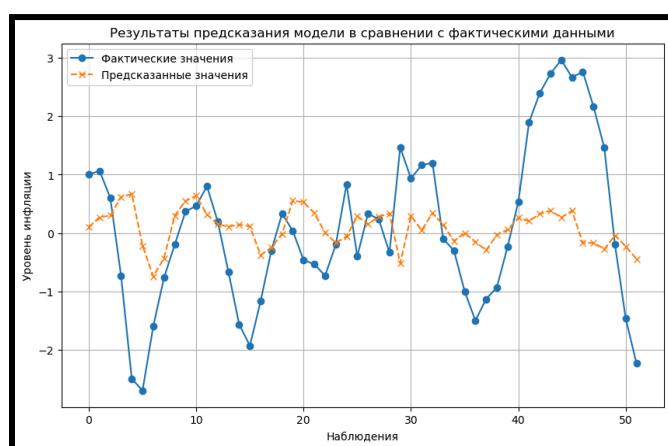
**RMSE упал с 1.52 до 1.32**, не очень значительно, но улучшения в сравнении со спецификацией для совокупной инфляции все-таки есть.

**MAE = 1.036**, что не является хорошим результатом.

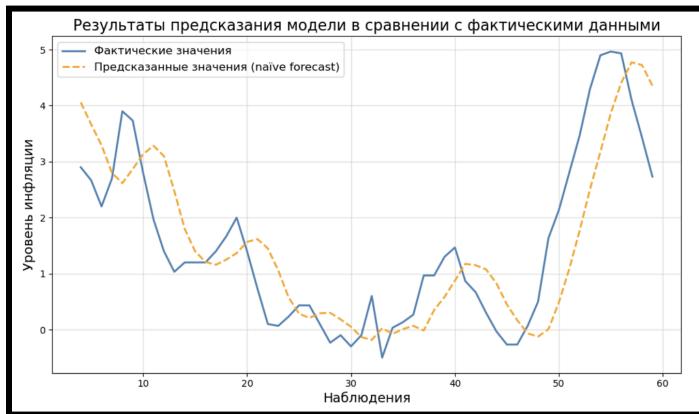
**Adj. R-squared = -0.027** – отрицательное значение скорректированного коэффициента детерминации указывает, что добавление лагов не улучшает качество модели.

**Ни один из коэффициентов не является статистически значимым** ( $p > 0.05$ ), что говорит о том, что лаговые разницы базовой инфляции не оказывают значимого влияния на прогнозируемую переменную.

**ДИ для всех предикторов включают в себя ноль**, что тоже свидетельствует об их статистической незначимости.



## **Спецификация 2 (CORE\_INFLATION) - наивный прогноз:**



**RMSE** и **MAE** для данной спецификации составляют **0.92** и **0.76** соответственно, что говорит об улучшении качества работы модели в сравнении с ненаивным прогнозом. Наивный подход предполагает, что базовая инфляция будет развиваться в будущем также, как она развивалась в среднем за предыдущие 4 квартала. Это гипотеза стабильности, которая может быть справедливой в экономике с умеренными темпами изменений. Когда **условия стабильны - прогноз показывает весьма неплохие результаты**, что видно на графике выше.

В сравнении же с наивным прогнозом для headline-инфляции ошибки RMSE и MAE немного ниже, что позволяет **сделать вывод о более высокой выраженности паттернов в данной спецификации** - и их проще уловить при наивном предсказании.

## №5. Оценка спецификаций на основе инфляционных ожиданий

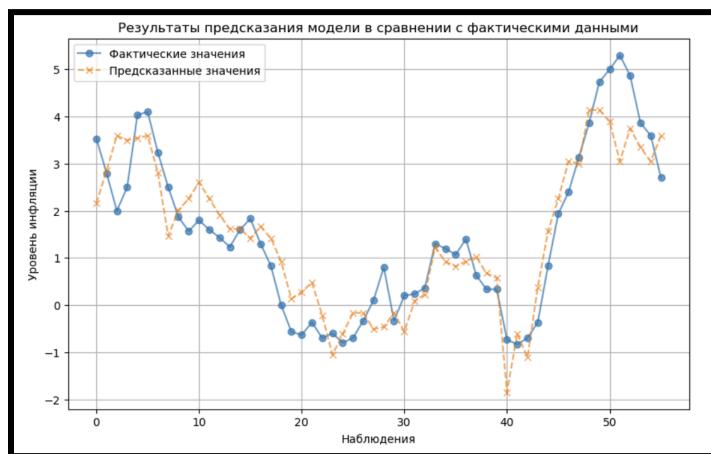
### Спецификация 3:

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-56					
Зависимая переменная: pi_t4					
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	-0,809932	0,174248	-4,648	2,20e-05	***
pi_e_t4	1,48490	0,0937319	15,84	5,95e-022	***
Среднее завис. перемен.	1,469330	Ст. откл. завис. перемен.	1,732124		
Сумма кв. остатков	29,21874	Ст. ошибка модели	0,735587		
R-квадрат	0,822932	Исправ. R-квадрат	0,819653		
F(1, 54)	250,9670	P-значение (F)	5,95e-22		
Лог. правдоподобие	-61,24540	Крит. Акаике	126,4908		
Крит. Шварца	130,5415	Крит. Хеннана-Куинна	128,0612		
обратите внимание на сокращенные обозначения статистики					

В данной спецификации с предсказанием инфляции на год вперед, используя в качестве предиктора инфляционные ожидания, значение  $R^2 = 0.82$ , что сильно выше, чем во всех предыдущих спецификациях - **сейчас мы предсказываем 82% вариации целевой переменной.**

**Adj. R-squared = 0.82** – скорректированное значение  $R^2$  остаётся высоким, подтверждая стабильность модели.

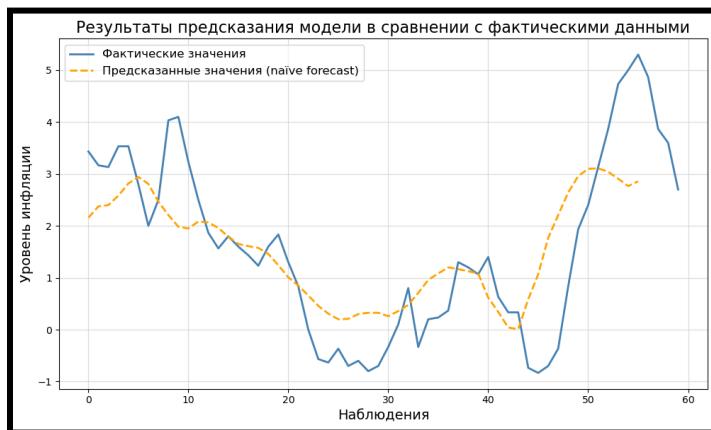
**RMSE = 0.72** и **MAE = 0.59**, что является весьма неплохим показателем.



По графику видно, что модель отлично улавливает как резкие, так и плавные тренды.

Высокий коэффициент перед  $pi\_e\{t+4\}$  говорит о том, что **инфляционные ожидания существенно влияют на фактическую инфляцию через 4 квартала.**

#### Спецификация 4 - наивный прогноз:



При предсказании инфляции на год вперед на основе прироста квартальных инфляционных ожиданий за последние 4 квартала (год) мы получаем в целом удовлетворительные результаты - **RMSE = 1.07**, а **MAE = 0.82**.

**Однако как и в других наивных прогнозах наша модель не очень хорошо улавливает резкие скачки**, что опять-таки связано со спецификой наивного предсказания в силу принятия гипотезы о стабильности поведения таргета.

## №6 Оценка спецификации кривой Филлипса

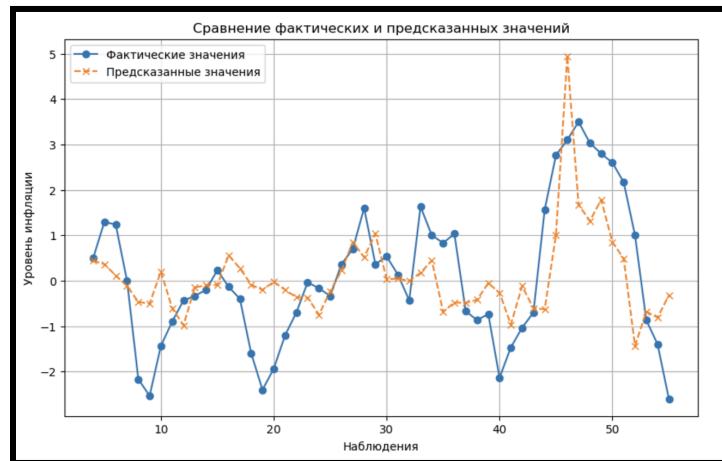
### Спецификация 5:

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 1-52				
Зависимая переменная: yheightlight				
	к оэффициент	с т. ошибка	t-статистика	р-значение
const	0,0609423	0,178948	0,3406	0,7350
pitpit1	0,0792737	0,329459	0,2406	0,8109
pit1pit2	-0,0648058	0,348439	-0,1860	0,8533
pit2pit3	0,374631	0,352967	1,061	0,2941
pit3pit4	0,127175	0,339161	0,3750	0,7094
gdp_gap	-0,486029	0,0945044	-5,143	5,43e-06 ***

Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перем 1,546595  
Сумма кв. остатков 76,08713 Ст. ошибка модели 1,286106  
R-квадрат 0,376283 Исправ. R-квадрат 0,308487  
F(5, 46) 5,550269 Р-значение (F) 0,000442  
Лог. правдоподобие -83,68133 Крит. Акаике 179,3627  
Крит. Шварца 191,0701 Крит. Хеннана-Куинна 183,8510  
Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 3 (pit1pit2)

В данном случае мы имеем значение **R^2 = 0.38** и значение **RMSE = 1.21**, а **MAE = 0.97**. По совокупности оцененных показателей качества данную модель нельзя назвать хорошей, несмотря на то, что значение **F-stat** в данном случае **составляет 5.55**, что говорит о общей значимости модели.



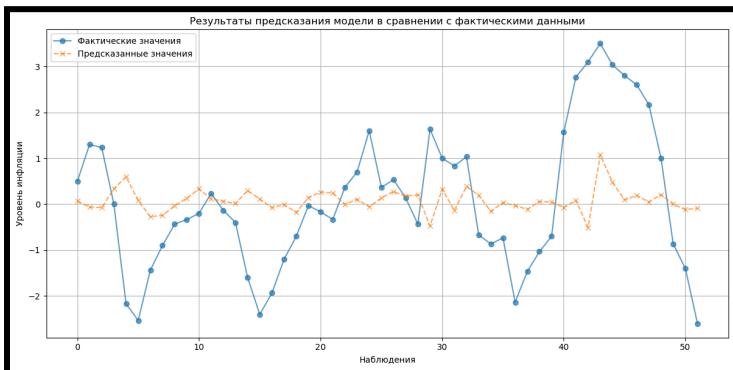
## Спецификация 6.

Модель 3: МНК, использованы наблюдения 1-52				
Зависимая переменная: yheighlight				
коэффициент ст. ошибки t-статистика p-значение				
const	-0,00540888	0,255699	-0,02115	0,9832
pitpit1	0,274118	0,410130	0,6684	0,5072
pit1pit2	-0,163347	0,436890	-0,3739	0,7102
pit2pit3	0,0188757	0,440358	0,04286	0,9660
pit3pit4	-0,216175	0,415442	-0,5203	0,6053
realrategdp	0,0184727	0,0283817	0,6509	0,5184
Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перемен 1,546595				
Сумма кв. остатков 118,7432 Ст. ошибки модели 1,606666				
R-квадрат 0,026613 Исправ. R-квадрат -0,079190				
F(5, 46) 0,251534 Р-значение (F) 0,936909				
Лог. правдоподобие -95,25352 Крит. Акаике 202,5070				
Крит. Шварца 214,2145 Крит. Хеннана-Куинна 206,9954				
Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				
Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)				

В данном случае модель описывает примерно 2.7% разброса дисперсии целевой переменной, что является достаточно низким показателем.

**RMSE** составляет 1.51, **MAE = 1.22**.

**Adj. R-squared = -0.079** свидетельствует о том, что включение лагов инфляции и темпов роста ВВП никак не улучшает модель.



По графику видно, что **прогнозируемые значения сглажены и не отражают резкие изменения в фактических значениях**.

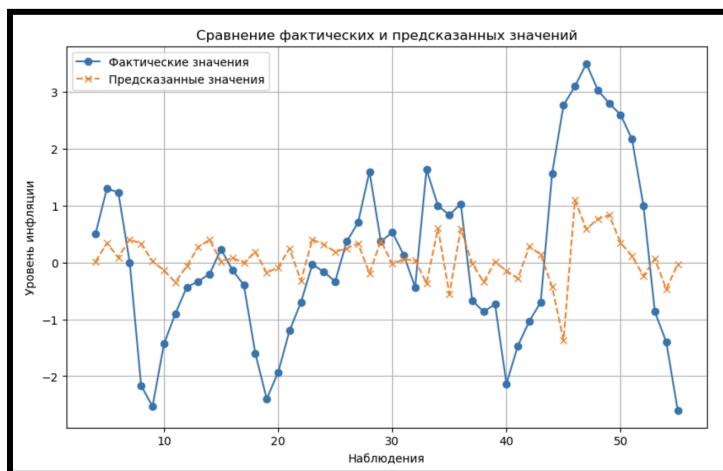
Разницы между лагами инфляции и темпы роста ВВП не оказывают существенного влияния на изменения инфляции через 4 квартала. Это, как и в предыдущих «плохих» случаях может указывать на то, что **динамика инфляции определяется более сложными факторами, чем лаговые переменные и макроэкономическая активность**.

## Спецификация 7.

Модель 4: МНК, используемые наблюдения 1-52 Зависимая переменная: yheightlight				
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	-0,261826	0,308476	-0,8488	0,4004
pitpit1	0,237925	0,401653	0,5924	0,5565
pit1pit2	-0,389483	0,456075	-0,8540	0,3975
pit2pit3	0,202181	0,434533	0,4653	0,6439
pit3pit4	-0,344108	0,412010	-0,8352	0,4079
ecnoindex	1,01231	0,652443	1,552	0,1276

Среднее зависимое переменное 0,080766 Ст. откл. зависимое переменное 1,546595  
 Сумма кв. остатков 113,8771 Ст. ошибка модели 1,573401  
 Р-квадрат 0,066503 Исправленный R-квадрат -0,034964  
 F(5, 46) 0,655411 Р-значение (F) 0,658905  
 Лог. правдоподобие -94,16558 Крит. Акаике 200,3312  
 Крит. Шварца 212,0386 Крит. Хеннана-Куинна 204,8195  
 обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)



Значение коэффициента детерминации все также находится на низком уровне (6.7%), RMSE составляет 1.48, MAE = 1.18. Данная спецификация не принесла достойных результатов.

F-Stat = 0.66 говорит об отсутствии статистически значимой зависимости между независимыми переменными и целевой переменной.

Чтобы проанализировать результаты работы Спецификации 7, стоит разобраться в том, что вообще из себя представляет наш предиктор - **Composite State-of-The-Economy Index**.

**SOTE** - ежемесячный сводный индекс, публикуемый Банком Израиля, который предоставляет оценку текущего состояния экономики страны.

**Индекс объединяет различные экономические показатели** из разных секторов экономики, включая **промышленное производство, розничную торговлю, экспорт и импорт, занятость** и другие ключевые индикаторы.

**Ключевая цель** данного показателя - **оценка экономической активности населения**, что используется при принятии разного рода государственных решений и аналитике: рост индекса указывает на повышение экономической активности (и, как следствие, на возможный экономический рост в целом).

**Индекс считается на основе следующих компонент:** промышленное производство, розничные продажи, экспорт товаров и услуг, ур-нь занятости и безработицы и др. Чтобы выделить причины, почему SOTE может являться потенциально качественным предиктором уровня инфляции в стране, необходимо проанализировать его значимость в рамках экономики (что SOTE вообще позволяет проанализировать):

- **Совокупный спрос и предложение:**
  1. **Рост экономической активности** - если индекс показывает увеличение экономической активности, то обычно это свидетельствует о росте совокупного спроса;
  2. **Давление на цены** - при превышении спроса над предложением возникает давление на цены, что ведет к инфляции.
- **Промышленное производство и издержки:**
  1. **Загрузка производственных мощностей** - при высокой загрузке мощностей производители могут столкнуться с увеличением издержек;
  2. **Передача издержек на потребителя** - рост производственных издержек часто отражается в повышении цен на конечные товары и услуги.
- **Розничные продажи и потребительское поведение:**
  1. **Активные розничные продажи** - увеличение розничных продаж указывает на высокую потребительскую активность;
  2. **Инфляционное давление** - активный спрос позволяет продавцам повышать цены без значительной потери объемов продаж.

Выбор SOTE обоснован прежде всего тем, что **данный показатель весьма оперативно обновляется** (на ежемесячной основе), что позволяет своевременно отслеживать тенденции. Также данный индекс является достаточно комплексным и обладает **всесторонним охватом**, что делает данные более разнообразными и снижает влияние излишней волатильности в отдельных секторах. Ну и вдобавок ко всему этому, **SOTE публикуется самим Банком Израиля**, а это весьма авторитетный источник, контролирующий строгую стандартизированность расчета показателя.

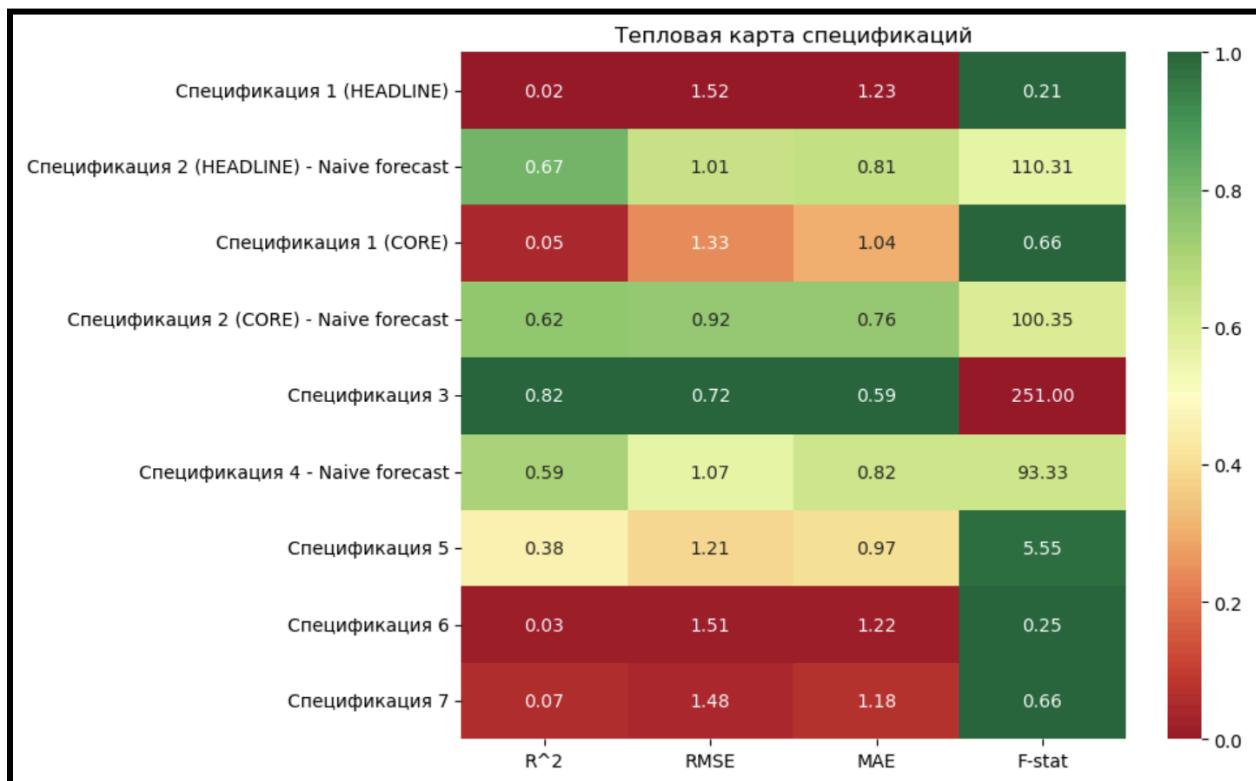
*Источник:*

<https://www.boi.org.il/en/economic-roles/statistics/the-bank-of-israels-composite-state-of-the-economy-index/>

**Возвращаясь к анализу неудовлетворительных результатов работы модели, стоит сказать, что природа инфляции является крайне многофакторной и SOTE, вероятно, не охватывает все эти аспекты, плюс ко всему инфляция и экономическая активность не всегда движутся синхронно.**

Ну и конечно, любой подобный индекс будет подвержен влиянию неполноты данных и ретроспективности характера сбора самих данных для него.

## №7. Сравнительный анализ спецификаций



Как мы можем заметить, **наилучшие результаты показывает Спецификация 3** (ненаивные предсказания инфляции на основе инфляционных ожиданий) со следующими значениями ключевых метрик качества:  **$R^2 = 0.82$ ,  $RMSE = 0.72$ ,  $MAE = 0.59$** .

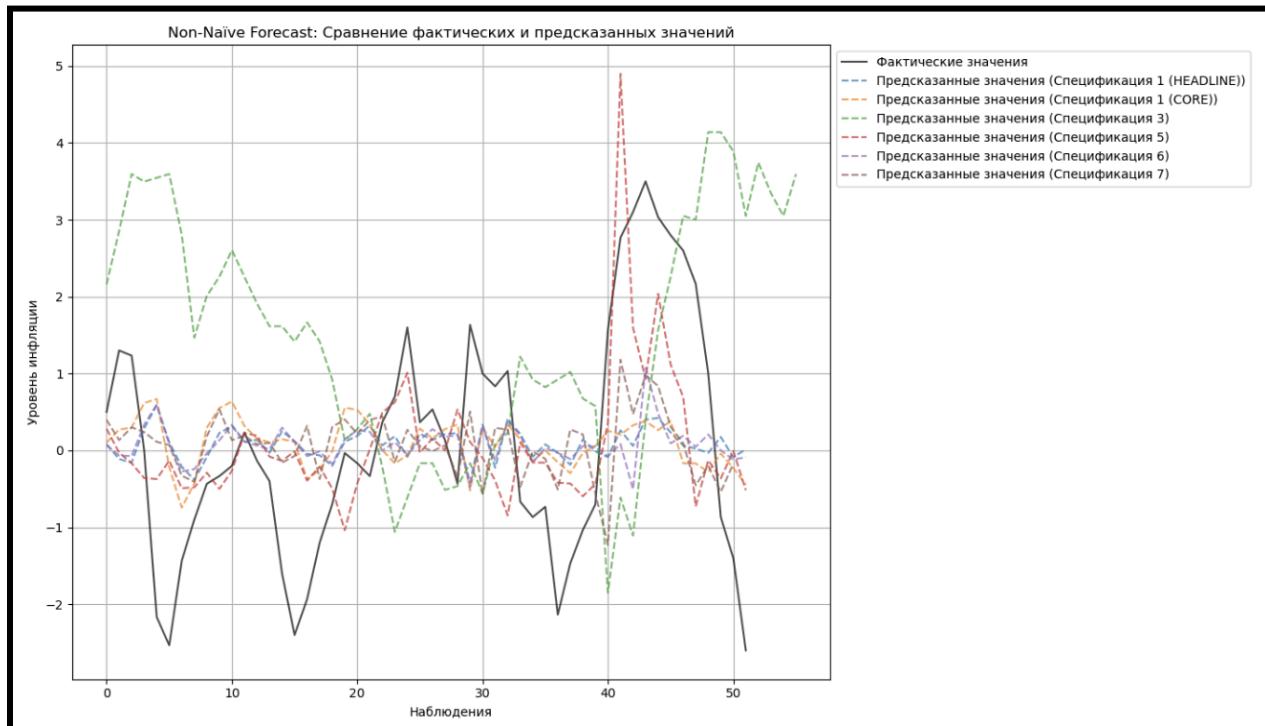
Да, значение F-Stat достаточно велико, но более значимые в рамках нашего анализа метрики свидетельствует об очень хорошем качестве предсказаний модели.

Такой результат может объясняться тем, что **в инфляционные ожидания уже “вшиты” самые различные внешние факторы** (шоки как экономические, так и политические), а в иных спецификациях (кроме предсказаний по SOTE-индексу в Спецификации 7) мы учитываем лишь либо сами значения инфляции за предыдущие периоды, либо изменения значений всего одного фактора, который потенциально может входить в число предикторов инфляции (например, темп прироста реального ВВП в Спецификации 6)

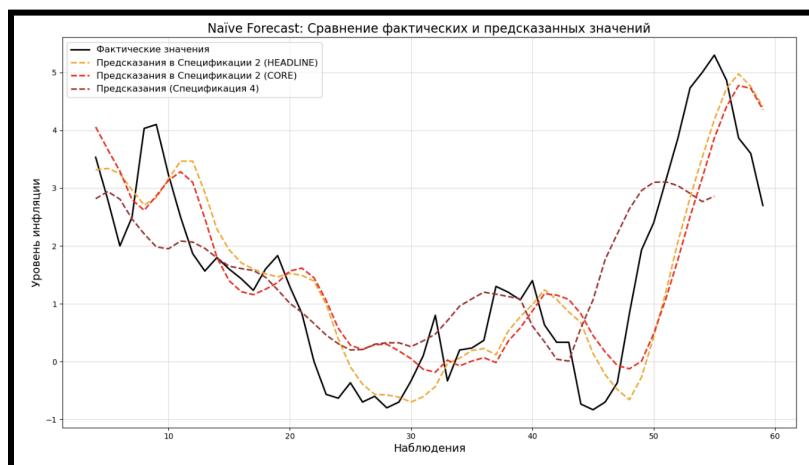
Еще **относительно неплохой результат мы можем наблюдать и в Спецификации 5** (предсказание на основе разрыва выпуска реального ВВП, который был вычислен нами в среде Gretl при помощи фильтра Ходрика-Прескотта):  **$R^2 = 0.38$ ,  $RMSE = 1.21$ ,  $MAE = 0.97$ ,  $F-Stat = 5.55$**  - данная модель не так хороша по описательной способности вариации дисперсии и ошибкам, как третья, но она имеет весьма приемлемое в рамках статистического анализа значение F-статистики, что свидетельствует о высокой значимости модели в целом.

Также стоит отметить и то, что **наивные предсказания** (Спецификация 2 по совокупной и базовой инфляции, Спецификация 4 по темпу прироста квартальных инфляционных ожиданий) **также показывают весьма достойные результаты**, но, как уже неоднократно подчеркивалось в анализе качества работы моделей выше, **хорошие предсказания такого рода модели могут дать лишь в условии отсутствия каких-либо неожиданных шоков**, что, само собой, невозможно в условиях реальной экономики: политика, колебания цен на природные ресурсы, качество ДКП - все эти и многие другие факторы могут оказывать огромное влияние на будущий уровень инфляции и наивный прогноз не принесет значимых в рамках анализа результатов.

## №8. Прогнозирование инфляции на основе оцененных моделей



Как мы можем заметить, **наиболее точные предсказания наблюдаются в периоды с относительно плавной динамикой инфляции** - нас “вытягивают” наивные предсказания, которые как раз показывают наибольшую предсказательную способность именно в условиях отсутствия каких-либо шоков.



Судя по графику, **во всех наивных прогнозах наблюдается сильная волатильность** (отклонение от фактического уровня инфляции) во время резких скачков уровня фактической инфляции, что вполне логично и вытекает из размышлений в №7.

## **№9. Алтернативные методы прогнозирования инфляции - Time-Varying NAIRU Models:**

1. **Понимание NAIRU:** Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment - такой уровень безработицы, который не ускоряет и не замедляет инфляцию, “равновесный уровень безработицы”
2. **Понимание модели треугольника** - инфляционная модель, которая объединяет три ключевых компонента объяснения и прогнозирования инфляции:
  - Давление спроса (разрыв безработицы) - разница между фактическим уровнем безработицы и NAIRU (если фактический уровень безработицы ниже NAIRU, то давление спроса увеличивается и, как следствие, растет инфляция);
  - Шоки предложения - экзогенные факторы, влияющие на предложение в экономике (например, скачки цен на нефть, изменения валютного курса и др.). Подобного рода шоки могут способствовать резкому росту производственных затрат, влияя на уровень инфляции;
  - Инерция инфляции - сохранение инфляции из-за адаптивных ожиданий и поведения при установлении цен и уровня з/п (прошлая инфляция влияет на текущую).
3. **Иллюстративное представление модели треугольника:**

$$\pi_t = \gamma\pi_{t-1} + \alpha(U_t - U^*) + \beta Z_t + \varepsilon_t,$$

где:

- $\pi_t$ : уровень инфляции в момент времени  $t$
- $\pi_{t-1}$ : уровень инфляции в предыдущий период (учитывает инерцию)
- $U_t$ : фактический уровень безработицы в момент времени  $t$
- $U^*$ : NAIRU (в этой модели предполагается постоянным)
- $Z_t$ : переменные шока предложения в момент времени  $t$
- $\gamma, \alpha, \beta$ : коэффициенты, отражающие влияние каждого компонента
- $\varepsilon_t$ : случайная ошибка

4. **Модели временно изменяющегося NAIRU** - модели временно изменяющегося NAIRU отражают тот факт, что NAIRU может меняться со временем из-за разного рода структурных сдвигов в экономике (технологический прогресс, демографические изменения, политические “сдвиги”, глобализация и др.)

5. **Математическое представление временно изменяющегося NAIRU:**

$$\pi_t = \gamma\pi_{t-1} + \alpha(U_t - U_t^*) + \beta Z_t + \varepsilon_t,$$

$$U_t^* = U_{t-1}^* + \eta_t.$$

где:

- $U_t^*$ : NAIRU в момент времени  $t$ , который меняется со временем
- $\eta_t$ : ошибка, представляющая изменения в NAIRU из-за структурных факторов

**6. Используемые методы оценки:**

- **Фильтр Калмана** - статистический метод для оценки ненаблюдаемых переменных в моделях с пространством состояний;
- **Модели структурных разрывов** (определяют моменты времени, когда происходят значительные изменения, корректируя NAIRU соответствующим образом).

**7. Преимущества модели временно изменяющегося NAIRU:**

- **Точность** - учитывая изменения в экономике, такого рода модели предоставляют более точные оценки разрыва безработицы;
- **Гибкость** - Time-Varying NAIRU относительно легко адаптируются к новым данным и структурным изменениям, улучшая тем самым свои прогнозные возможности;
- **Более гибкая оценка рисков** - своевременная идентификация изменений в NAIRU может сигнализировать о сдвигах в экономической стабильности, помогая в ответственном управлении рисками.

**8. Отличия Time-Varying NAIRU от используемых в работе методах:**

- Главное отличие этого метода от используемых нами в работе заключается в том, что NAIRU включается в уравнение инфляции через разрыв безработицы, а наши спецификации разрыв безработицы никак не учитывают, мы не моделируем NAIRU;
- В нашей работе мы используем стандартные регрессионные модели с наблюдаемыми переменными и они по своей сути не могут включать оценку ненаблюдаемых компонент (таких, как NAIRU);

*Источники:*

Stock, J. H., & Watson, M. W. (1999). "Forecasting Inflation." *Journal of Monetary Economics.* - [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://scholar.harvard.edu/files/stock/files/forecastinginflation.pdf&ved=2ahUKEwitzomc9eWJAxVJJBAIHYE\\_EQIQFn\\_oECBQQAQ&usg=AOvVaw00iLuH0S2CbpL5aapo0C6l](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://scholar.harvard.edu/files/stock/files/forecastinginflation.pdf&ved=2ahUKEwitzomc9eWJAxVJJBAIHYE_EQIQFn_oECBQQAQ&usg=AOvVaw00iLuH0S2CbpL5aapo0C6l)

Gordon, R. J. (1997). "The Time-Varying NAIRU and its Implications for Economic Policy." *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 11-32. - <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.11.1.11>

Staiger, D., Stock, J. H., & Watson, M. W. (1997). "The NAIRU, Unemployment, and Monetary Policy." *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 33-49 - <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.11.1.33>

## №10. Очистка временных данных от сезонности и проверка рядов на наличие единичного корня

**Сезонность** — это периодические и предсказуемые колебания экономических показателей, связанные с определёнными временами года, месяцами или периодами года. В макроэкономике сезонные изменения могут влиять на различные аспекты экономики, включая потребление, производство, занятость и другие ключевые индикаторы.

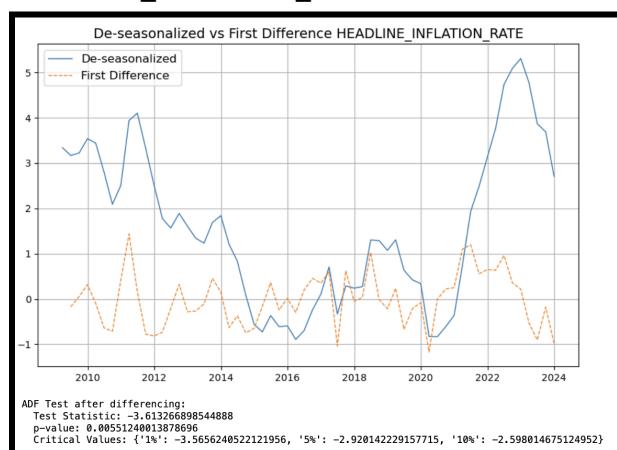
**Единичный корень** - термин, который описывает характеристику стационарности временного ряда. Если временной ряд имеет единичный корень, это означает, что он является нестационарным, а его статистические свойства (например, среднее и дисперсия) меняются с течением времени.

**Стационарность временного ряда** — это свойство, которое означает, что статистические характеристики ряда (такие как среднее, дисперсия и автокорреляция) не изменяются со временем. Стационарные ряды легче анализировать и прогнозировать, так как их поведение остается постоянным во времени.

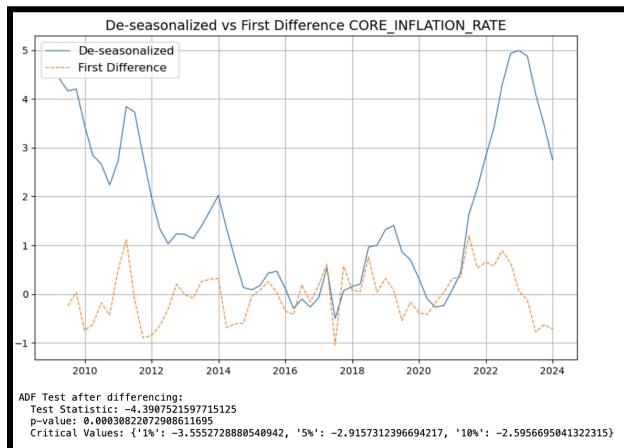
Посмотрим на временной ряд для каждой, подверженной сезональности, компоненты отдельно (более подробный анализ представлен в jupyter-тетради):

- **De-seasonalized** - временной ряд после удаления сезонной компоненты. Он представляет данные без повторяющихся сезонных изменений, которые были выделены на этапе сезонной декомпозиции;
- **First Difference** - результат первого дифференцирования очищенного ряда (De-seasonalized). Дифференцирование используется для устранения тренда и приведения временного ряда к стационарности

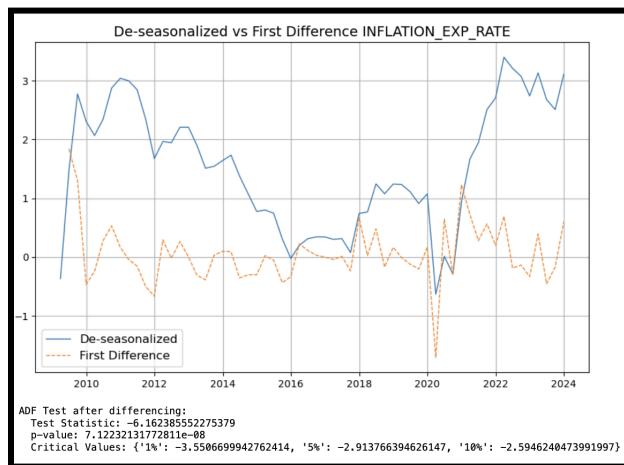
### **HEADLINE\_INFLATION\_RATE:**



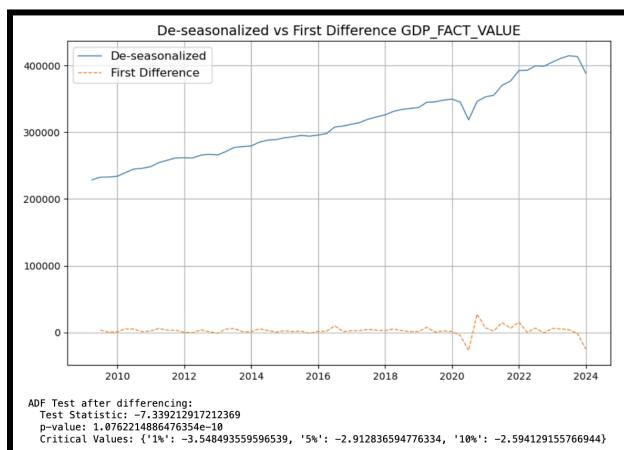
### **CORE\_INFLATION\_RATE:**



### **INFLATION\_EXP\_RATE:**



### **GDP\_FACT\_VALUE:**



- Как мы видим, после первого дифференцирования **все нестационарные** прежде временные ряды **стали стационарными**, что подтверждается ADF-тестом (**p-value <= 0.05**, а статистика теста ниже критических значений).  
Основная идея ADF-теста заключается в том, что стационарный временной ряд имеет постоянное среднее, дисперсию и автокорреляцию во времени.  
Нестационарные ряды же, напротив, обладают трендом, сезонностью или другими временными зависимостями, которые усложняют моделирование.
- Для дальнейшего анализа будем использовать новый датасет `data_non_seasonal.xlsx`, пересчитаем все спецификации:

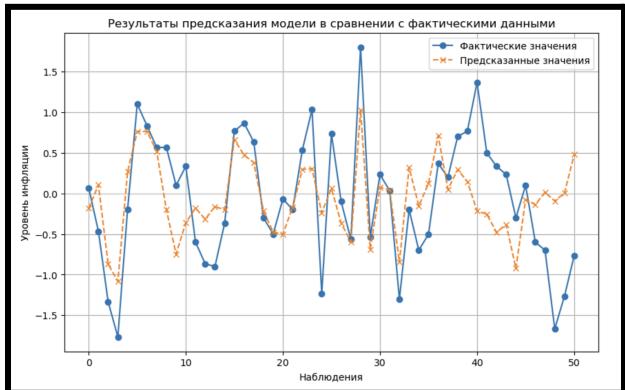
#### Спецификация 1 (HEADLINE):



#### Спецификация 2 (HEADLINE):



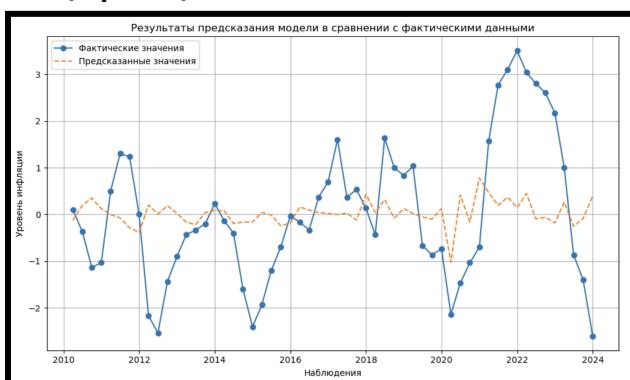
#### Спецификация 1 (CORE):



### **Спецификация 2 (CORE):**



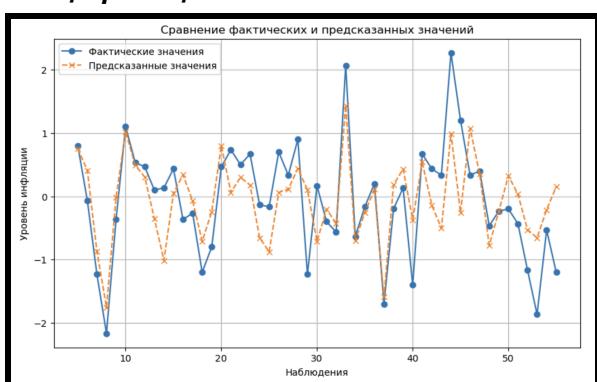
### **Спецификация 3:**



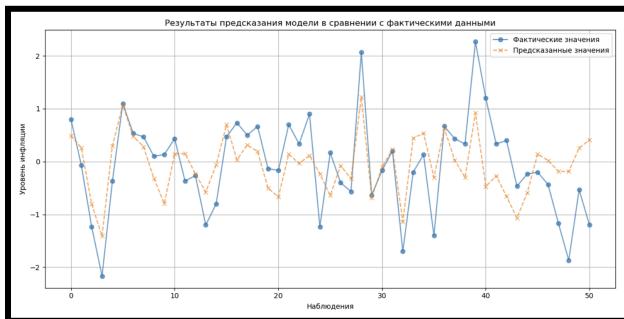
### **Спецификация 4:**



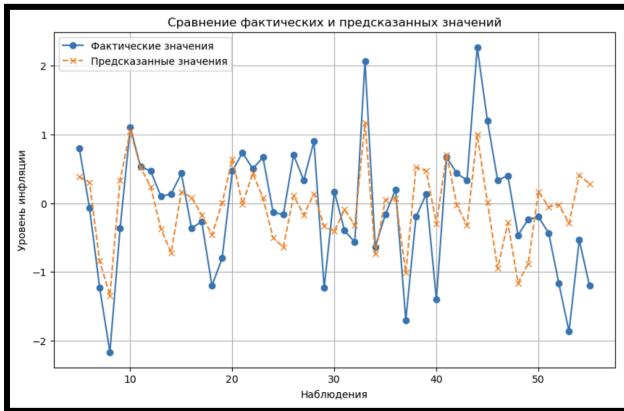
### **Спецификация 5:**



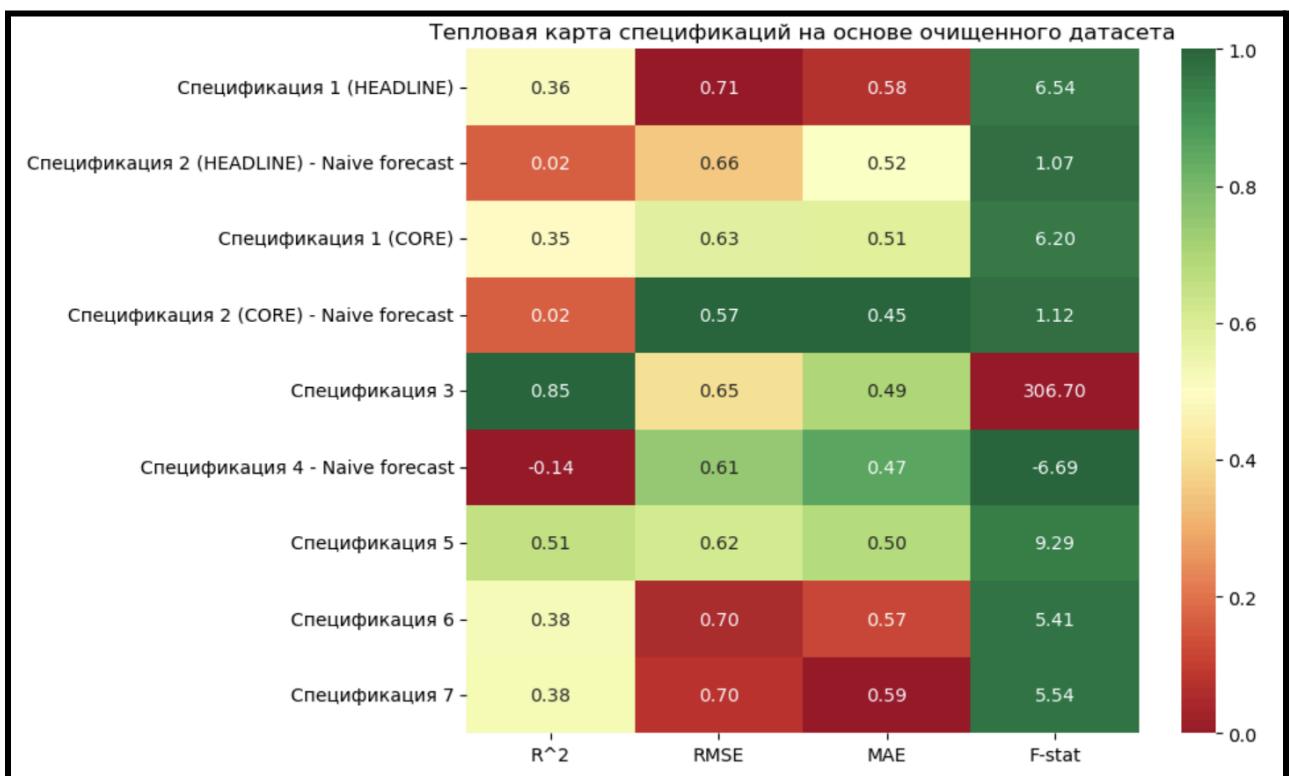
### Спецификация 6:



### Спецификация 7:



- Составим тепловую карту с ключевыми метриками качества модели ( $R^2$ , RMSE, MAE, F-Stat):**



Как мы видим, очистка датасета от сезонности принесла свои плоды - **RMSE** и **MAE** снизились во всех анализируемых моделях, в Спецификациях 6 и 7 значительно вырос **R<sup>2</sup>** (до 0.38 в сравнении с 0.03 (для 6) и 0.07 (для 7) соответственно).

Гораздо лучше себя показывала Спецификация 5 - в зависимости от приоритета (объясняющая сила модели или точность прогнозов), теперь можно выбирать между Спецификацией 3 и Спецификацией 5.

Однако, если требуется "сбалансированный" по всем метрикам качества вариант, Спецификация 3, как и в случае с неочищенными данными, все-таки является наиболее оптимальным выбором, хотя у Спецификации 5 меньший RMSE.

Еще интересно, что **во всех наивных предсказаниях** (кроме Спецификации 4, там паттерны улавливаются в обоих случаях) значительно ухудшился коэффициент детерминации. Это вполне логичное следствие очистки данных от сезонности, так как такого рода прогнозы полагаются на простые паттерны в данных (значение таргета в будущем будет таким же, как и в прошлый период/периоды). При удалении сезонности мы теряем эти простые паттерны, что снижает способность модели делать предсказания, основываясь исключительно на ретроспективном опыте.

Также стоит отметить и то, что наивные модели могут интерпретировать случайные колебания, как значимые, что приводит к неточным прогнозам и снижениям R<sup>2</sup> (ввиду снижения отношения сигнала к шуму при удалении сезонности).

Источники:

[https://www.statsmodels.org/dev/generated/statsmodels.tsa.seasonal.seasonal\\_decompose.html](https://www.statsmodels.org/dev/generated/statsmodels.tsa.seasonal.seasonal_decompose.html)

<https://www.statsmodels.org/dev/generated/statsmodels.tsa.stattools.adfuller.html>

<https://habr.com/ru/companies/otus/articles/753482/>

<https://habr.com/ru/companies/otus/articles/732080/>

<https://ru.statisticseasly.com/%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9%D1%87%D1%82%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%82%D1%8C>

## Приложение

### Описательные статистики:

#### *Headline inflation*

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4 для переменной 'HEADLINE_INFLATION_RATE' (использовано 60 наблюдений)	
Среднее	1,5925
Медиана	1,4166
Минимум	-0,83355
Максимум	5,3000
Стандартное отклонение	1,7363
Вариация	1,0903
Асимметрия	0,33154
Экспесс	-0,94324
5% перцентиль	-0,73376
95%-перцентиль	4,8598
Межквартильный размах	3,0082
Пропущенные набл.	0

#### *Core inflation*

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4 для переменной 'CORE_INFLATION_RATE' (использовано 60 наблюдений)	
Среднее	1,6570
Медиана	1,2499
Минимум	-0,50010
Максимум	4,9667
Стандартное отклонение	1,6057
Вариация	0,96904
Асимметрия	0,58897
Экспесс	-0,87929
5% перцентиль	-0,26674
95%-перцентиль	4,8777
Межквартильный размах	2,5585
Пропущенные набл.	0

#### *Inflation Expected*

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4 для переменной 'INFLATION_EXP' (использовано 60 наблюдений)	
Среднее	1,5359
Медиана	1,5645
Минимум	-0,70070
Максимум	3,3333
Стандартное отклонение	1,0707
Вариация	0,69713
Асимметрия	-0,078637
Экспесс	-1,0294
5% перцентиль	-0,19844
95%-перцентиль	3,1609
Межквартильный размах	1,8916
Пропущенные набл.	0

### **State-of-the-Economy Index**

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4  
для переменной 'SOTE\_INDEX\_GROWTH\_RATE' (использовано 60 наблюдений)

Среднее	0,30720
Медиана	0,32370
Минимум	-1,5825
Максимум	1,4892
Стандартное отклонение	0,43322
Вариация	1,4102
Асимметрия	-1,8201
Эксцесс	8,3010
5%-перцентиль	-0,56764
95%-перцентиль	0,82949
Межквартильный размах	0,22266
Пропущенные набл.	0

### **GDP real value**

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4  
для переменной 'GDP\_FACT\_VALUE' (использовано 60 наблюдений)

Среднее	312490,68500
Медиана	307679,10000
Минимум	228656,00000
Максимум	413173,00000
Стандартное отклонение	53149,843250
Вариация	0,17008456828
Асимметрия	0,31282402192
Эксцесс	-0,91747886681
5%-перцентиль	233021,18000
95%-перцентиль	410093,90000
Межквартильный размах	80484,450000
Пропущенные набл.	0

### **GDP growth**

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4  
для переменной 'GDP\_GROWTH\_RATE' (использовано 60 наблюдений)

Среднее	3,9777
Медиана	4,1710
Минимум	-28,887
Максимум	42,259
Стандартное отклонение	8,3570
Вариация	2,1010
Асимметрия	0,29796
Эксцесс	10,384
5%-перцентиль	-6,5505
95%-перцентиль	15,840
Межквартильный размах	5,1063
Пропущенные набл.	0

### **Output gap**

Описательная статистика, наблюдения 2009:1 – 2023:4  
для переменной 'gap' (использовано 60 наблюдений)

Среднее	-0,0016637
Медиана	0,30483
Минимум	-10,838
Максимум	3,7434
Стандартное отклонение	2,1005
Вариация	1262,5
Асимметрия	-2,6089
Эксцесс	10,741
5%-перцентиль	-3,6215
95%-перцентиль	2,4693
Межквартильный размах	1,5036
Пропущенные набл.	0

**Расчеты разрыва с помощью hp-filter (результаты и визуализация):**

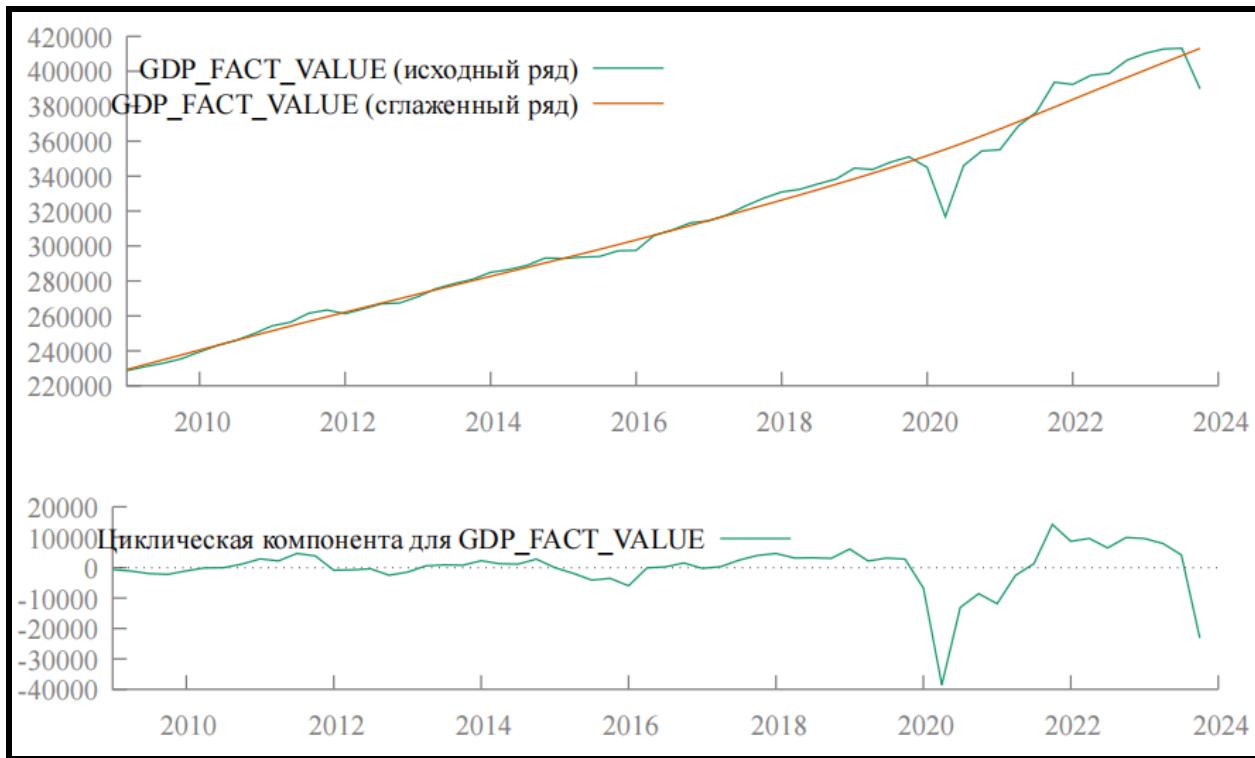
**Потенциальный реальный ВВП**

**(0 - 1q2009, 1 - 2q2010,...., 59-4q2023):**

0	229291.582293	40	338447.465123
1	232080.972033	41	341624.265155
2	234869.964533	42	344880.252473
3	237657.454448	43	348232.066257
4	240441.101078	44	351698.308029
5	243217.183440	45	355299.332334
6	245981.315426	46	359051.291210
7	248729.052310	47	362946.269486
8	251455.924424	48	366968.179063
9	254158.174250	49	371095.584420
10	256833.839319	50	375299.639676
11	259482.341805	51	379549.916834
12	262106.018980	52	383816.795122
13	264709.615966	53	388079.533695
14	267297.348997	54	392322.799338
15	269872.977924	55	396537.258499
16	272440.018002	56	400717.626504
17	275000.425628	57	404864.810392
18	277555.230748	58	408985.697435
19	280105.826230	59	413092.127522
20	282654.174549		
21	285202.730661		
22	287755.375292		
23	290316.794581		
24	292892.400375		
25	295489.357208		
26	298114.819367		
27	300774.770976		
28	303472.631147		
29	306209.610386		
30	308983.188180		
31	311790.793633		
32	314630.009608		
33	317499.377095		
34	320397.278767		
35	323322.290624		
36	326274.535553		
37	329256.644698		
38	332274.152868		
39	335334.578031		

***Outgap GDP:***

0	-0.277194	43	0.805450
1	-0.488180	44	-1.911868
2	-0.841557	45	-10.838054
3	-0.929259	46	-3.642012
4	-0.442604	47	-2.357338
5	-0.038560	48	-3.230956
6	-0.016227	49	-0.682138
7	0.458108	50	0.344141
8	1.142179	51	3.743350
9	0.871672	52	2.254254
10	1.816023	53	2.473582
11	1.484709	54	1.651242
12	-0.322854	55	2.498313
13	-0.275855	56	2.387809
14	-0.146410	57	1.957243
15	-0.924204	58	1.023826
16	-0.544090	59	-5.599508
17	0.211154		
18	0.328356		
19	0.281313		
20	0.807073		
21	0.451843		
22	0.403511		
23	0.965947		
24	-0.005599		
25	-0.633612		
26	-1.376657		
27	-1.174889		
28	-1.967107		
29	-0.026325		
30	0.079620		
31	0.491678		
32	-0.080510		
33	0.097425		
34	0.772485		
35	1.241241		
36	1.423913		
37	0.963703		
38	0.976046		
39	0.909456		
40	1.807470		
41	0.639221		
42	0.910388		



## МНК-оценки:

### Спецификация 1.1 (зависимая переменная: headline inflation)

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-52				
Зависимая переменная: yhighlight				
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	0,0754120	0,222148	0,3395	0,7358
pitpit1	0,301071	0,405625	0,7424	0,4615
pit1pit2	-0,136502	0,432264	-0,3158	0,7536
pit2pit3	0,0654652	0,431829	0,1516	0,8802
pit3pit4	-0,234486	0,411939	-0,5692	0,5719
Среднее завис. перемен. 0,080766 Ст. откл. завис. перемен. 1,546595				
Сумма кв. остатков 119,8368 Ст. ошибка модели 1,596784				
Р-квадрат 0,017649 Исправ. Р-квадрат -0,065955				
F(4, 47) 0,211100 Р-значение (F) 0,930996				
Лог. правдоподобие -95,49186 Крит. Акаике 200,9837				
Крит. Шварца 210,7399 Крит. Хеннана-Куинна 204,7240				
Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				
Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)				

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 52

Средняя ошибка (ME)	-1,0248e-016
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	1,5181
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	1,2297
Средняя процентная ошибка (MPE)	5757,3
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	5759,5
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,86613
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

### Спецификация 1.2 (зависимая переменная: core inflation)

Модель 5: МНК, использованы наблюдения 1-52				
Зависимая переменная: y				
	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение
const	0,0758751	0,194260	0,3906	0,6979
pitpit1	0,422346	0,420892	1,003	0,3208
pit1pit2	-0,210224	0,443420	-0,4741	0,6376
pit2pit3	-0,246986	0,442190	-0,5586	0,5791
pit3pit4	-0,327150	0,422479	-0,7744	0,4426
Среднее завис. перемен. 0,091024 Ст. откл. завис. перемен. 1,378249				
Сумма кв. остатков 91,72623 Ст. ошибка модели 1,397005				
Р-квадрат 0,053179 Исправ. Р-квадрат -0,027401				
F(4, 47) 0,659950 Р-значение (F) 0,622903				
Лог. правдоподобие -88,54148 Крит. Акаике 187,0830				
Крит. Шварца 198,8392 Крит. Хеннана-Куинна 190,8233				
Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики				
Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 3 (pit1pit2)				

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 52

Средняя ошибка (ME)	-3,4161e-017
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	1,3281
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	1,0362
Средняя процентная ошибка (MPE)	60,341
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	124,76
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,78328
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

### Спецификация 3

Модель 1: МНК, использованы наблюдения 1-56  
Зависимая переменная: pi\_t4

коэффициент ст. ошибка t-статистика р-значение

const	-0,809932	0,174248	-4,648	2,20e-05	***
pi_t4	1,48490	0,0937319	15,84	5,95e-022	***

Среднее завис. перемен 1,469330 Ст. откл. завис. перв 1,732124  
Сумма кв. остатков 29,21874 Ст. ошибка модели 0,735587  
R-квадрат 0,822932 Исправ. R-квадрат 0,819653  
F(1, 54) 250,9670 Р-значение (F) 5,95e-22  
Лог. правдоподобие -61,24540 Крит. Акаике 126,4908  
Крит. Шварца 130,5415 Крит. Хеннана-Куинна 128,0612  
 обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 56

Средняя ошибка (ME)	-1,3481e-016
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	0,72233
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	0,58949
Средняя процентная ошибка (MPE)	5518,8
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	5558,7
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,16415
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

### Спецификация 4 - см. расчетную тетрадку в Python

### Спецификация 5

Модель 2: МНК, использованы наблюдения 1-52  
Зависимая переменная: yhighlight

коэффициент ст. ошибка t-статистика р-значение

const	0,0609423	0,178948	0,3406	0,7350
pit1pit1	0,0792737	0,329459	0,2406	0,8109
pit1pit2	-0,0648058	0,348439	-0,1860	0,8533
pit2pit3	0,374631	0,352967	1,061	0,2941
pit3pit4	0,127175	0,339161	0,3750	0,7094
gdp_gap	-0,486029	0,0945044	-5,143	5,43e-06 ***

Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перв 1,546595  
Сумма кв. остатков 76,08713 Ст. ошибка модели 1,286106  
R-квадрат 0,376283 Исправ. R-квадрат 0,308487  
F(5, 46) 5,550269 Р-значение (F) 0,000442  
Лог. правдоподобие -83,68133 Крит. Акаике 179,3627  
Крит. Шварца 191,0701 Крит. Хеннана-Куинна 183,8510  
 обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 3 (pit1pit2)

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 52

Средняя ошибка (ME)	6,8321e-017
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	1,2096
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	0,97053
Средняя процентная ошибка (MPE)	-2204,6
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	2357,8
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,48839
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

## Спецификация 6

Модель 3: МНК, использованы наблюдения 1-52  
Зависимая переменная: yheightlight

коэффициент ст. ошибка t-статистика р-значение

const	-0,00540888	0,255699	-0,02115	0,9832
pitpit1	0,274118	0,410130	0,6684	0,5072
pit1pit2	-0,163347	0,436890	-0,3739	0,7102
pit2pit3	0,0188757	0,440358	0,04286	0,9660
pit3pit4	-0,216175	0,415442	-0,5203	0,6053
realrategdp	0,0184727	0,0283817	0,6509	0,5184

Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перемен 1,546595  
Сумма кв. остатков 118,7432 Ст. ошибка модели 1,606666

R-квадрат 0,026613 Исправ. R-квадрат -0,079190

F(5, 46) 0,251534 Р-значение (F) 0,936909

Лог. правдоподобие -95,25352 Крит. Акаике 202,5070

Крит. Шварца 214,2145 Крит. Хеннана-Куинна 206,9954

Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 52

Средняя ошибка (ME)	3,4161e-017
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	1,5111
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	1,218
Средняя процентная ошибка (MPE)	6712,5
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	6713,7
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,84121
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

## Спецификация 7

Модель 4: МНК, использованы наблюдения 1-52  
Зависимая переменная: yheightlight

коэффициент ст. ошибка t-статистика р-значение

const	-0,261826	0,308476	-0,8488	0,4004
pitpit1	0,237925	0,401653	0,5924	0,5565
pit1pit2	-0,389483	0,456075	-0,8540	0,3975
pit2pit3	0,202181	0,434533	0,4653	0,6439
pit3pit4	-0,344108	0,412010	-0,8352	0,4079
esnoindex	1,01231	0,652443	1,552	0,1276

Среднее завис. перемен 0,080766 Ст. откл. завис. перемен 1,546595  
Сумма кв. остатков 113,8771 Ст. ошибка модели 1,573401

R-квадрат 0,066503 Исправ. R-квадрат -0,034964

F(5, 46) 0,655411 Р-значение (F) 0,658905

Лог. правдоподобие -94,16558 Крит. Акаике 200,3312

Крит. Шварца 212,0386 Крит. Хеннана-Куинна 204,8195

Обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 4 (pit2pit3)

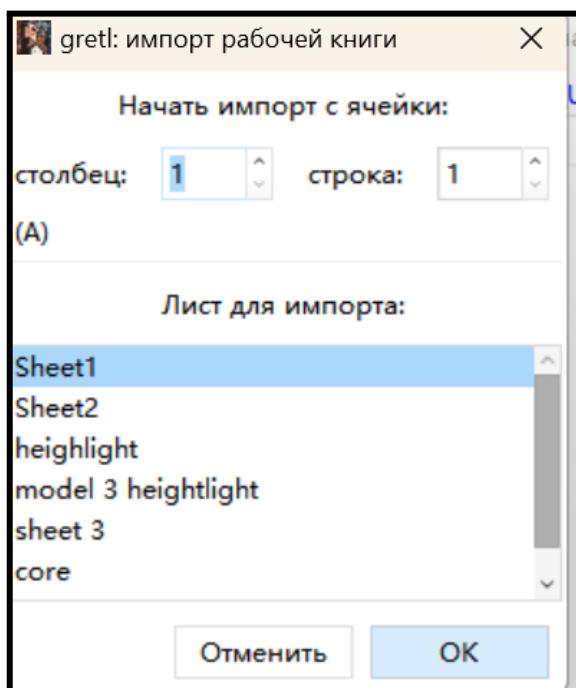
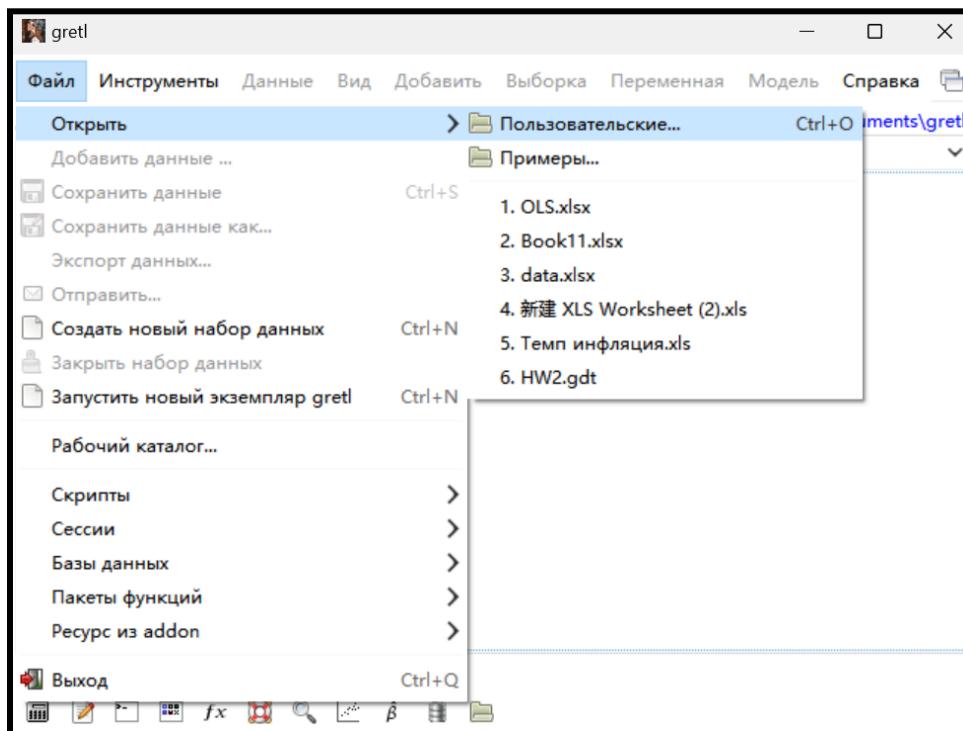
Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений - 52

Средняя ошибка (ME)	0
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	1,4798
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	1,1833
Средняя процентная ошибка (MPE)	8163,5
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	8163,6
U-статистика Тейла (Theil's U)	0,76401
Пропорция смещения, UM	0
Пропорция регрессии, UR	0
Пропорция возмущений, UD	1

## Работа в пакете GRET

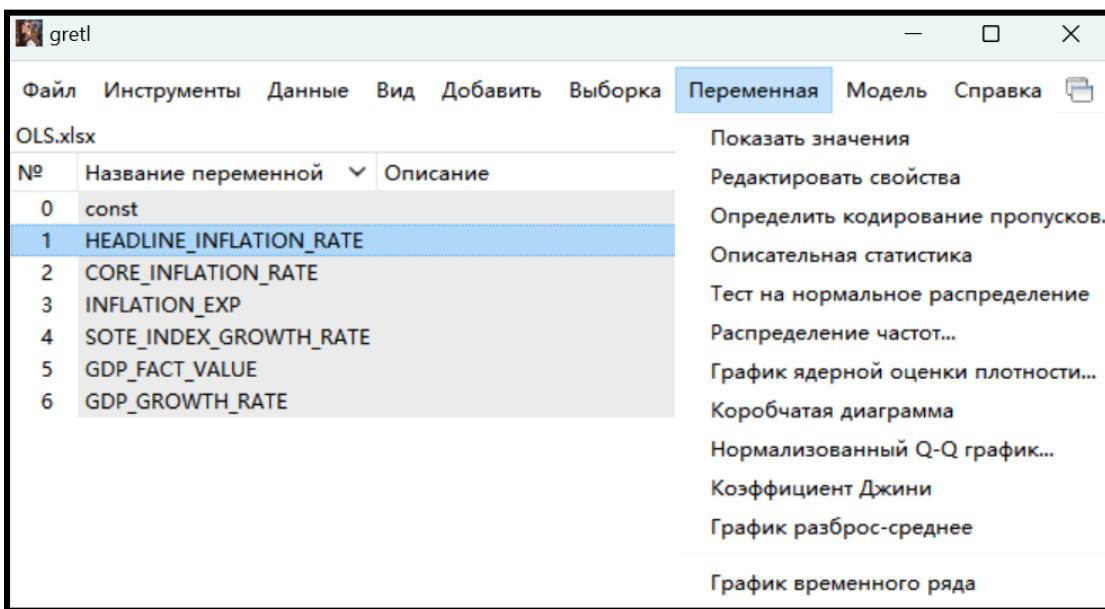
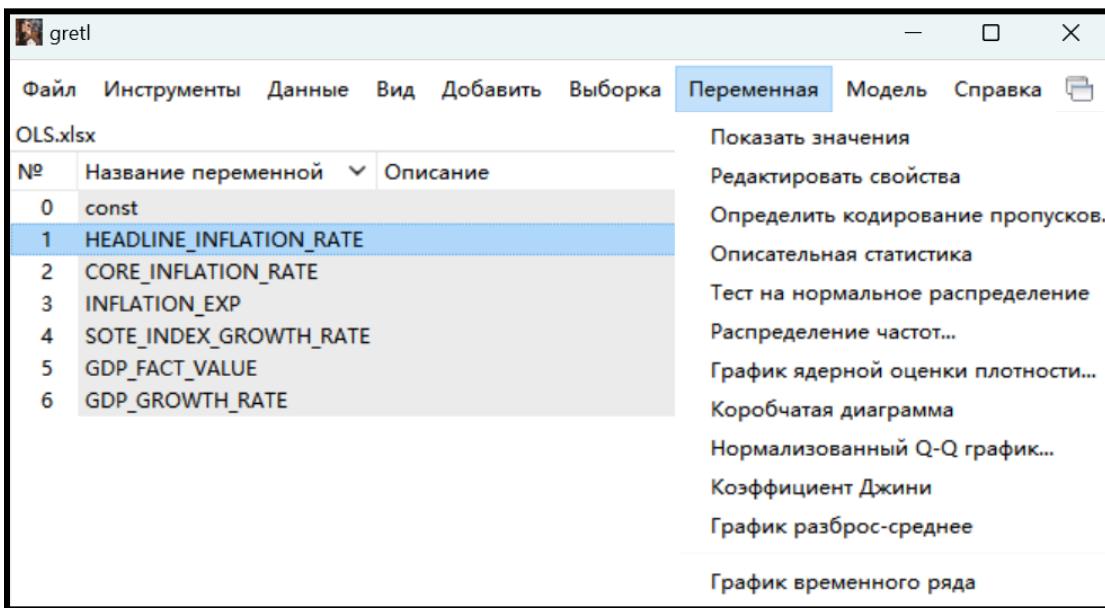
### Импорт данных:

(Файл - “Пользовательские...” - “выбор файла в списке” - “выбор нужного раздела”)



**Описательная статистика:**

(Выбрать датасет - “переменная” - “описательная статистика”)



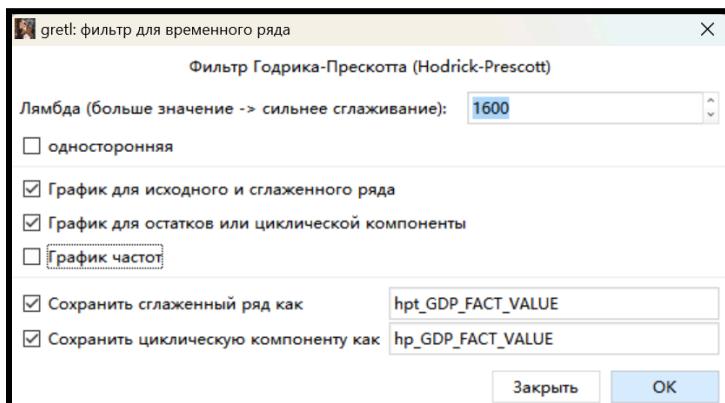
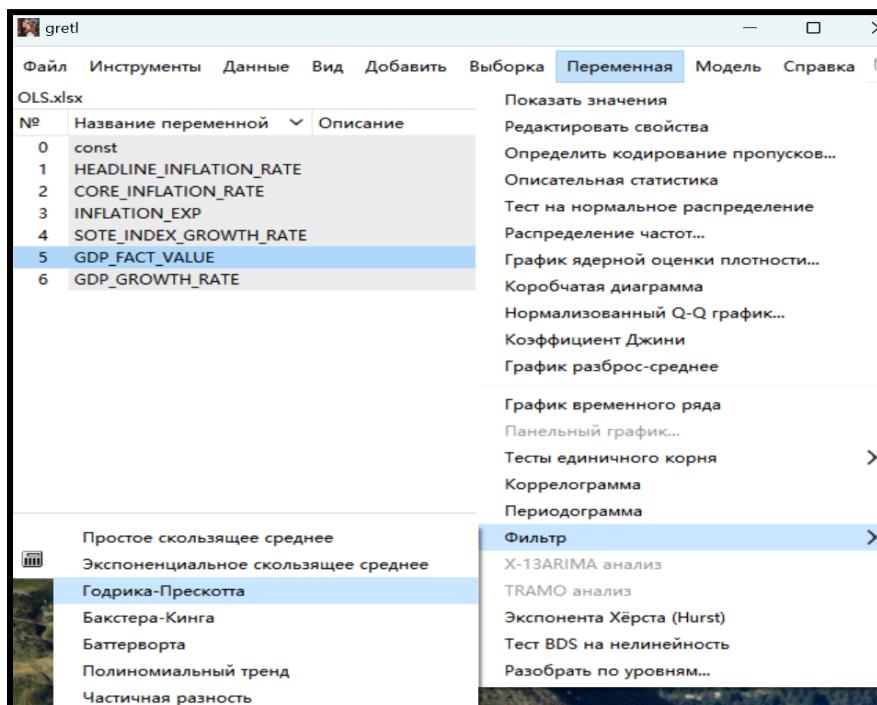
## HP-filiter (Файл: OLS.xlsx):

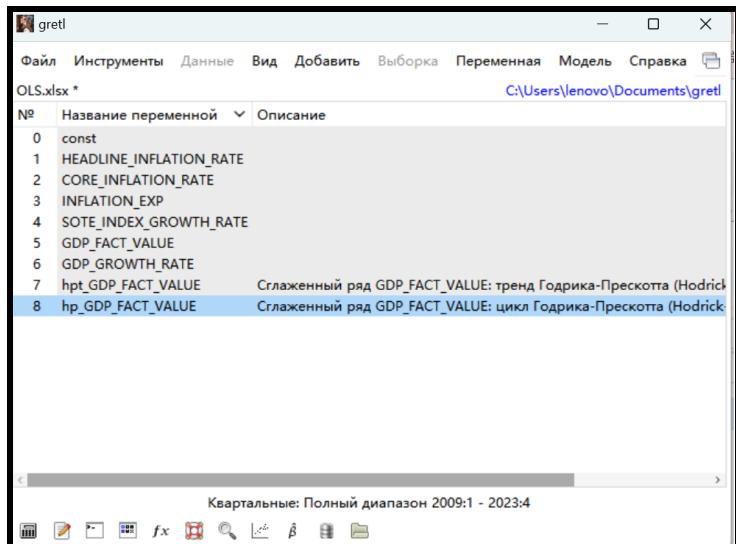
(Нажать “переменная” - “фильтр” - “Годрика-Прескотта” - выбрать все - “OK”)

**Фильтр Ходрика-Прескотта (HP-фильтр)** — это математический инструмент, широко используемый в макроэкономике для разделения временных рядов на трендовую и циклическую компоненты. Он позволяет выделить долгосрочный тренд, сглаживая краткосрочные колебания данных. Метод основан на минимизации суммы квадратов отклонений между исходными данными и трендом, с добавлением штрафа за изменение скорости роста тренда.

Источник:

[https://book.rleripio.com/ds\\_hpfilter](https://book.rleripio.com/ds_hpfilter)



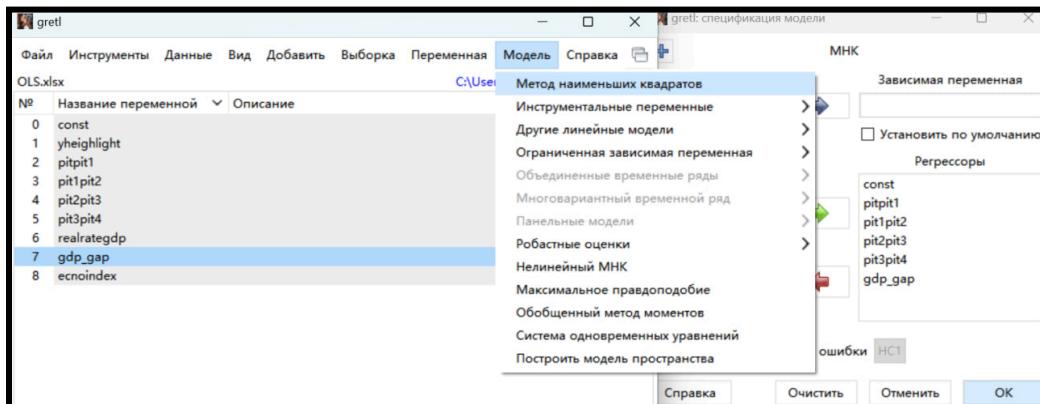


(Последние два датасета (*hpt*) - это потенциальный ВВП, *hp* - разность между фактическими и потенциальными значениями). Результаты см. выше.)

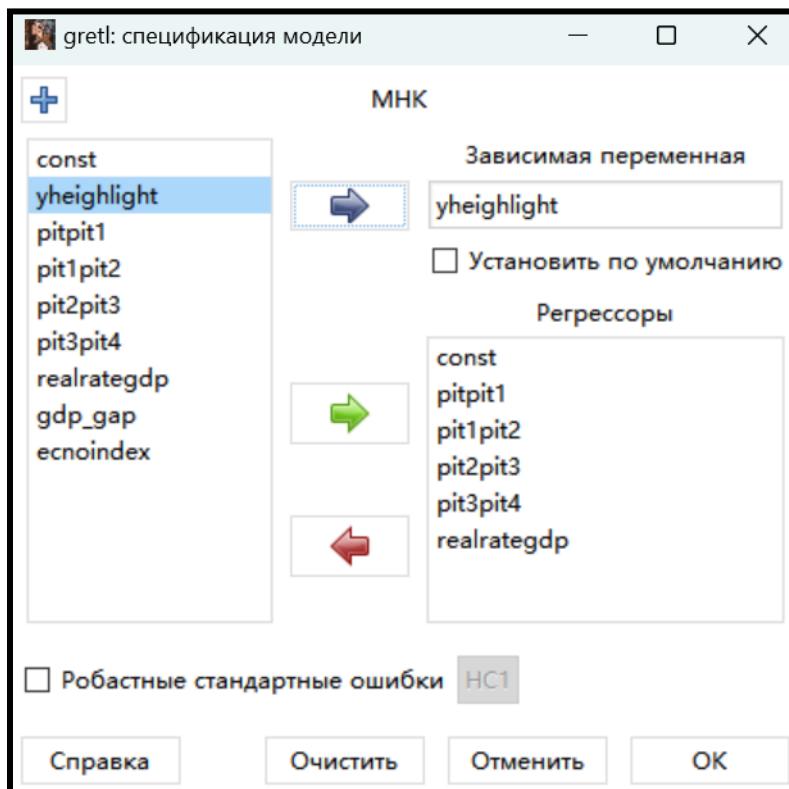
## МНК-оценки и прогнозирование:

\*в пакете GRETl можно рисовать лишь отдельные графики для каждого прогноза, поэтому этим мы займемся в Python.

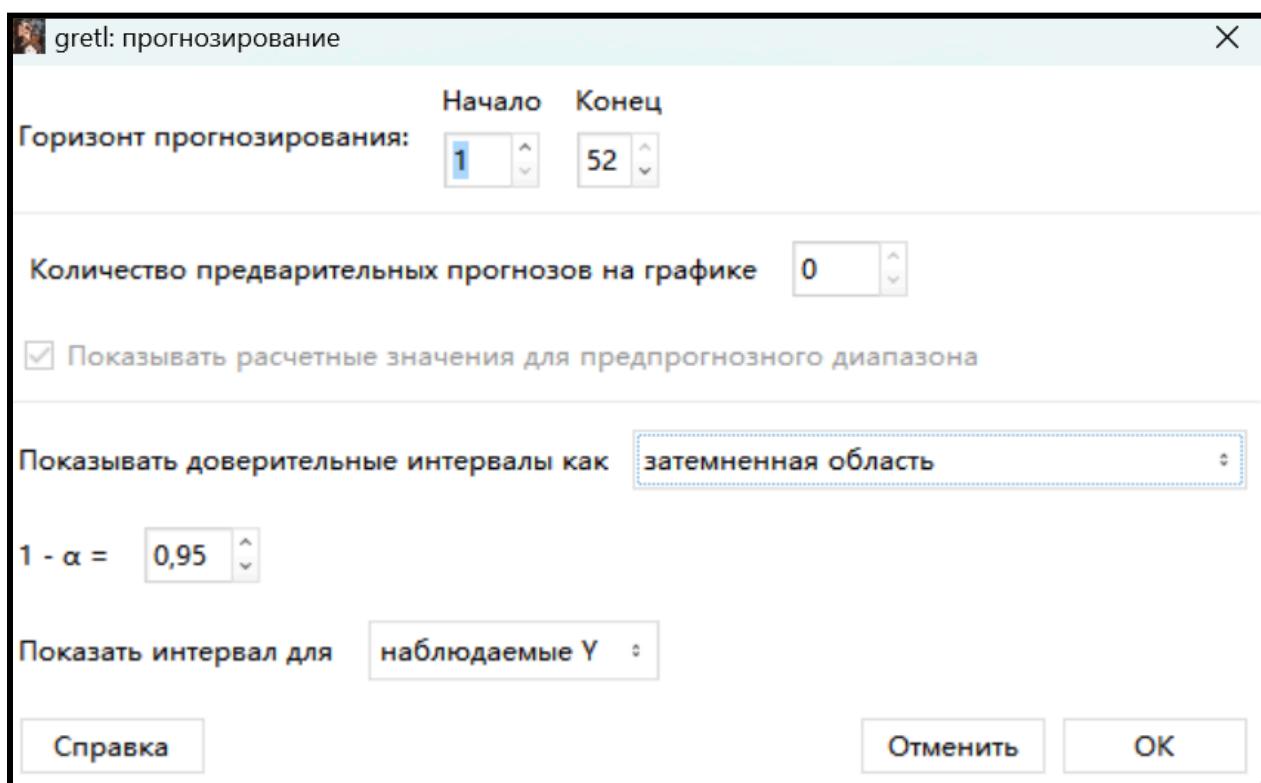
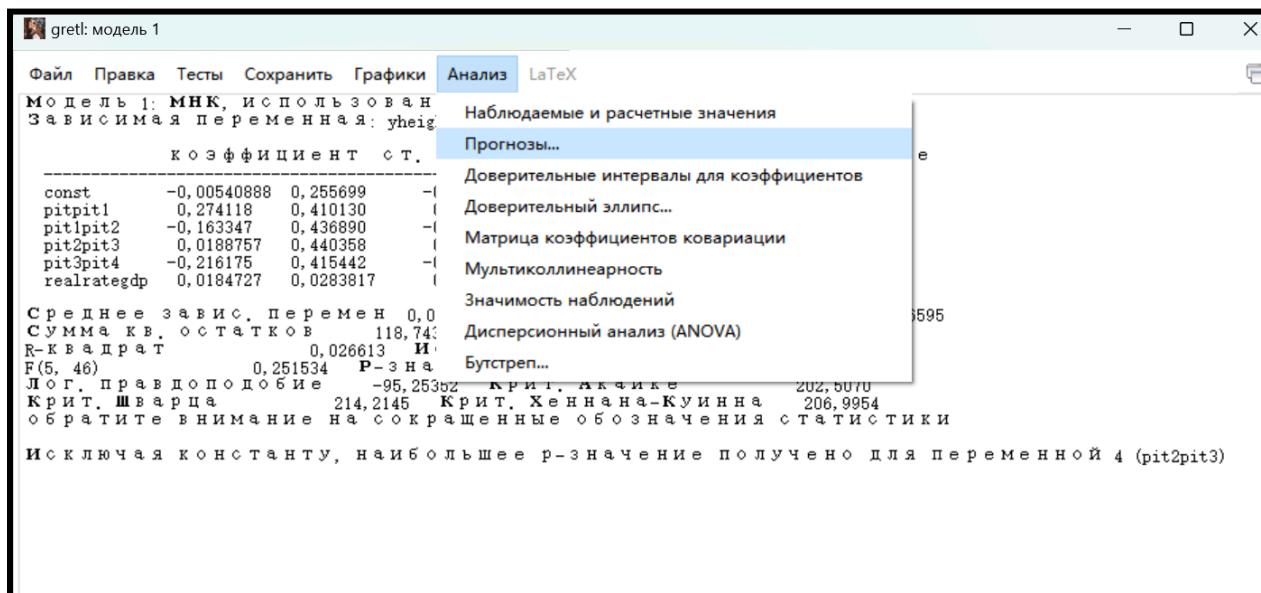
(“Модель” - “Метод наименьших квадратов” - выбираем зависимые и независимые переменные - “OK”)



(Построение МНК-оценки)

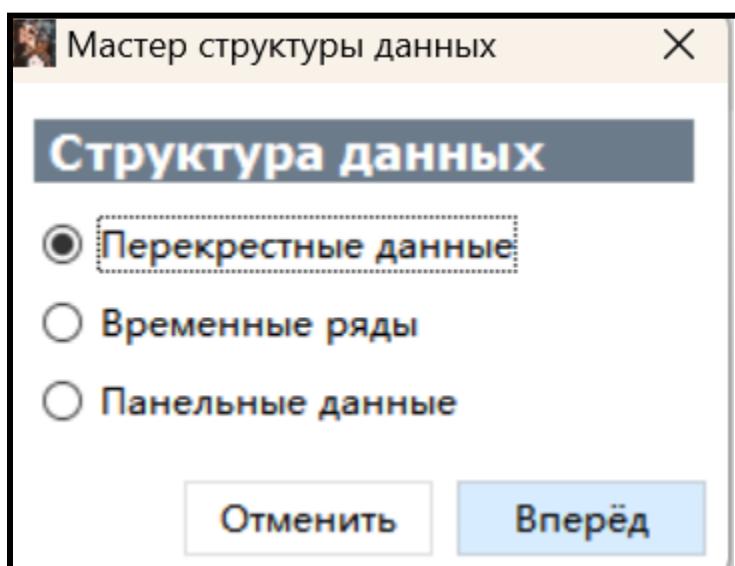
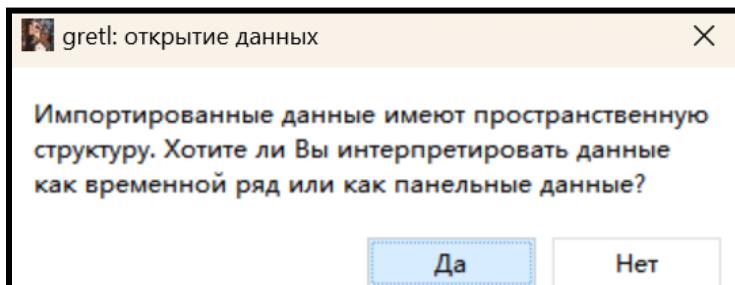


(Для того чтобы узнать качество прогноза линейной регрессии, нажимаем  
“Анализ” - “Прогнозы” - “Заполнить количество прогноза” - “OK” - “Результатом”)

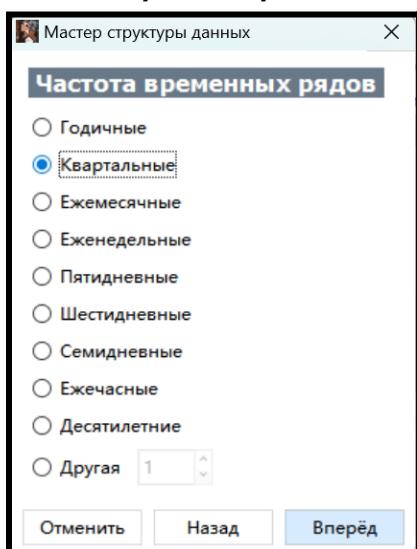


(также заполняем количество предварительных прогнозов на графике - 4)

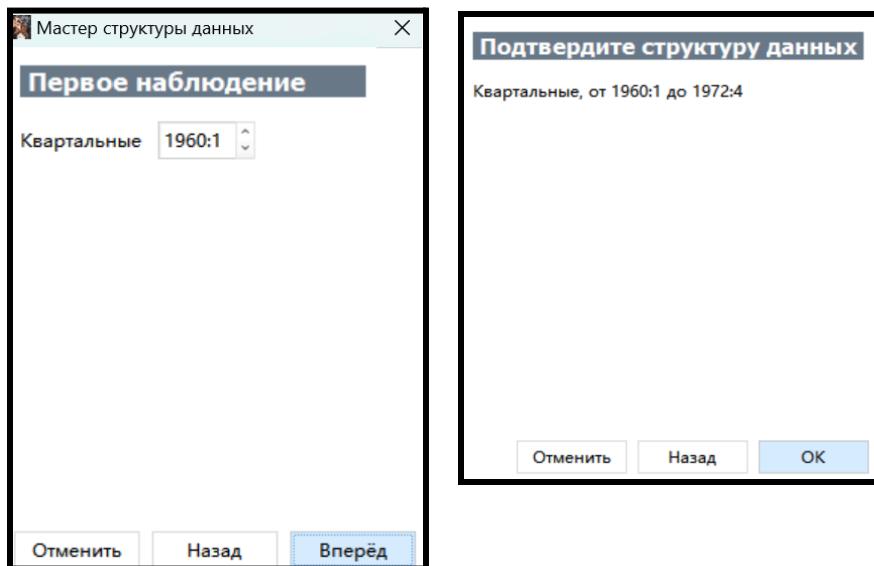
*Замечание - если в Excel не поставили время, тогда при импорте файла в GRETl могут попросить, какой вид данных нужно:*



*Если выбрать “временный ряд”, то можно выбрать вид временного ряда:*



*Если ввести дату 1-го значения, то автоматически отобразится период исследования (на картинке показан пример):*



#### **Дополнительные замечания к файлу OLS.xlsx:**

1. Поскольку в Спецификации 1 возникает  $t+4$  и  $t-4$ , а у нас 60 наблюдений,  $t$  принимает значения от 5 до 56 в Спецификациях 1, 5, 6, 7.
2. В Спецификациях 5-7 добавили независимую переменную  $x_{(t-1)}$ , поэтому исследуем данную переменную с 4-го по 55-й периоды.
3. В Спецификации 3 есть лишь период  $t+4$ , поэтому  $t$  принимает значения от 1 по 56.  
Зависимая переменная: по очереди исследуем совокупную инфляцию с 5-го по 60-ый периоды;  
Независимая переменная: По очереди исследуем ожидаемую инфляцию с 5-го по 60-ый периоды.
4. В файле OLS.xlsx присутствуют следующие листы:  
sheet 1 - основные данные;  
sheet 2 - разность и подготовка для Спецификации 1 (headline inflation);  
sheet 3 - разность и подготовка для Спецификации 1 (core inflation);  
heighlight - МНК-анализ для Спецификаций 1, 5, 6, 7;  
model 3 heighlight - Спецификация 3 (зависимая переменная: headline inflation);  
core - Пункт 4 для повторения Пункта 3 Спецификации 1;  
в листе heighlight and core название 1-ого столбца (у core/y heighlight) — разность между  $r_i^{(t+4)} - r_i^{(t)}$  соответственно, разность core и разность headline.

**\*heighlight** означает **headline**, при создании файла была сделана опечатка,  
принесим свои извинения :)

**Спасибо за внимание!**

