Санкт-Петербургский государственный университет

**Кафедра математической теории игр и статистических решений**

**Цветков Андрей Леонидович**

**Магистерская диссертация**

**Статистические методы прогнозирования социальных и эконометрических показателей. Эмпирические модели, описывающие долю населения старше 65 лет в странах мира.**

Направление 01.04.02

Прикладная математика и информатика

Магистерская программа математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Научный руководитель,  
доктор технических наук  
Буре В.М.

Санкт-Петербург

2018

Оглавление

[Введение 3](#_Toc515052502)

[Постановка задачи 5](#_Toc515052503)

[Цель работы 5](#_Toc515052504)

[Группы моделей 6](#_Toc515052505)

[Обзор литературы 10](#_Toc515052506)

[Глава 1 Выбор и построение эмпирической модели 10](#_Toc515052507)

[1.1 Анализ данных 10](#_Toc515052508)

[1.2 Анализ модели 11](#_Toc515052509)

[1.2.1 Критерий качества модели 11](#_Toc515052510)

[1.2.2 Критерии статистической значимости 12](#_Toc515052511)

[1.2.3 Проверка остатков 14](#_Toc515052512)

[1.2.4 Сравнение моделей 15](#_Toc515052513)

[Глава 2 Модели стран Европы 17](#_Toc515052514)

[Экономически развитые страны Европы 17](#_Toc515052515)

[Глава 3 Модели стран Азии и Америки 42](#_Toc515052516)

[Глава 4 Модели стран мира 66](#_Toc515052517)

[Глава 5 Выбор наилучшей модели для прогнозирования 97](#_Toc515052518)

[5.1 Выбор наилучшей модели 97](#_Toc515052519)

[5.2 Построение прогноза 106](#_Toc515052520)

[Заключение 109](#_Toc515052521)

[Список литературы 110](#_Toc515052522)

# Введение

Данная работа посвящена исследованию и применению статистических методов прогнозирования социальных и эконометрических показателей. Исследования такого рода представляют значительный интерес. Они позволяют выбирать верные стратегии, для достижения желаемого результата. Актуальность рассматриваемой задачи достаточно высока, об этом свидетельствуют многие стратегические документы разных стран и городов, например, «О Стратегии экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года». Повышение точности прогнозирования социальных и эконометрических показателей, в частности демографических, крайне важно и позволит облегчить устранение таких проблем как: установление соответствия планировки количества мест в образовательных учреждениях, в первую очередь дошкольных, повышение жилищных условий, трудоустройство населения и планирование объема расходов городского бюджета.

В исследовании рассматриваются эмпирические модели, описывающие долю населения старше 65 в странах Европы. В данной работе проведен анализ некоторых социально экономических показателей. В исследовании использовались статистические данные Всемирного Банка в период с 2001 по 2015 гг. Анализ проводится по показателям 93 стран мира. Демографическое старение населения – процесс увеличения доли пожилых и старых людей в общей численности населения, который сильно влияет на все сферы общества [1]. Согласно официальному демографическому прогнозу к 2030 г. доля населения России в возрасте 65 лет и более возрастет до 18% [2]. Такая тенденция связана с несколькими общемировыми факторами: снижение уровня рождаемости, увеличение ОПЖ, успехи в медицине. Эффект старения населения наблюдается в большинстве стран, и в ближайшие десятилетия средний возраст населения будет увеличиваться. Факторов, влияющих на этот процесс достаточно много, однако можно выделить самые значимые, внимание на которые надо обратить в первую очередь. Данный процесс призывает общество к радикальной адаптации, связанной с решением проблемы отвлечения ресурсов для поддержки пожилых групп населения, с признанием особых потребностей пожилых людей, с формированием новых отношений между поколениями. Именно поэтому старение населения является одной из основных социальных проблем ХХI века и одной из основных движущих сил социальных изменений [3].

В течении последних десятилетий математические и, в частности, статистические методы в экономике стремительно развиваются [4]. В первой главе рассматривается теоретические вопросы построения эмпирических моделей. Для анализа качества модели был использован коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации . Проведено рассмотрение критериев статистической значимости для модели (F-критерий Фишера) и статистической значимости объясняющих переменных (t-критерий Стьюдента). Так же проверка остатков выполняется критерием Дарбина-Уотсона и критерием Колмогорова-Смирнова. Для большей определенности выбора наилучшей модели рассматриваются критерии Акаике и Шварца.

Во второй, третьей и четвертой главах проведен анализ построенных моделей стран Европы, Азии, Америки и стран всего мира в целом, включающих все численные показатели, рассмотренные в первой главе, графики динамики p-значения критерия Стьюдента, коэффициентов моделей, среднего значения показателей стран, а также их произведения. Анализ проведен по дынным, взятых из [5] по показателям 93 стран.

В пятой главе проведен анализ построенных моделей и выбраны те модели, которые наилучшим способом описывают рассмотренную ситуацию. На основе этих моделей построен прогноз на 2016 год.

В конце работы подведены итоги и выводы. Вычисления были проведены в MS Excel и [программа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0) для [статистической обработки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7) данных SPSS. За основу исследования была взята работа [6].

# Постановка задачи

Работа заключается в построении эмпирических моделей, которые описывают влияние ряда социально-экономических показателей на численность населения Европы старше 65 лет. Кластеризация временных рядов - актуальная задача современного анализа данных [7]. Страны Европы разделены на две группы по классификации Международного валютного фонда: экономически развитые и менее экономически развитые страны Европы, Азии и Америки [8].

## Цель работы

* Провести анализ имеющихся данных, влияющих на показатели населения в возрасте старше 65 лет в период с 2001 по 2015 гг;
* Построить множественную линейную регрессионную модель;
* Вычислить коэффициент детерминации;
* Провести анализ модели F-критерием, t-критерием для каждого коэффициента;
* Проверить остатки на нормальность критерием Колмогорова-Смирнова и автокорреляцию критерием Дарбина-Уотсона;
* Построить графики остатков и динамики временных рядов: коэффициентов объясняющих переменных, значения факторов, их произведения и p-значения;
* Провести анализ полученных данных;
* Сделать выводы о качестве эконометрических моделей;
* Построить прогноз на 2016 год по рассчитанной модели и сравнить полученные значения с настоящими;

## Группы моделей

В работе приведены следующие группы стран:

* Экономически развитые страны Европы
* Менее экономически развитые страны Европы
* Страны Америки
* Страны Азии
* Экономически развитые страны мира
* Менее экономически развитые страны мира

В состав экономически развитых и менее развитых стран Европы, Азии и Америки входят:

**Экономически развитые страны Европы:**

* Австрия
* Бельгия
* Швейцария
* Чехия
* Германия
* Дания
* Испания
* Эстония
* Финляндия
* Франция
* Великобритания
* Греция
* Ирландия
* Исландия
* Италия
* Литва
* Люксембург
* Латвия
* Мальта
* Нидерланды
* Норвегия
* Португалия
* Словакия
* Словения
* Швеция

**Менее экономические развитые страны Европы:**

* Албания
* Болгария
* Босния и Герцеговина
* Беларусь
* Хорватия
* Венгрия
* Молдова
* Македония
* Черногория
* Польша
* Румыния
* Россия
* Сербия
* Украина

**Страны Америки:**

* Багамские острова
* Барбадос
* Коста-Рика
* Куба
* Доминиканская Республика
* Гватемала
* Гондурас
* Гаити
* Ямайка
* Мексика
* Никарагуа
* Панама
* Сальвадор

**Страны Азии:**

* Афганистан
* Объединенные Арабские Эмираты
* Армения
* Азербайджан
* Бангладеш
* Бахрейн
* Бруней
* Бутан
* Китай
* Грузия
* Индия
* Индонезия
* Иран
* Ирак
* Иордания
* Казахстан
* Киргизия
* Камбоджа
* Кувейт
* Лаос
* Шри-Ланка
* Мальдивы
* Мьянма
* Монголия
* Малайзия
* Непал
* Пакистан
* Филиппины
* Корейская Народно-Демократическая Республика
* Катар
* Саудовская Аравия
* Сирийская Арабская Республика
* Таиланд
* Таджикистан
* Туркменистан
* Узбекистан
* Вьетнам
* Йемен

Вышеприведенное разделение стран на развитые и менее развитые обусловлено существующими различиями в уровне социально-экономического развития.

Рассмотренные факторы

* Y - Доля населения старше 65 лет
* Q - Доступ к экологически чистым видам топлива и технологиям приготовления пищи (% населения)
* W - Доступ к электроэнергии (% населения)
* K - Заболеваемость туберкулезом (% населения)
* L - Лица, пользующиеся Интернетом (% населения)
* M - Ожидаемая продолжительность жизни
* V - Рождаемость (% населения)
* D - Уровень смертности (% населения)

По данным взятым из [8] был проведен регрессионный анализ, с помощью которого построено 480 моделей множественной регрессии по всем группам стран в промежутке с 2001 по 2015 год.

В качестве типа модели: Y=\*+…+\*+d

Где – коэффициент,

– значение показателя,

d – свободный член.

Коэффициенты и d оцениваются методом наименьших квадратов по статистическим данным.

Целью создания стольких моделей является построение временных рядов, состоящих из коэффициентов объясняющих переменных , значения среднего по странам факторов , их произведений и p-значений.

# Обзор литературы

В ходе подготовки к исследованию для описания и понимания проблематики была использована литература [1; 2; 3]. Для подготовки теоретической части были использованы [4; 7; 9; 10; 11; 12; 13; 14]. Данные для анализа и построения моделей были взяты из [5], классификация данных производилась согласно [8]. За основу работы была взята [6].

# Глава 1 Выбор и построение эмпирической модели

## Анализ данных

В исследовании моделей с объясняющими переменными, влияющих на долю населения старше 65 лет, было рассмотрено 25 факторов, взятых из [8], однако в ходе регрессионного анализа выявлено, что только 7 из них имеют статистическую значимость. На выбор стран повлиял аспект того, что не для всех стран есть необходимые значения по выбранным данным или же запись этих данных отсутствовала на рассматриваемых временных периодах.

## 1.2 Анализ модели

На сегодняшний день существует множество способов выбора анализа моделей для сравнения и выявления наиболее подходящей из выбранных. В работе будет использоваться наиболее популярные и точные критерии отбора модели. Для анализа качества моделей выбран коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации. Для того что бы проверить статистическую значимость самой модели и статистическую значимость ее объясняющих переменных выбраны F-критерий Фишера и t-критерий Стьюдента соответственно. В работе так же используется анализ остатков для проверки автокорреляции и нормального распределения критерием Дарбина-Уотсона и Колмогорова-Смирнова соответственно. Методами сравнения моделей были выбраны критерий Акаике (AIC) и Шварца (SC).

### 1.2.1 Критерий качества модели

Для оценки качества модели используют коэффициент детерминации . Коэффициент детерминации определяет долю дисперсии зависимой переменной, объясненную уравнением регрессии [9]. Точнее показывает качество подгонки регрессионной модели к наблюдаемым значениям [10].

Если число регрессоров равно числу наблюдений, тогда = 1.

Целесообразно также использовать скорректированный (adjusted) коэффициент детерминации (). Скорректированный коэффициент детерминации вводит штраф за увеличение количества объясняющих переменных.

Формула нахождения скорректированного коэффициента детерминации [10].

(1)

Свой-ва :

1. (2).
2. ≥, k > 1.
3. ≤ 1, но может принимать значения < 0.

Формула нахождения коэффициента детерминации [10].

=1 - (3)

где ESS – error sum of squares (необъясненная сумма квадратов отклонений),

TSS – total sum of squares (общая сумма квадратов отклонений).

Коэффициент детерминации принимает значения в промежутке от -1 до +1. Чем ближе значение коэффициента по модулю к 1, тем теснее связь результативного значения с анализируемыми факторами. Если коэффициент детерминации = 0.9, следовательно, уравнением регрессии объясняется 90% дисперсии результативного значения. Значение коэффициента детерминации является основным критерием оценки качества модели. Чем больше доля объясненной вариации, тем слабее роль остальных факторов, значит модель регрессии хорошо аппроксимирует исходный временной ряд, следовательно, данной регрессионной моделью можно воспользоваться для построения дальнейших значений результативного показателя.

### 1.2.2 Критерии статистической значимости

Критерий Фишера

F-критерий Фишера является параметрическим критерием и позволяет сравнивать величины выбороч­ных дисперсий двух независимых выборок. Формула вычисления критерия Фи­шера такова [11]:

(4)

где – число наблюдений,

k – число объясняющих переменных

Если полученное значение критерия больше критического , то модель считается статистически значимой. определяется из специальной таблицы, исходя из определенного уровня значимости и числа степеней свободы.

Критерий Стьюдента

t-критерий Стьюдента использован для проверки значимости каждого коэффициента при факторе регрессионной модели.

t-критерий Стьюдента это название для [статистических тестов](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82), статистика критерия в которых имеет [распределение Стьюдента](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A1%D1%82%D1%8C%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0). t-критерии наиболее часто применяются для проверки равенства средних значений в двух [выборках](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%92%D1%8B%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0). [Нулевая гипотеза](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9D%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0) предполагает, что средние равны, а отрицание этого предположения называют [гипотезой сдвига](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0_%D1%81%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0).

Разновидности критерия Стьюдента являются параметрическими. Они основаны на дополнительном предположении о нормальности выборки данных. Поэтому надо выполнить [проверку нормальности](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8_%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) перед применением критерия Стьюдента. Непараметрическими статистическими тестами необходимо пользоваться, если гипотеза нормальности не отвергается.

В данной работе уровень значимости для t-критерия Стьюдента выбран 5% ( = 0,05).

Если p-значение критерия Стьюдента меньше заданного уровня значимости ( = 0,05), то объясняющая переменная модели является статистически значимой, и наоборот.

Статистическая значимость результата представляет собой оцененную меру уверенности в его «истинности» (в смысле «репрезентативности выборки») [12]. Точнее p-значение – это показатель, находящийся в убывающей зависимости от надежности результата. Более высокое p-значение соответствует более низкому уровню доверия к найденным в выборке зависимости между переменными.

### 1.2.3 Проверка остатков

Критерий Колмогорова-Смирнова

Для проверки остатков на нормальность использован критерий Колмогорова-Смирнова.

Один широко используемый критерий для [статистической проверки гипотез](http://economy-ru.info/info/21587) был предложен Смирновым в 1939 г. и в дальнейшем развит самим автором и Колмогоровым. Критерий Колмогорова-Смирнова применяется в тех случаях, когда проверяемое [распределение непрерывно](http://economy-ru.info/info/17915) и известны среднее и дисперсия совокупности [13].

Данный критерий представляет собой непараметрический метод проверки степени согласия эмпирической функции распределения переменной с определенным законом распределения.

Критерий Колмогорова-Смирнова сравнивает эмпирическую [функцию распределения](http://economy-ru.info/info/3186) переменной с определенным теоретическим законом. [14].

Для реализации критерия Колмогорова-Смирнова был использован пакет SPSS. В данной работе уровень асимптотической значимости выбран 5% ( = 0,05).

Критерий Дарбина-Уотсона

Критерий используется для проверки гипотезы об отсутствии автокорреляции первого порядка в векторе остатков регрессионной модели.

Для проверки основной гипотезы используется статистика критерия Дарбина-Уотсона – DW:

(5)

Свойства:

1. 0 < DW < - гипотеза H0 отвергается, есть положительная автокорреляция;
2. < DW <  - зона неопределённости;
3. < DW < 4 - - гипотеза H0 не отвергается, автокорреляции нет;
4. 4 -    < DW < 4 - - - зона неопределённости;
5. 4 - < DW < 4 - гипотеза H0 отвергается, есть отрицательная автокорреляция.

Сериальная корреляция измеряет корреляцию между последовательными значениями некоторого статистического ряда наблюдений, например, это может быть временной ряд элементы которого соответствуют дням или годам. Сериальная корреляция, близкая к нулю, свидетельствует об отсутствии корреляции между изменениями значений в следующих друг за другом периодах.

В прикладном анализе статистических данных принято считать, что, если статистика критерия Дарбина-Уотсона меняется в пределах от 1,5 до 2,5, то регрессионная модель может быть признана адекватной.

## 1.2.4 Сравнение моделей

Критерий Акаике и Шварца

Для выбора между альтернативными моделями наряду со скорректированным коэффициентом детерминации часто используют так называемые информационные критерии Акаике (AIC) и Шварца (SC) [15].

Информационный критерий является мерой качества моделей, учитывающей степень приближения модели и ее простоту. Принято считать лучшей по качеству модель, значение критерия для которой меньше [16].

Рассмотрим два информационных критерия.

1. Критерий Акаике (AIC)

AIC = + +1+ ln2π (6)

где - число наблюдений,

– квадрат остатков,

- число степеней свободы.

Особенности критерия:

* «Штрафование» числа параметров ограничивает рост сложности модели;
* Может сравнивать модели только одинаковыми выборками.

При увеличении числа объясняющих переменных первое слагаемое уменьшается, второе напротив увеличивается. Аналогично и с критерием Шварца.

1. Критерий Шварца (SC)

SC = + +1+ ln2π (7)

где - число наблюдений,

– квадрат остатков,

- число степеней свободы.

Байесовский информационный критерий (Schwarz Criterion - SC) используется для выбора модели из класса параметризованных моделей, которые зависят от разного числа параметров. Основное отличие от критерия Акаике заключается в том, что данный критерий налагает штраф на увеличение количества параметров, так как больше двух уже при восьми наблюдениях.

Особенности критерия:

* Критерий Шварца является возрастающей функцией от числа значений в модели и от остаточной суммы квадратов ошибок модели;
* Используется при длинных выборках данных.

Среди альтернативных моделей предпочтение отдается модели с наименьшим значением AIC или SC.

# Глава 2 Модели стран Европы

## Экономически развитые страны Европы

Первая модель экономически развитых стран Европы включает в себя три объясняющие переменные: «ожидаемая продолжительность жизни» (М), «рождаемость» (V) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,8 | 0,82 | 0,86 | 0,82 | 0,86 | 0,86 | 0,89 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,84 |
| R\_adj^2 | 0,77 | 0,79 | 0,84 | 0,79 | 0,84 | 0,84 | 0,87 | 0,91 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,9 | 0,82 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.77 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 27,64123 | 30,89133 | 42,32755 | 31,38058 | 41,80467 | 43,95212 | 56,38152 | 77,35277 |
| *Значимость F* | 1,74E-07 | 6,87E-08 | 4,41E-09 | 6,01E-08 | 4,92E-09 | 3,14E-09 | 3,22E-10 | 1,62E-11 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 112,1176 | 111,6222 | 121,1985 | 118,5038 | 105,5496 | 73,66009 | 37,06354 |  |
| *Значимость F* | 4,38E-13 | 4,58E-13 | 2,03E-13 | 2,54E-13 | 7,94E-13 | 2,59E-11 | 1,43E-08 |  |

= 2,99

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | M | 1,16E-07 | 9,34E-08 | 1,26E-08 | 2,16E-07 | 3,4E-08 | 2,41E-08 | 9,82E-09 | 2,75E-09 |
| p-value | V | 0,037357 | 0,015544 | 0,017828 | 0,008334 | 0,008896 | 0,005472 | 0,00459 | 0,002257 |
| p-value | D | 8,28E-07 | 5,14E-07 | 3,85E-08 | 8,48E-07 | 5,11E-08 | 1,72E-08 | 2,63E-09 | 4,9E-10 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | M | 5,3E-10 | 2,75E-10 | 2,27E-10 | 1,57E-10 | 3,68E-10 | 8,21E-09 | 7,42E-06 |  |
| p-value | V | 0,000411 | 0,00021 | 0,005005 | 0,009015 | 0,016477 | 0,130421 | 0,446934 |  |
| p-value | D | 1,59E-10 | 1,97E-10 | 1,97E-10 | 4,91E-11 | 8,79E-11 | 1,36E-09 | 6E-07 |  |

При заданном уровне альфа 0,05 коэффициенты при всех объясняющих переменных модели статистически значимы за исключением того, что коэффициент при факторе рождаемости с 2013-2015гг оказывается статистически не значим.

1. Графики динамики p-value:

По графику динамики рождаемости можно заметить, что тенденция движется в сторону уменьшения показателей статистической значимости коэффициента при объясняющей переменной. Подобное явление может указывать на то, что есть вероятность, что в ближайшие годы при сохранении тенденции этот параметр будет влиять на итоговые значения доли населения старше 65 лет все меньше с каждым годом.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

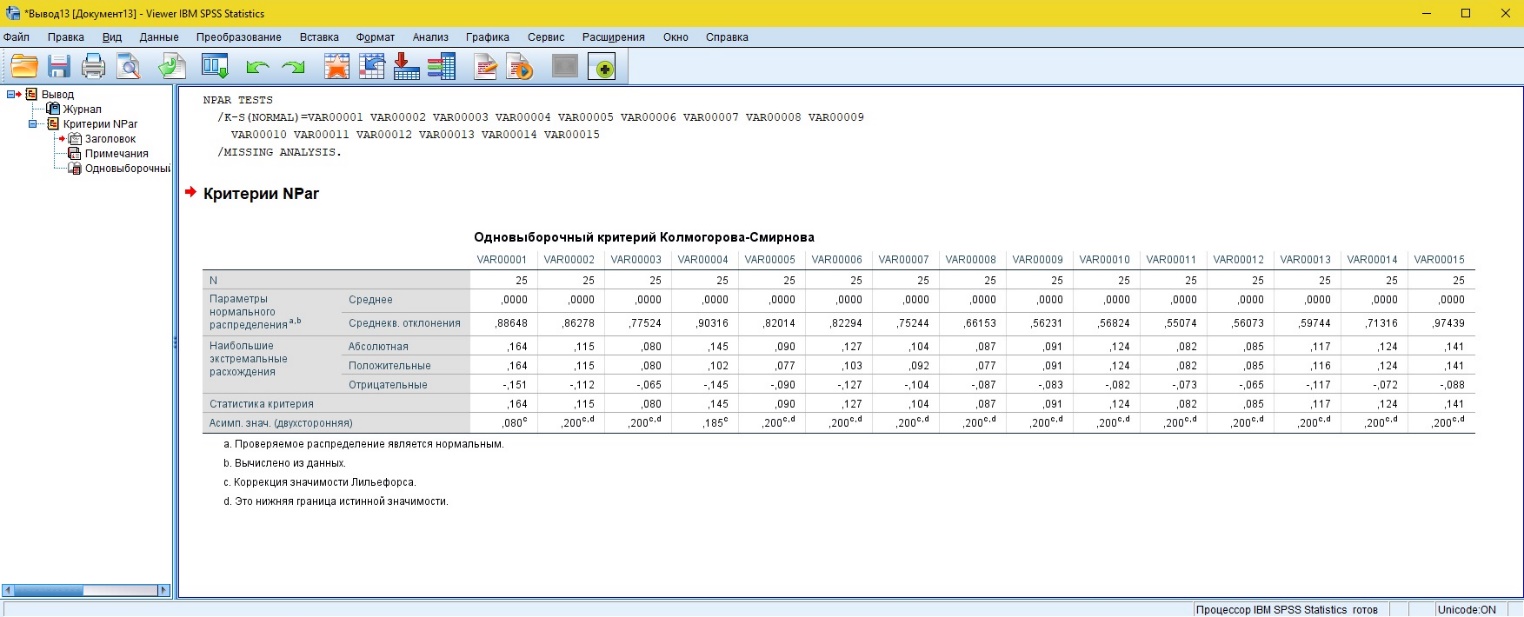
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,821092 | 0,817082 | 0,868114 | 0,90376 | 0,949931 | 0,990243 | 0,950265 | 0,950026 |
| коэф | V | -2,88022 | -3,43709 | -3,14444 | -4,19916 | -3,91757 | -3,77595 | -3,38805 | -3,33783 |
| коэф | D | 13,66658 | 13,50108 | 15,22306 | 14,5857 | 16,10181 | 17,00484 | 16,76511 | 17,23703 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,937222 | 1,014949 | 1,012479 | 1,025175 | 1,092698 | 1,136462 | 0,998746 |  |
| коэф | V | -3,51486 | -3,85659 | -3,1116 | -2,82465 | -2,75188 | -2,10432 | -1,65846 |  |
| коэф | D | 16,57194 | 16,27951 | 17,25208 | 17,27263 | 17,43043 | 18,27762 | 15,97413 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 77,19766 | 77,34888 | 77,52185 | 78,01746 | 78,17395 | 78,42254 | 78,60868 | 78,96273 |
| ср знач | V | 1,0704 | 1,0676 | 1,076 | 1,0848 | 1,0836 | 1,0988 | 1,1096 | 1,1404 |
| ср знач | D | 0,9692 | 0,9756 | 0,9844 | 0,946 | 0,9588 | 0,9508 | 0,9548 | 0,9448 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 79,2519 | 79,56293 | 80,00859 | 80,08898 | 80,35424 | 80,74546 | 80,9279 |  |
| ср знач | V | 1,1316 | 1,1268 | 1,0932 | 1,0792 | 1,05 | 1,0552 | 1,0468 |  |
| ср знач | D | 0,9396 | 0,938 | 0,9292 | 0,9512 | 0,9456 | 0,9316 | 0,9664 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | M | 63,38634 | 63,20034 | 67,2978 | 70,50905 | 74,25986 | 77,65739 | 74,69909 | 75,01669 |
| приоз | V | -3,08299 | -3,66944 | -3,38342 | -4,55525 | -4,24508 | -4,14901 | -3,75938 | -3,80646 |
| приоз | D | 13,24565 | 13,17165 | 14,98558 | 13,79807 | 15,43842 | 16,1682 | 16,00733 | 16,28555 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | M | 74,27666 | 80,75233 | 81,00698 | 82,10525 | 87,80293 | 91,76416 | 80,82645 |  |
| приоз | V | -3,97742 | -4,3456 | -3,4016 | -3,04837 | -2,88948 | -2,22048 | -1,73607 |  |
| приоз | D | 15,57099 | 15,27018 | 16,03063 | 16,42972 | 16,48221 | 17,02743 | 15,4374 |  |

Динамика значений коэффициентов и средних значений показателей стран не имеет определенной положительной или отрицательной направленности, в следствии чего разумно рассмотреть динамику их произведения. На графиках динамики произведений можно заметить, что за весь исследуемый период времени в среднем наблюдается тенденция увеличения показателей всех факторов, из чего можно сделать вывод, что общая доля населения старше 65 лет в ближайшие годы будет увеличиваться.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,23 | 2,36 | 2,15 | | 2,07 | 1,76 | 2,13 | 2,36 | | 2,4 | 2,3 | 2,32 | | 2,5 | 2,28 | 2,01 | 2,08 | 1,53 |
| d(l) = 1,123 < | | | | DW | | | | | > d(u) = 1,654 | | | |

Как отмечалось ранее, если статистика критерия меняется от 1,5 до 2,5 нет оснований говорить о наличии значимой сериальной корреляции.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,8 | 2,74 | 2,53 | 2,83 | 2,64 | 2,65 | 2,47 | 2,21 | 1,89 | 1,91 | 1,84 | 1,88 | 2,01 | 2,36 | 2,99 |
| SC | 2,94 | 2,89 | 2,67 | 2,98 | 2,79 | 2,79 | 2,61 | 2,36 | 2,03 | 2,05 | 1,99 | 2,03 | 2,15 | 2,51 | 3,13 |

Далее рассмотрим вторую модель экономически развитых стран Европы, включающую в себя четыре объясняющие переменные: «ожидаемая продолжительность жизни» (М), «рождаемость» (V), «уровень смертности» (D) и «лица пользующиеся интернетом» (L).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,82 | 0,88 | 0,9 | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,92 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,91 | 0,84 |
| R\_adj^2 | 0,79 | 0,85 | 0,88 | 0,83 | 0,86 | 0,88 | 0,9 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,9 | 0,81 |

1. и

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.79 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 23,45899 | 36,07319 | 46,05172 | 30,82664 | 38,54386 | 45,62767 | 57,0465 | 87,96118 |
| *Значимость F* | 2,59E-07 | 6,99E-09 | 8,14E-10 | 2,69E-08 | 3,93E-09 | 8,84E-10 | 1,18E-10 | 2,12E-12 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 112,7535 | 104,4616 | 100,8757 | 86,6635 | 76,63372 | 53,13002 | 27,01852 |  |
| *Значимость F* | 2,01E-13 | 4,17E-13 | 5,81E-13 | 2,44E-12 | 7,72E-12 | 2,25E-10 | 8,14E-08 |  |

= 2,76

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | L | 0,098504 | 0,004322 | 0,007133 | 0,022288 | 0,037214 | 0,011137 | 0,013125 | 0,003617 |
| p-value | M | 1,5E-07 | 2,9E-09 | 7,22E-10 | 2,85E-08 | 7,7E-09 | 1,94E-09 | 9,83E-10 | 9,41E-11 |
| p-value | V | 0,171677 | 0,101572 | 0,125246 | 0,056717 | 0,036658 | 0,033117 | 0,025545 | 0,006502 |
| p-value | D | 4,18E-07 | 1,47E-08 | 1,99E-09 | 1,05E-07 | 1,22E-08 | 1,56E-09 | 3,41E-10 | 2,32E-11 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | L | 0,011784 | 0,025371 | 0,092381 | 0,509916 | 0,584596 | 0,676743 | 0,562947 |  |
| p-value | M | 5,81E-11 | 6,47E-11 | 1,59E-10 | 3,55E-10 | 8,4E-10 | 1,79E-08 | 1,04E-05 |  |
| p-value | V | 0,001078 | 0,000722 | 0,013068 | 0,023773 | 0,050954 | 0,246539 | 0,375458 |  |
| p-value | D | 2,43E-11 | 5,97E-11 | 1,97E-10 | 1,44E-10 | 2,3E-10 | 4,25E-09 | 1,35E-06 |  |

При заданном уровне альфа 0,05 коэффициенты при объясняющих переменных ожидаемой продолжительности жизни и уровня смертности модели статистически значимы. Однако можно заметить, что в последние годы статистическая значимость при выбранном альфа коэффициента при факторе лиц, пользующихся интернетом, и рождаемости отсутствует.

1. Графики динамики p-value:

По графикам рождаемости можно заметить, что наблюдается возрастание p-значения, что может указывать вероятность непригодности параметра в данной модели в следующие годы, а динамика лиц, пользующихся интернетом, предположительно стремится к уровню статистической значимости. Пододный изменение p-значения коэффициента при праметре L может быть вызвано кратковременными перменами в какой-нибудь сфере, повлиявших на это.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

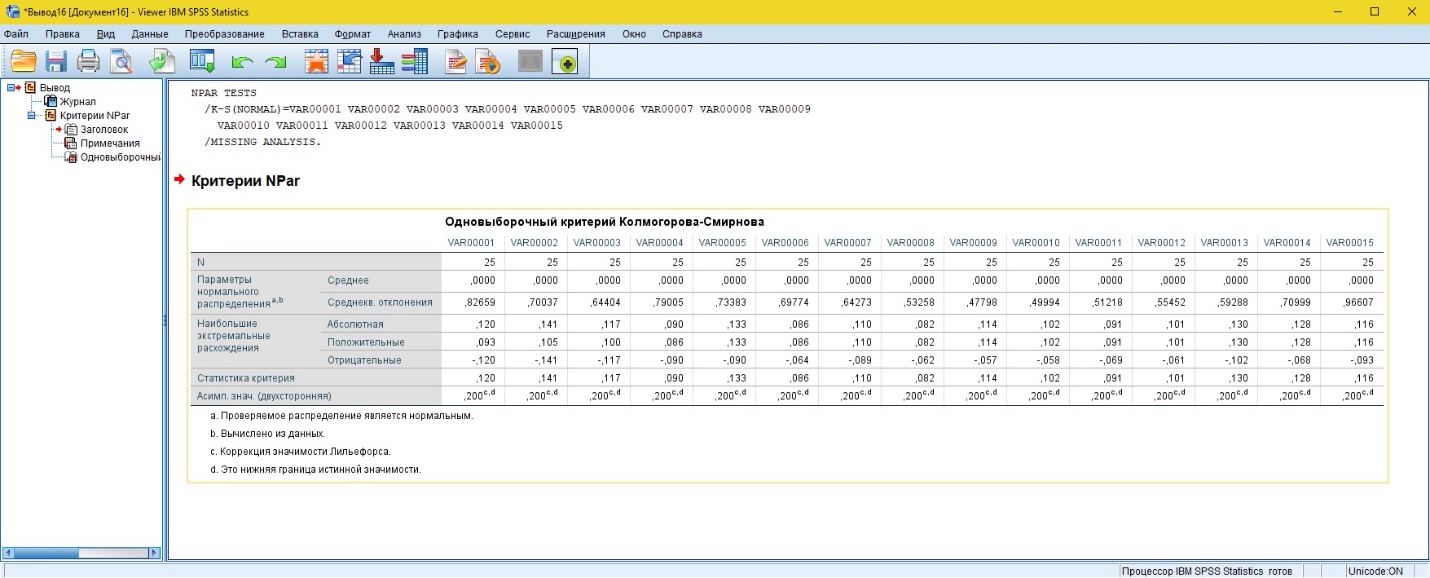
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | L | -0,02696 | -0,03047 | -0,02674 | -0,02699 | -0,02173 | -0,02781 | -0,02774 | -0,02785 |
| коэф | M | 0,929538 | 0,929265 | 0,963255 | 0,994096 | 1,006196 | 1,048899 | 0,993943 | 0,992208 |
| коэф | V | -1,92231 | -2,01245 | -1,81187 | -2,83983 | -2,95284 | -2,60686 | -2,41497 | -2,52132 |
| коэф | D | 14,92564 | 15,03406 | 16,34857 | 15,83139 | 16,6967 | 17,68265 | 17,04996 | 17,45611 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | L | -0,02282 | -0,02233 | -0,01815 | -0,00822 | -0,00776 | -0,00786 | 0,016055 |  |
| коэф | M | 0,961272 | 1,02826 | 1,018388 | 1,025947 | 1,096369 | 1,135289 | 1,010328 |  |
| коэф | V | -2,90979 | -3,25594 | -2,66655 | -2,58558 | -2,4683 | -1,81777 | -2,07028 |  |
| коэф | D | 16,58641 | 16,23085 | 17,04969 | 17,17112 | 17,3943 | 18,16129 | 16,40588 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | L | 30,90108 | 41,61636 | 48,36819 | 53,3152 | 57,328 | 61,6848 | 65,80393 | 69,3264 |
| ср знач | M | 77,19766 | 77,34888 | 77,52185 | 78,01746 | 78,17395 | 78,42254 | 78,60868 | 78,96273 |
| ср знач | V | 1,0704 | 1,0676 | 1,076 | 1,0848 | 1,0836 | 1,0988 | 1,1096 | 1,1404 |
| ср знач | D | 0,9692 | 0,9756 | 0,9844 | 0,946 | 0,9588 | 0,9508 | 0,9548 | 0,9448 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | L | 72,2764 | 75,2512 | 76,98049 | 78,86437 | 80,51606 | 81,80305 | 83,02235 |  |
| ср знач | M | 79,2519 | 79,56293 | 80,00859 | 80,08898 | 80,35424 | 80,74546 | 80,9279 |  |
| ср знач | V | 1,1316 | 1,1268 | 1,0932 | 1,0792 | 1,05 | 1,0552 | 1,0468 |  |
| ср знач | D | 0,9396 | 0,938 | 0,9292 | 0,9512 | 0,9456 | 0,9316 | 0,9664 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | L | -0,83295 | -1,2679 | -1,29326 | -1,43878 | -1,24574 | -1,71572 | -1,82553 | -1,93084 |
| приоз | M | 71,75818 | 71,87759 | 74,6733 | 77,55686 | 78,65832 | 82,25735 | 78,13252 | 78,34742 |
| приоз | V | -2,05764 | -2,14849 | -1,94957 | -3,08065 | -3,1997 | -2,86442 | -2,67965 | -2,87531 |
| приоз | D | 14,46593 | 14,66723 | 16,09353 | 14,97649 | 16,0088 | 16,81266 | 16,27931 | 16,49253 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | L | -1,64967 | -1,68011 | -1,39691 | -0,64819 | -0,62496 | -0,64327 | 1,332911 |  |
| приоз | M | 76,18266 | 81,81137 | 81,47976 | 82,16704 | 88,09793 | 91,66946 | 81,76374 |  |
| приоз | V | -3,29272 | -3,6688 | -2,91508 | -2,79035 | -2,59171 | -1,91811 | -2,16717 |  |
| приоз | D | 15,58459 | 15,22454 | 15,84257 | 16,33317 | 16,44805 | 16,91906 | 15,85464 |  |

Графики произведения не являются показательными, из чего можно сказать, что в данная модель не может явно указать на тенденцию исследуемого итогового параметра.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,13 | 2,3 | 2,13 | 2,04 | 1,8 | 2,3 | 2,37 | 2,24 | 2,46 | 2,19 | 2,33 | 2,17 | 1,92 | 2,01 | 1,66 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| d(l) = 1,038 < | DW | > d(u) = 1,767 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,74 | 2,4 | 2,24 | 2,65 | 2,5 | 2,4 | 2,23 | 1,86 | 1,64 | 1,73 | 1,78 | 1,94 | 2,07 | 2,43 | 3,05 |
| SC | 2,93 | 2,6 | 2,43 | 2,84 | 2,69 | 2,59 | 2,43 | 2,05 | 1,84 | 1,93 | 1,97 | 2,13 | 2,27 | 2,63 | 3,24 |

Рассмотрим первую модель менее экономически развитых стран Европы, которая включает в себя три объясняющие переменные: «ожидаемая продолжительность жизни» (М), «доступ к электроэнергии» (W) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,93 | 0,92 | 0,89 | 0,91 | 0,89 | 0,89 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,98 | 0,96 |
| R\_adj^2 | 0,91 | 0,9 | 0,86 | 0,89 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,9 | 0,97 | 0,95 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.85 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 43,17574 | 38,55668 | 27,57684 | 35,6517 | 25,68658 | 26,74095 | 33,00786 | 29,48279 |
| *Значимость F* | 4,96E-06 | 8,35E-06 | 3,77E-05 | 1,19E-05 | 5,15E-05 | 4,31E-05 | 1,69E-05 | 2,8E-05 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 27,89282 | 46,79872 | 46,71978 | 49,01826 | 39,5537 | 142,8866 | 90,19551 |  |
| *Значимость F* | 3,58E-05 | 3,42E-06 | 3,45E-06 | 2,76E-06 | 7,43E-06 | 1,65E-08 | 1,53E-07 |  |

= 3,34

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | M | 5,68E-05 | 5,37E-05 | 0,000209 | 0,00011 | 0,000591 | 0,000231 | 9,97E-05 | 8,25E-05 |
| P-value | W | 0,358127 | 0,605726 | 0,288684 | 0,413094 | 0,268296 | 0,204473 | 0,074519 | 0,0875 |
| P-value | D | 2,84E-06 | 3,53E-06 | 1,66E-05 | 6,67E-06 | 4,26E-05 | 1,56E-05 | 5,71E-06 | 6,62E-06 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | M | 7,57E-05 | 4,7E-06 | 4,13E-06 | 4,73E-06 | 6,22E-06 | 1,35E-08 | 1,99E-07 |  |
| P-value | W | 0,07722 | 0,010676 | 0,01829 | 0,037858 | 0,134432 | 0,000615 | 0,005549 |  |
| P-value | D | 8,04E-06 | 6,21E-07 | 6,44E-07 | 3,31E-07 | 1,28E-06 | 2,59E-09 | 2,49E-08 |  |

1. Критерий Стьюдента

При заданном уровне альфа 0,05 коэффициенты при M и D модели статистически значимы, однако можно заметить, что статистическая значимость W появляется лишь в последние годы.

1. Графики динамики p-value

Динамика p-значения коэффициента при факторе L имеет положительную тенденцию в сторону увеличения статистической значимости, поэтому можно предположить, что в будущем этот фактор будет оказывать большее влияние на исследуемый параметр.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

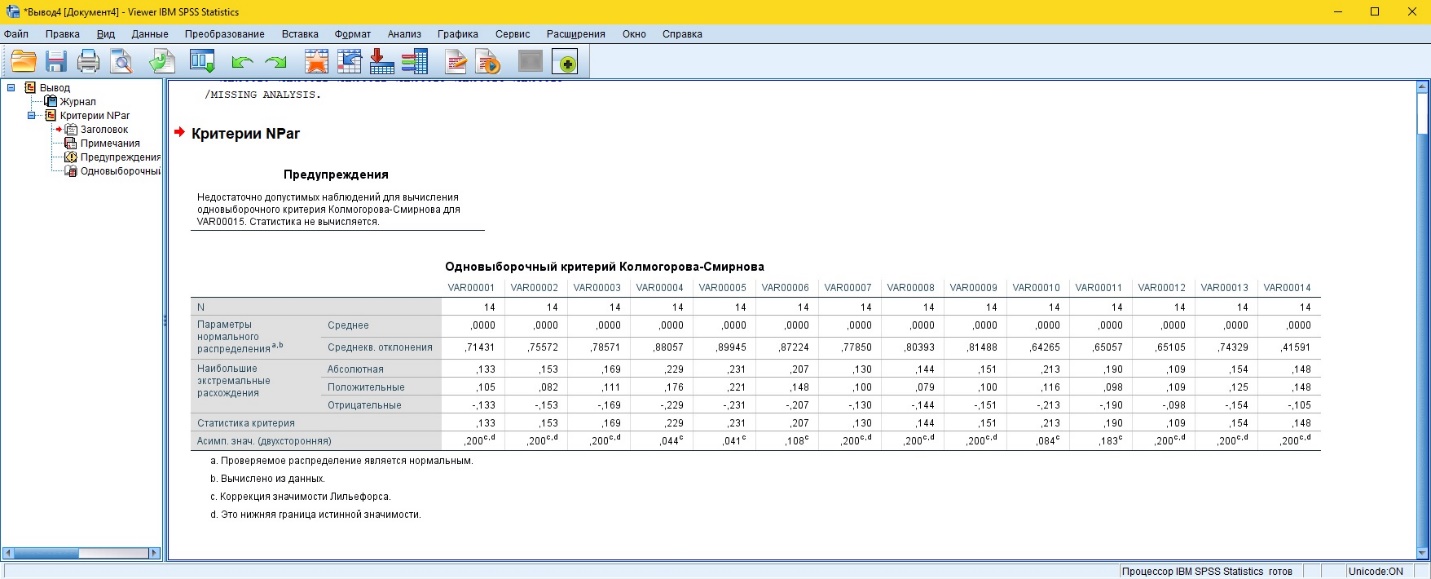
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,825172 | 0,780986 | 0,77626 | 0,790194 | 0,715732 | 0,751886 | 0,747817 | 0,785372 |
| коэф | W | 0,340472 | 0,210965 | 0,648716 | 0,396424 | 0,710081 | 1,220271 | 1,613675 | 2,013891 |
| коэф | D | 12,67042 | 12,44615 | 11,92505 | 12,04248 | 11,06858 | 11,76844 | 11,57015 | 11,85647 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,814267 | 0,903078 | 0,910458 | 0,903334 | 1,029423 | 1,129692 | 1,032966 |  |
| коэф | W | 2,259288 | 5,201589 | 5,100344 | 8,580482 | 4,712532 | 7,804994 | 140,0496 |  |
| коэф | D | 12,01103 | 12,07157 | 12,28279 | 13,4679 | 13,60121 | 15,36521 | 14,51769 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 71,49157 | 71,54568 | 71,95854 | 71,66951 | 72,01258 | 72,35458 | 72,6087 | 72,85905 |
| ср знач | W | 99,57359 | 99,58894 | 99,65229 | 99,60768 | 99,6891 | 99,75246 | 99,79585 | 99,82658 |
| ср знач | D | 1,155643 | 1,175207 | 1,187277 | 1,196444 | 1,212664 | 1,198264 | 1,201221 | 1,203593 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 73,21539 | 73,54343 | 73,99876 | 74,30939 | 74,67488 | 74,86634 | 75,0487 |  |
| ср знач | W | 99,85841 | 99,92048 | 99,92757 | 99,96694 | 99,96997 | 99,97521 | 99,99871 |  |
| ср знач | D | 1,198143 | 1,203186 | 1,189286 | 1,1892 | 1,176957 | 1,186214 | 1,209821 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | M | 58,99287 | 55,8762 | 55,85853 | 56,63282 | 51,54171 | 54,40239 | 54,298 | 57,22148 |
| произв | W | 33,90198 | 21,00974 | 64,64609 | 39,48689 | 70,78738 | 121,7251 | 161,0381 | 201,0398 |
| произв | D | 14,64248 | 14,6268 | 14,15833 | 14,40816 | 13,42247 | 14,1017 | 13,89832 | 14,27036 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | M | 59,61688 | 66,41543 | 67,3728 | 67,12621 | 76,87203 | 84,57591 | 77,52274 |  |
| произв | W | 225,6089 | 519,7453 | 509,665 | 857,7645 | 471,1117 | 780,3058 | 14004,78 |  |
| произв | D | 14,39093 | 14,52434 | 14,60775 | 16,01603 | 16,00805 | 18,22643 | 17,56381 |  |

Также как и в предыдущей модели, явную тенденцию выявить сложно. На графике динамики коэффициента W в 2015 году можно заметить резкий скачок, что наиболее вероятно является случайностью, учитывая специфику данного фактора.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,85 | 2,26 | 2,33 | 2,11 | 2,27 | 2,62 | 2,59 | 2,8 | 2,7 | 2,82 | 2,74 | 2,44 | 2,72 | 1,64 | 1,53 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| d(l) = 0,767 < | DW | > d(u) = 1,779 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,52 | 2,63 | 2,94 | 2,71 | 2,98 | 2,92 | 2,69 | 2,76 | 2,78 | 2,31 | 2,33 | 2,33 | 2,6 | 1,44 | 1,93 |
| SC | 2,66 | 2,77 | 3,07 | 2,85 | 3,12 | 3,06 | 2,83 | 2,89 | 2,92 | 2,44 | 2,47 | 2,47 | 2,74 | 1,57 | 2,07 |

Далее рассмотрим вторую модель менее экономически развитых стран Европы, включающую в себя две объясняющие переменные: «заболеваемость туберкулезом» (K) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,52 | 0,56 | 0,54 | 0,5 | 0,55 | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,59 | 0,6 | 0,61 | 0,69 | 0,67 | 0,7 | 0,74 |
| R\_adj^2 | 0,43 | 0,48 | 0,46 | 0,41 | 0,47 | 0,49 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,63 | 0,61 | 0,64 | 0,69 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.41 , что указывает на нормальное качество модели, но стоит заметить, что в последние годы коэффициент принимает значения в окрестности 0.7, что говорит о том, что модели в последних годах, имеют более высокое качество.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 5,93565 | 6,925904 | 6,559997 | 5,536778 | 6,719271 | 7,131928 | 7,900703 | 7,728914 |
| *Значимость F* | 0,017847 | 0,011303 | 0,013322 | 0,021695 | 0,012395 | 0,010326 | 0,007461 | 0,00801 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 7,754341 | 8,166514 | 8,568682 | 12,1774 | 11,33381 | 12,79271 | 15,33533 |  |
| *Значимость F* | 0,007925 | 0,006697 | 0,00571 | 0,001626 | 0,002128 | 0,001347 | 0,000659 |  |

= 3,74

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | K | 0,415009 | 0,329515 | 0,332186 | 0,342977 | 0,173377 | 0,119028 | 0,106304 | 0,075852 |
| p-value | D | 0,005952 | 0,00367 | 0,004243 | 0,006825 | 0,003737 | 0,003081 | 0,002178 | 0,002348 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | K | 0,05818 | 0,034978 | 0,028708 | 0,010482 | 0,006904 | 0,004458 | 0,003496 |  |
| p-value | D | 0,002366 | 0,002028 | 0,001941 | 0,000637 | 0,001123 | 0,000728 | 0,000362 |  |

Статистическая значимость коэффициентов при объясняющих переменных K появляется во второй половине временного ряда и имеет положительный характер.

1. Графики динамики p-value:

По графикам динамики p-значения так же можно наглядно заметить, что оба фактора с каждым годом все сильнее влияют на Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

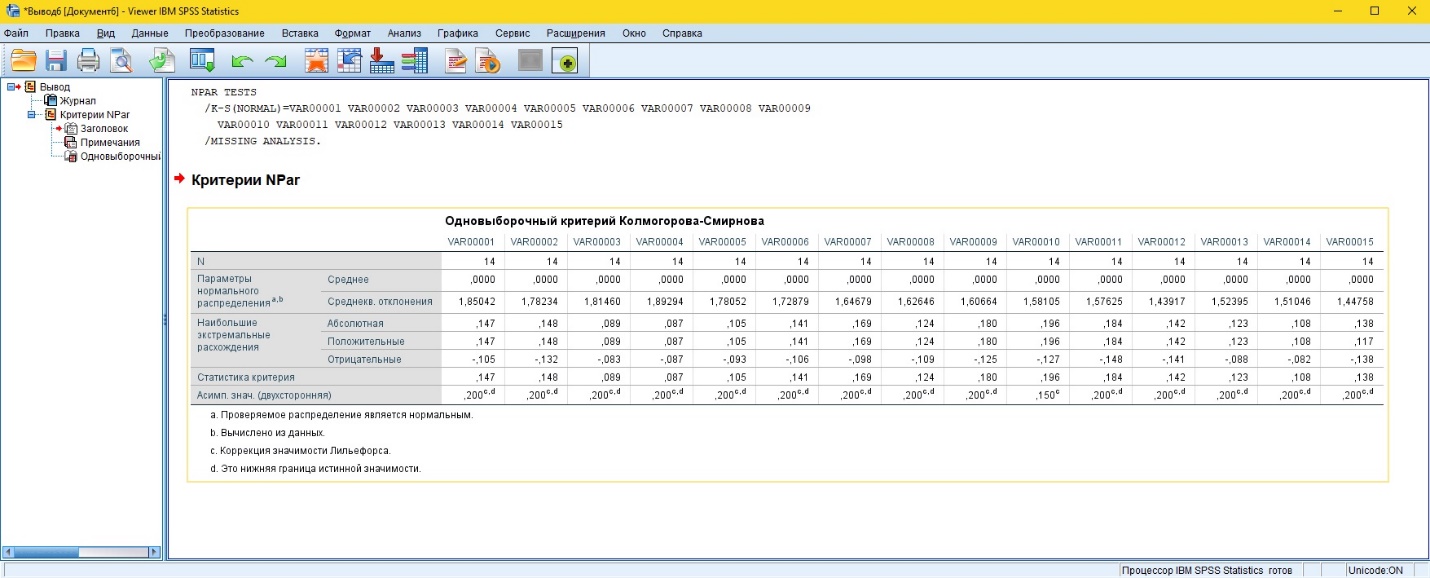
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | K | -11,4383 | -13,1138 | -12,6969 | -12,216 | -19,443 | -23,2926 | -22,6767 | -27,2824 |
| коэф | D | 7,202486 | 7,374085 | 6,979533 | 6,821679 | 7,122045 | 7,934881 | 8,03924 | 8,485754 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | K | -28,6366 | -34,9088 | -35,6489 | -38,5835 | -44,7016 | -50,3295 | -52,7299 |  |
| коэф | D | 8,727164 | 8,827341 | 9,015355 | 9,581707 | 9,936222 | 10,06434 | 10,14305 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | K | 0,060286 | 0,058857 | 0,059786 | 0,060071 | 0,063571 | 0,061286 | 0,060643 | 0,057 |
| ср знач | D | 1,155643 | 1,175207 | 1,196444 | 1,187277 | 1,212664 | 1,198264 | 1,201221 | 1,203593 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | K | 0,055357 | 0,051286 | 0,0495 | 0,047786 | 0,046929 | 0,0441 | 0,041143 |  |
| ср знач | D | 1,198143 | 1,203186 | 1,189286 | 1,1892 | 1,176957 | 1,186214 | 1,209821 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | K | -0,68957 | -0,77184 | -0,7591 | -0,73383 | -1,23602 | -1,42751 | -1,37518 | -1,55509 |
| произв | D | 8,323502 | 8,666077 | 8,350624 | 8,09922 | 8,63665 | 9,508085 | 9,656908 | 10,21339 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | K | -1,58524 | -1,79032 | -1,76462 | -1,84374 | -2,09778 | -2,21953 | -2,16946 |  |
| произв | D | 10,45639 | 10,62093 | 10,72183 | 11,39457 | 11,69451 | 11,93847 | 12,27128 |  |

Анализ динамики показателей произведения коэффициентов и средних значений не может предоставить наглядного движения тенденции исследуемого фактора.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,15 | 2,17 | 2,12 | 2,07 | 2,24 | 2,24 | 2,06 | 2,12 | 2,16 | 2,18 | 2,14 | 2,06 | 2,08 | 1,95 | 1,79 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| d(l) = 0,905 < | DW | > d(u) = 1,551 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 4,28 | 4,21 | 4,24 | 4,33 | 4,2 | 4,14 | 4,05 | 4,02 | 4 | 3,97 | 3,96 | 3,78 | 3,89 | 3,87 | 3,79 |
| SC | 4,37 | 4,3 | 4,33 | 4,42 | 4,29 | 4,24 | 4,14 | 4,11 | 4,09 | 4,06 | 4,05 | 3,87 | 3,98 | 3,97 | 3,88 |

Далее третья модель менее экономически развитых стран Европы включает в себя две объясняющие переменные: «ожидаемая продолжительность жизни» (M) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,92 |
| R\_adj^2 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,88 | 0,91 | 0,91 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.82 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 64,72398 | 61,70972 | 54,45284 | 39,81258 | 36,59857 | 36,40123 | 37,44307 | 34,35234 |
| *Значимость F* | 8,25E-07 | 1,05E-06 | 1,97E-06 | 9,18E-06 | 1,38E-05 | 1,41E-05 | 1,23E-05 | 1,86E-05 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 31,62421 | 36,27247 | 40,56359 | 49,45089 | 50,42781 | 65,26774 | 63,44817 |  |
| *Значимость F* | 2,75E-05 | 1,44E-05 | 8,39E-06 | 3,18E-06 | 2,88E-06 | 7,9E-07 | 9,12E-07 |  |

= 3,74

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | M | 8,23E-06 | 1,44E-05 | 2,31E-05 | 6,91E-05 | 0,000111 | 0,000101 | 0,000112 | 0,000118 |
| p-value | D | 2,08E-07 | 2,71E-07 | 5,21E-07 | 2,35E-06 | 3,55E-06 | 3,56E-06 | 3,09E-06 | 4,66E-06 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | M | 0,000141 | 5,47E-05 | 3,1E-05 | 1,63E-05 | 7,57E-06 | 2,14E-06 | 4,05E-06 |  |
| p-value | D | 7,02E-06 | 3,8E-06 | 2,47E-06 | 9,74E-07 | 1,1E-06 | 2,97E-07 | 3,46E-07 |  |

Коэффициенты при объясняющих переменных статистически значимы на всем промежутке времени.

1. Графики динамики p-value:
2. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

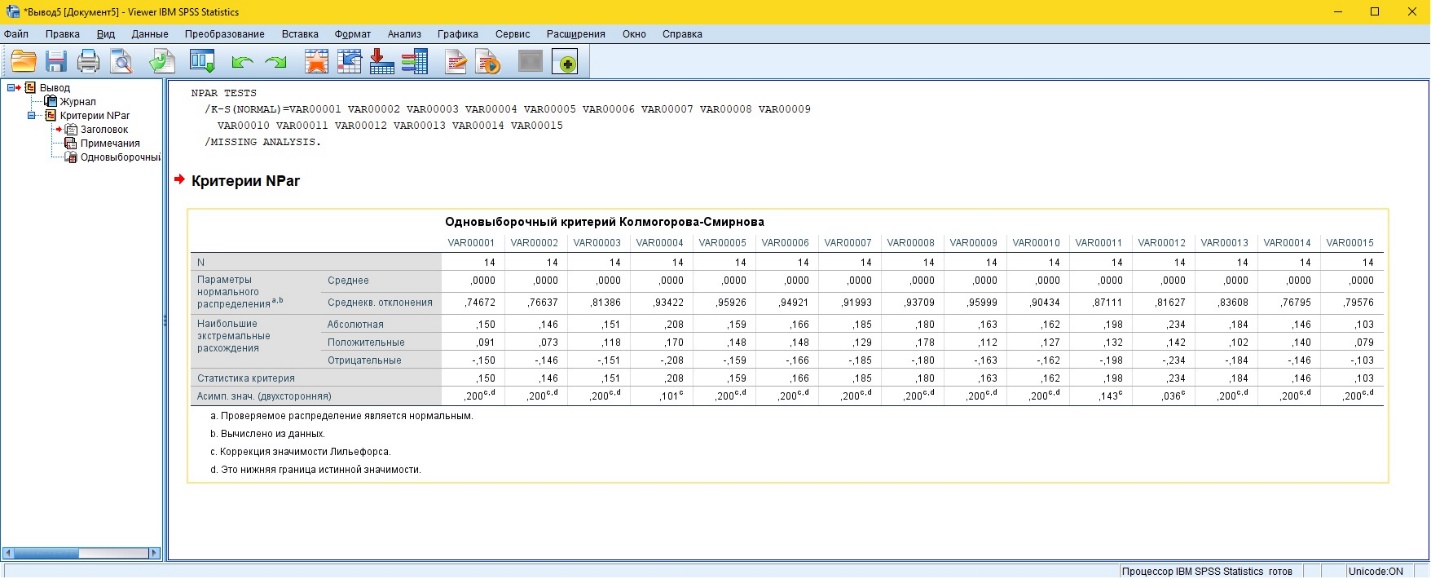
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,875409 | 0,797923 | 0,829479 | 0,820698 | 0,785752 | 0,798187 | 0,783716 | 0,796027 |
| коэф | D | 13,30732 | 12,78847 | 12,62659 | 12,65658 | 12,02054 | 12,51763 | 12,37385 | 12,45516 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,809047 | 0,858137 | 0,858626 | 0,879626 | 0,998486 | 1,031436 | 0,954804 |  |
| коэф | D | 12,56938 | 12,34346 | 12,54232 | 12,72899 | 13,6817 | 13,81795 | 13,23182 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 71,49157 | 71,54568 | 71,66951 | 71,95854 | 72,01258 | 72,35458 | 72,6087 | 72,85905 |
| ср знач | D | 1,155643 | 1,175207 | 1,196444 | 1,187277 | 1,212664 | 1,198264 | 1,201221 | 1,203593 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 73,21539 | 73,54343 | 73,99876 | 74,30939 | 74,67488 | 74,86634 | 75,0487 |  |
| ср знач | D | 1,198143 | 1,203186 | 1,189286 | 1,1892 | 1,176957 | 1,186214 | 1,209821 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | M | 62,58438 | 57,08796 | 59,44837 | 59,05622 | 56,58404 | 57,75248 | 56,90458 | 57,99778 |
| произв | D | 15,37851 | 15,0291 | 15,10701 | 15,02686 | 14,57688 | 14,99942 | 14,86374 | 14,99094 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | M | 59,23469 | 63,11034 | 63,5373 | 65,36444 | 74,56183 | 77,21986 | 71,65682 |  |
| произв | D | 15,05991 | 14,85147 | 14,9164 | 15,13732 | 16,10277 | 16,39105 | 16,00814 |  |

Анализ динамики произведения коэффициентов и средних не дал направления движения исследуемого фактора.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,61 | 2,09 | 1,85 | 1,94 | 1,97 | 2,12 | 2,01 | 2,21 | 2,34 | 2,24 | 2,4 | 2,39 | 2,32 | 2,28 | 2,18 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| d(l) = 0,905 < | DW | > d(u) = 1,551 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,47 | 2,52 | 2,64 | 2,91 | 2,97 | 2,95 | 2,88 | 2,92 | 2,97 | 2,85 | 2,77 | 2,64 | 2,69 | 2,52 | 2,59 |
| SC | 2,56 | 2,61 | 2,73 | 3 | 3,06 | 3,04 | 2,97 | 3,01 | 3,06 | 2,94 | 2,86 | 2,73 | 2,78 | 2,61 | 2,68 |

# Глава 3 Модели стран Азии и Америки

Первая модель менее экономически развитых стран Америки включает в себя две объясняющие переменные: «ожидаемая продолжительность жизни» (M) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,98 |
| R\_adj^2 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.96 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 332,7308 | 306,384 | 267,7179 | 228,5838 | 196,4768 | 169,1416 | 149,6059 | 137,7241 |
| *Значимость F* | 7,11E-10 | 1,07E-09 | 2,07E-09 | 4,49E-09 | 9,41E-09 | 1,95E-08 | 3,54E-08 | 5,28E-08 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 133,072 | 134,6139 | 142,4663 | 155,5887 | 171,7561 | 187,6208 | 203,4813 |  |
| *Значимость F* | 6,23E-08 | 5,89E-08 | 4,48E-08 | 2,93E-08 | 1,81E-08 | 1,18E-08 | 7,93E-09 |  |

= 3,80

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | M | 5,13E-10 | 8,27E-10 | 1,69E-09 | 3,81E-09 | 8,22E-09 | 1,82E-08 | 3,56E-08 | 5,88E-08 |
| p-value | D | 5,79E-10 | 8,9E-10 | 1,8E-09 | 4,15E-09 | 9,38E-09 | 2,06E-08 | 3,95E-08 | 6,22E-08 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | M | 7,89E-08 | 8,7E-08 | 8,03E-08 | 6,38E-08 | 4,76E-08 | 3,69E-08 | 2,92E-08 |  |
| p-value | D | 7,71E-08 | 7,61E-08 | 5,86E-08 | 3,88E-08 | 2,43E-08 | 1,6E-08 | 1,09E-08 |  |

Коэффициенты при объясняющих переменных статистически значимы на всем промежутке времени.

1. Графики динамики p-value:

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

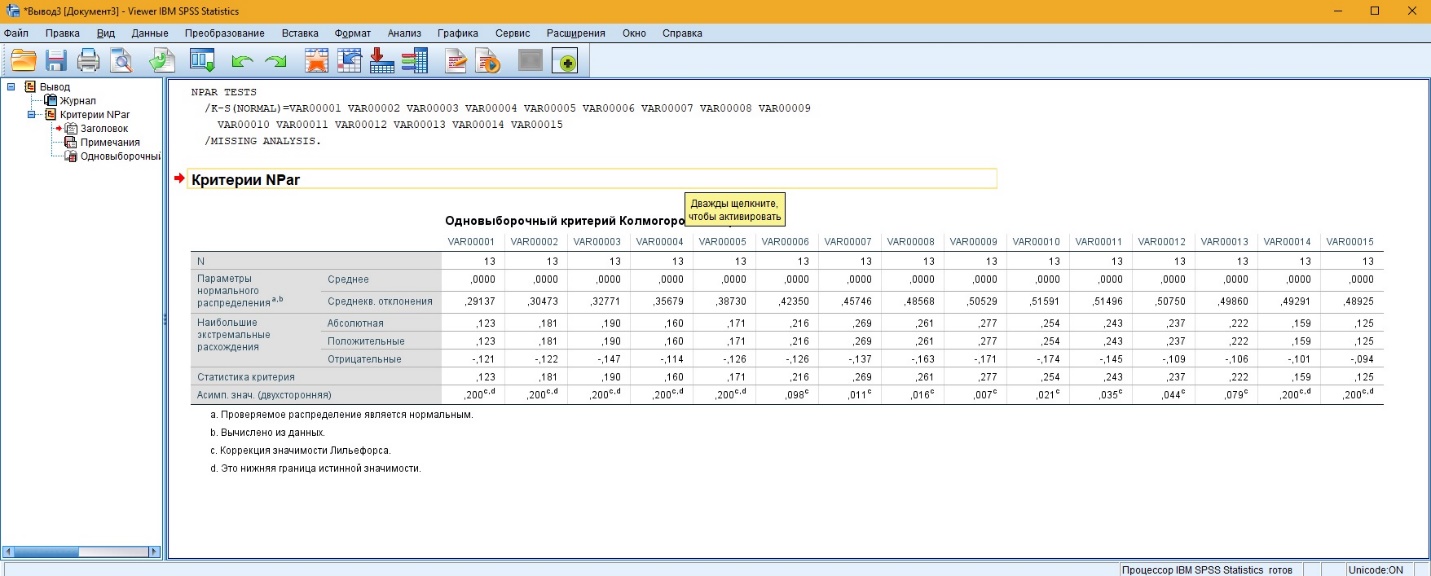
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,529392 | 0,52411 | 0,521496 | 0,520547 | 0,520805 | 0,523977 | 0,527595 | 0,531873 |
| коэф | D | 12,97693 | 12,8843 | 12,83286 | 12,80606 | 12,79062 | 12,9172 | 13,05016 | 13,2007 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,537471 | 0,544757 | 0,550384 | 0,557991 | 0,567405 | 0,578017 | 0,589359 |  |
| коэф | D | 13,37746 | 13,58751 | 13,80548 | 14,05008 | 14,32011 | 14,60789 | 14,90693 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 71,49934 | 71,74992 | 71,99887 | 72,24631 | 72,49263 | 72,73761 | 72,98004 | 73,21899 |
| ср знач | D | 0,641515 | 0,638346 | 0,635377 | 0,6326 | 0,630023 | 0,627762 | 0,625915 | 0,624669 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 73,45383 | 73,68403 | 73,90837 | 74,12743 | 74,34108 | 74,54928 | 74,75292 |  |
| ср знач | D | 0,624038 | 0,624062 | 0,624785 | 0,626085 | 0,627962 | 0,630346 | 0,633162 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | M | 37,85119 | 37,60489 | 37,54711 | 37,60757 | 37,75451 | 38,11286 | 38,50387 | 38,94319 |
| произв | D | 8,324898 | 8,224642 | 8,153701 | 8,101111 | 8,058387 | 8,108924 | 8,168293 | 8,246071 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | M | 39,47933 | 40,13988 | 40,67798 | 41,36242 | 42,1815 | 43,09075 | 44,05628 |  |
| произв | D | 8,348049 | 8,479445 | 8,625452 | 8,796541 | 8,992478 | 9,208027 | 9,438496 |  |

По графикам динамики коэффициентов и их произведения со среднеми значениями, можно сказать, что в данной модели исследуемый фактор в ближайшем будущем будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,54 | 2,35 | 2,16 | 2,03 | 1,96 | 1,91 | 1,89 | 1,88 | 1,87 | 1,84 | 1,82 | 1,79 | 1,76 | 1,74 | 1,75 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| d(l) = 0,86 < | DW | > d(u) = 1,56 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC= | 0,6 | 0,69 | 0,83 | 1 | 1,17 | 1,35 | 1,5 | 1,62 | 1,7 | 1,74 | 1,74 | 1,71 | 1,67 | 1,65 | 1,64 |
| SC= | 0,69 | 0,78 | 0,92 | 1,09 | 1,26 | 1,43 | 1,59 | 1,71 | 1,79 | 1,83 | 1,83 | 1,8 | 1,76 | 1,74 | 1,72 |

Вторая модель менее экономически развитых стран Америки включает в себя три объясняющие переменные: «лица, пользующиеся Интернетом» (L), «ожидаемая продолжительность жизни» (M) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| R\_adj^2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.97 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 278,185 | 300,3324 | 295,7286 | 304,1755 | 278,2863 | 321,0657 | 382,4021 | 264,7056 |
| *Значимость F* | 3,45E-09 | 2,45E-09 | 2,63E-09 | 2,32E-09 | 3,44E-09 | 1,82E-09 | 8,35E-10 | 4,3E-09 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 232,8551 | 199,0132 | 147,7147 | 136,8745 | 135,8875 | 137,5366 | 142,3292 |  |
| *Значимость F* | 7,6E-09 | 1,52E-08 | 5,68E-08 | 7,95E-08 | 8,2E-08 | 7,78E-08 | 6,69E-08 |  |

= 3,41

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | L | 0,094634 | 0,041978 | 0,02338 | 0,009605 | 0,00721 | 0,001853 | 0,000476 | 0,001786 |
| P-value | M | 3,1E-09 | 3,94E-09 | 5,17E-09 | 4,93E-09 | 6,74E-09 | 3,75E-09 | 1,6E-09 | 7,94E-09 |
| P-value | D | 1,17E-09 | 1,55E-09 | 3,25E-09 | 5,75E-09 | 8,68E-09 | 4,18E-09 | 1,62E-09 | 6,35E-09 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | L | 0,00277 | 0,006078 | 0,032983 | 0,074575 | 0,129411 | 0,19669 | 0,258284 |  |
| P-value | M | 1,31E-08 | 2,75E-08 | 8,24E-08 | 1,57E-07 | 2,6E-07 | 2,93E-07 | 4,21E-07 |  |
| P-value | D | 9,25E-09 | 1,59E-08 | 4E-08 | 6E-08 | 7,62E-08 | 7,16E-08 | 5,29E-08 |  |

При заданном уровне альфа 0,05 все коэффициенты при объясняющих переменных модели статистически значимы, за нескольких лет коэффициента при факторе L.

1. Графики динамики p-value:

На графике динамики p-значения коэффициента при факторе L видно, что в последние годы он имеет отрицательную тенденцию статистической значимости, что говорит о том, что в будущем этот фактор почти не будет влиять на Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

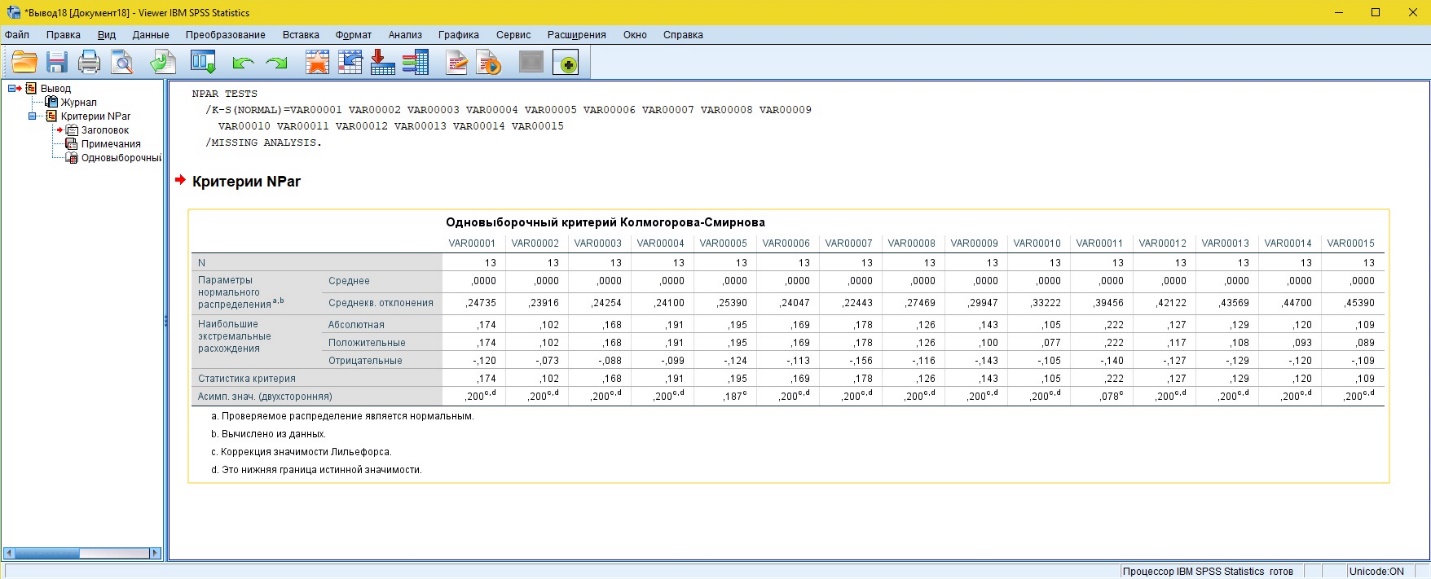
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | L | -0,04446 | -0,02936 | -0,02848 | -0,03082 | -0,03289 | -0,03839 | -0,04161 | -0,03731 |
| коэф | M | 0,554768 | 0,562962 | 0,570402 | 0,581884 | 0,588388 | 0,608292 | 0,623643 | 0,624418 |
| коэф | D | 13,22314 | 13,50521 | 13,84547 | 14,3682 | 14,55104 | 15,02957 | 15,39604 | 15,2931 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | L | -0,0346 | -0,03199 | -0,02082 | -0,01708 | -0,01563 | -0,01262 | -0,01145 |  |
| коэф | M | 0,625872 | 0,626674 | 0,604784 | 0,605621 | 0,61241 | 0,615644 | 0,626446 |  |
| коэф | D | 15,29453 | 15,2366 | 14,77856 | 14,86488 | 15,07781 | 15,21575 | 15,35776 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | L | 4,87828 | 8,718529 | 10,70977 | 12,82528 | 14,43291 | 16,54428 | 18,54308 | 21,46154 |
| ср знач | M | 71,49934 | 71,74992 | 71,99887 | 72,24631 | 72,49263 | 72,73761 | 72,98004 | 73,21899 |
| ср знач | D | 0,641515 | 0,638346 | 0,635377 | 0,6326 | 0,630023 | 0,627762 | 0,625915 | 0,624669 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | L | 23,94538 | 26,66 | 31,44188 | 34,27319 | 36,52995 | 39,20651 | 43,95245 |  |
| ср знач | M | 73,45383 | 73,68403 | 73,90837 | 74,12743 | 74,34108 | 74,54928 | 74,75292 |  |
| ср знач | D | 0,624038 | 0,624062 | 0,624785 | 0,626085 | 0,627962 | 0,630346 | 0,633162 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | L | -0,21688 | -0,25598 | -0,30504 | -0,39522 | -0,47475 | -0,63514 | -0,77152 | -0,80081 |
| приоз | M | 39,66558 | 40,3925 | 41,06832 | 42,03899 | 42,6538 | 44,2457 | 45,51352 | 45,71926 |
| приоз | D | 8,482849 | 8,620996 | 8,797092 | 9,089325 | 9,167494 | 9,434983 | 9,636618 | 9,553126 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | L | -0,82847 | -0,8528 | -0,65469 | -0,58544 | -0,57103 | -0,49462 | -0,5033 |  |
| приоз | M | 45,9727 | 46,17584 | 44,69863 | 44,89313 | 45,52723 | 45,8958 | 46,8287 |  |
| приоз | D | 9,544377 | 9,508573 | 9,233418 | 9,30667 | 9,468282 | 9,59119 | 9,723944 |  |

По графикам динами коэффициентов, среднего значения и их произведения во всех случаях можно выявить возрастающую тенденцию, что говорит о том, что в дальнейшем будет наблюдаться рост исследуемого фактора.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,47 | 2,41 | | 2,11 | 1,88 | 1,92 | | 1,6 | 1,51 | | 1,41 | 1,48 | 1,71 | 2,06 | 2,01 | 1,99 | 1,92 | 1,95 |
| d(l) = 0,715 < | | | DW | | | | > d(u) = 1,816 | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 0,43 | 0,36 | 0,39 | 0,37 | 0,48 | 0,37 | 0,23 | 0,64 | 0,81 | 1,02 | 1,36 | 1,49 | 1,56 | 1,61 | 1,64 |
| SC | 0,56 | 0,49 | 0,52 | 0,5 | 0,61 | 0,5 | 0,36 | 0,77 | 0,94 | 1,15 | 1,49 | 1,62 | 1,69 | 1,74 | 1,77 |

Первая модель менее экономически развитых стран Азии включает в себя три объясняющие переменные: «рождаемость» (V), «ожидаемая продолжительность жизни» (M) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| R\_adj^2 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.88 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 85,29052 | 93,87311 | 103,1387 | 106,7524 | 133,7347 | 147,7162 | 164,3255 | 185,5508 |
| *Значимость F* | 6,75E-16 | 1,6E-16 | 3,82E-17 | 2,26E-17 | 6,88E-19 | 1,45E-19 | 2,68E-20 | 3,87E-21 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 197,0765 | 215,8607 | 228,1265 | 227,5464 | 223,8412 | 216,508 | 200,2982 |  |
| *Значимость F* | 1,47E-21 | 3,4E-22 | 1,39E-22 | 1,45E-22 | 1,89E-22 | 3,24E-22 | 1,14E-21 |  |

= 2,85

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | M | 1,41E-08 | 6,13E-09 | 2,7E-09 | 3,22E-09 | 1,75E-10 | 1,1E-10 | 6,1E-11 | 4,27E-11 |
| P-value | V | 0,000173 | 0,000671 | 0,002561 | 0,010035 | 0,056311 | 0,161766 | 0,371442 | 0,42109 |
| P-value | D | 1,08E-13 | 1,92E-14 | 2,93E-15 | 1,13E-15 | 2,16E-17 | 2,73E-18 | 3,33E-19 | 3,02E-20 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | M | 7,43E-11 | 6,5E-11 | 1,04E-10 | 2,75E-10 | 4E-10 | 5,58E-10 | 1,31E-09 |  |
| P-value | V | 0,416227 | 0,446895 | 0,345644 | 0,230431 | 0,325967 | 0,336982 | 0,453456 |  |
| P-value | D | 8,76E-21 | 1,65E-21 | 5,79E-22 | 5,28E-22 | 6,84E-22 | 1,01E-21 | 3,94E-21 |  |

При заданном уровне альфа 0,05 все коэффициенты при объясняющих переменных модели статистически значимы за исключением коэффициента при факторе V во второй половине временного ряда.

1. Графики динамики p-value:

По графику динами рождаемости можно заметить, что тенденция идет на уменьшение статистической значимости коэффициента при объясняющей переменной. Подобное явление может указывать на то, что есть вероятность, что в ближайшие годы при сохранении тенденции этот параметр будет влиять на итоговые значения доли населения старше 65 лет все меньше с каждым годом.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

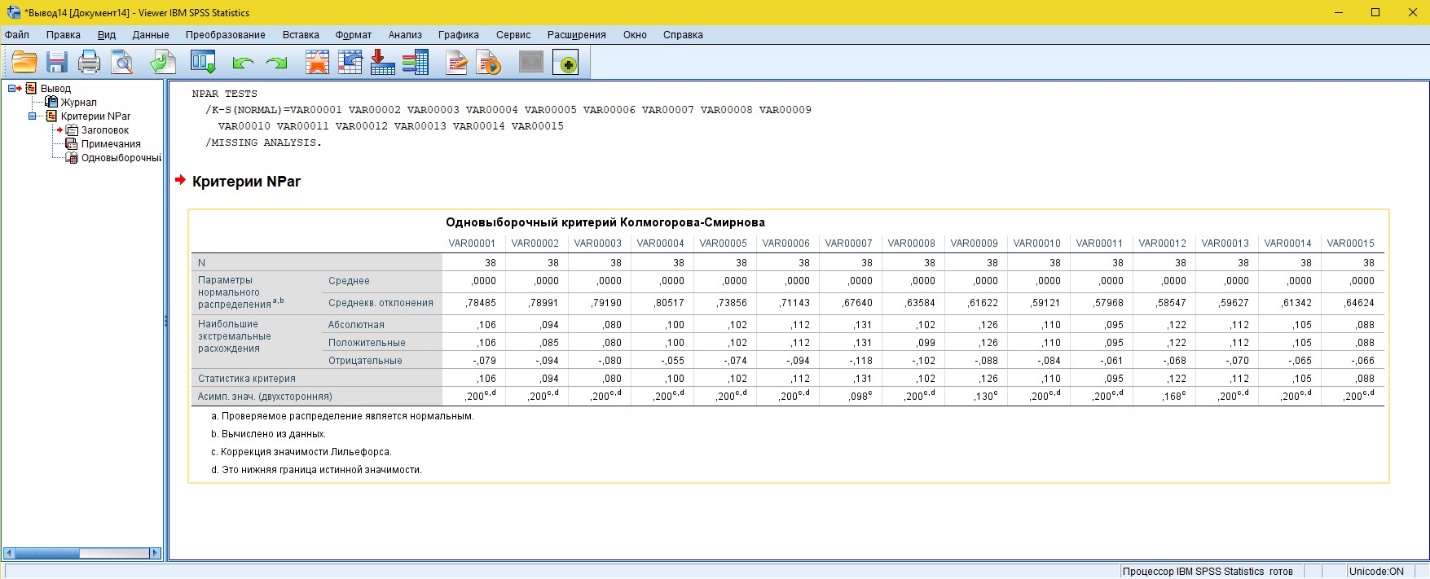
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,42389 | 0,446145 | 0,466323 | 0,478837 | 0,508477 | 0,506103 | 0,50197 | 0,48316 |
| коэф | V | -0,98619 | -0,92269 | -0,84432 | -0,76812 | -0,53813 | -0,39338 | -0,24689 | -0,21371 |
| коэф | D | 12,29621 | 12,96905 | 13,5149 | 13,97075 | 14,37103 | 14,31544 | 14,11542 | 13,83273 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,460371 | 0,449252 | 0,432758 | 0,416947 | 0,420682 | 0,421926 | 0,431539 |  |
| коэф | V | -0,21215 | -0,19339 | -0,23791 | -0,30651 | -0,25879 | -0,25962 | -0,21706 |  |
| коэф | D | 13,53377 | 13,32691 | 13,13186 | 12,97936 | 13,03058 | 13,0716 | 13,18285 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 68,01746 | 68,35471 | 68,68773 | 69,00101 | 69,29119 | 69,56564 | 69,83914 | 70,11503 |
| ср знач | V | 2,344301 | 2,306853 | 2,274499 | 2,258163 | 2,234527 | 2,223033 | 2,211359 | 2,200769 |
| ср знач | D | 0,649672 | 0,641945 | 0,634933 | 0,626053 | 0,62357 | 0,620134 | 0,616342 | 0,611564 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 70,40712 | 70,63791 | 70,88492 | 71,12567 | 71,36052 | 71,59946 | 71,81636 |  |
| ср знач | V | 2,181685 | 2,167434 | 2,144774 | 2,119568 | 2,093808 | 2,068255 | 2,032342 |  |
| ср знач | D | 0,605053 | 0,603305 | 0,600761 | 0,598647 | 0,594508 | 0,592779 | 0,590676 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | M | 28,83195 | 30,49613 | 32,03067 | 33,04023 | 35,233 | 35,2074 | 35,05712 | 33,87676 |
| приоз | V | -2,31193 | -2,12851 | -1,92041 | -1,73454 | -1,20247 | -0,8745 | -0,54595 | -0,47032 |
| приоз | D | 7,988502 | 8,325416 | 8,581057 | 8,746428 | 8,961342 | 8,877499 | 8,699926 | 8,459608 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | M | 32,41343 | 31,73419 | 30,67602 | 29,65562 | 30,02011 | 30,20968 | 30,99157 |  |
| приоз | V | -0,46285 | -0,41916 | -0,51027 | -0,64967 | -0,54186 | -0,53696 | -0,44115 |  |
| приоз | D | 8,188643 | 8,040192 | 7,889103 | 7,770063 | 7,746782 | 7,748571 | 7,786796 |  |

Среднее значение фактора M увеличивается, а фактора V уменьшается, однако по их произведению с коэффициентами нельзя что-либо сказать об их тенденции.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | | 2002 | 2003 | 2004 | | 2005 | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,75 | | 1,73 | 1,8 | 1,84 | | 1,83 | 1,83 | 1,91 | | 1,93 | 2,05 | | 2,11 | 2,12 | 2,1 | 2,17 | 2,13 | 2,11 |
| d(l) = 1,32 < | | | | DW | | | | > d(u) = 1,66 | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,48 | 2,5 | 2,5 | 2,54 | 2,36 | 2,29 | 2,19 | 2,06 | 2 | 1,92 | 1,88 | 1,9 | 1,93 | 1,99 | 2,1 |
| SC | 2,61 | 2,63 | 2,63 | 2,66 | 2,49 | 2,42 | 2,32 | 2,19 | 2,13 | 2,05 | 2,01 | 2,03 | 2,06 | 2,12 | 2,23 |

Вторая модель менее экономически развитых стран Азии включает в себя три объясняющие переменные: «рождаемость» (V) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,51 | 0,53 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | 0,59 | 0,59 | 0,61 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,65 |
| R\_adj^2 | 0,48 | 0,51 | 0,5 | 0,53 | 0,52 | 0,57 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,62 | 0,62 | 0,61 | 0,63 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации почти не опускается ниже 0.5 , что указывает на не плохое качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 17,38825 | 19,37156 | 19,20854 | 20,92752 | 20,59689 | 24,3915 | 24,35551 | 26,26367 |
| *Значимость F* | 6,29E-06 | 2,42E-06 | 2,62E-06 | 1,19E-06 | 1,38E-06 | 2,69E-07 | 2,73E-07 | 1,27E-07 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 29,64503 | 31,27918 | 33,66858 | 29,84162 | 30,44771 | 29,18188 | 31,11106 |  |
| *Значимость F* | 3,53E-08 | 1,97E-08 | 8,65E-09 | 3,29E-08 | 2,64E-08 | 4,18E-08 | 2,09E-08 |  |

= 3,24

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | M | 6,11E-05 | 4,5E-05 | 0,000109 | 0,000106 | 0,00038 | 0,000278 | 0,001194 | 0,002142 |
| P-value | V | 1,87E-06 | 7,64E-07 | 7,67E-07 | 3,34E-07 | 3,48E-07 | 6,31E-08 | 5,61E-08 | 2,39E-08 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | M | 0,002175 | 0,003871 | 0,00429 | 0,038161 | 0,054023 | 0,12525 | 0,061162 |  |
| P-value | V | 6,25E-09 | 3,43E-09 | 1,46E-09 | 5,52E-09 | 4,47E-09 | 7,46E-09 | 3,5E-09 |  |

Во конце временного ряда p-значение фактора M стало статистически не значимым.

1. Графики динамики p-value:

Подобное явление может указывать на то, что есть вероятность, что в ближайшие годы при сохранении тенденции этот параметр не будет влиять на итоговые значения Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

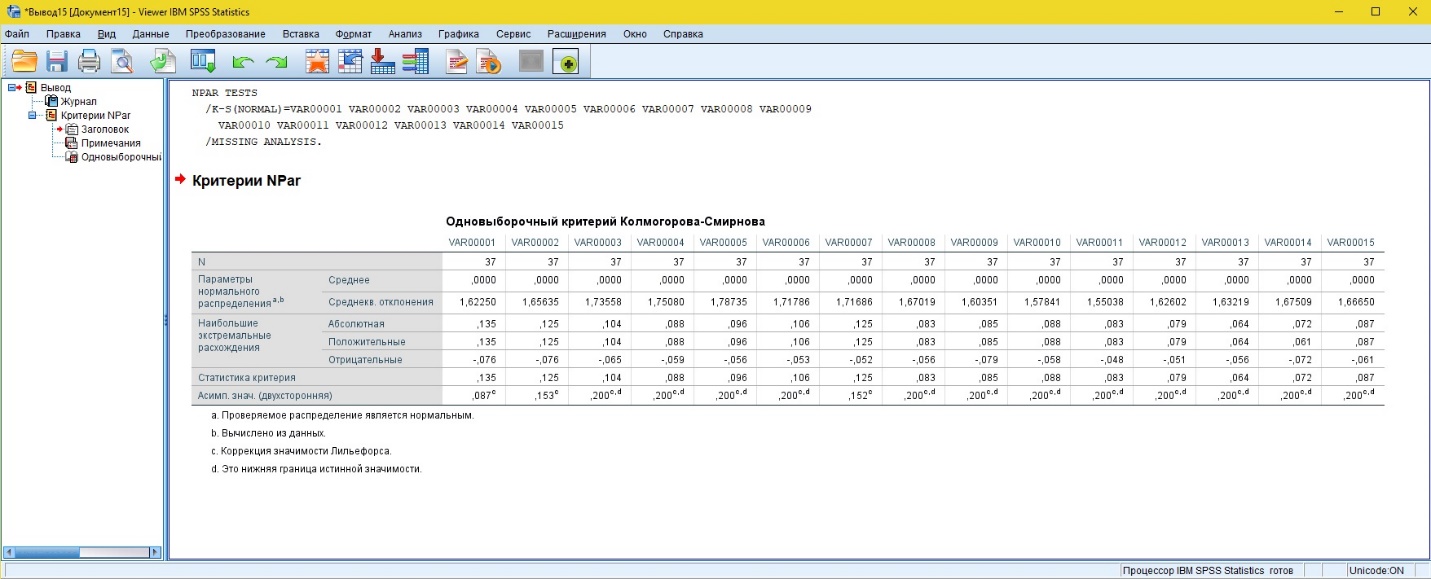
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,053968 | 0,057357 | 0,055697 | 0,0577 | 0,054009 | 0,055056 | 0,049593 | 0,046502 |
| коэф | V | 8,193807 | 8,643684 | 8,842112 | 9,303637 | 9,21544 | 9,567388 | 9,438335 | 9,565149 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,046584 | 0,04234 | 0,043061 | 0,034981 | 0,033729 | 0,029054 | 0,036322 |  |
| коэф | V | 9,888392 | 9,861839 | 10,0782 | 9,876624 | 10,06005 | 10,10029 | 10,40016 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 76,68301 | 78,34222 | 78,85871 | 79,74728 | 81,39708 | 82,52209 | 83,29617 | 84,15268 |
| ср знач | V | 0,657265 | 0,649425 | 0,642283 | 0,633195 | 0,630661 | 0,627141 | 0,623257 | 0,618371 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 85,4687 | 85,64238 | 86,61784 | 88,68303 | 89,48189 | 90,7671 | 91,16024 |  |
| ср знач | V | 0,611711 | 0,609957 | 0,607384 | 0,605251 | 0,601024 | 0,599251 | 0,597073 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | M | 4,138451 | 4,49347 | 4,392189 | 4,601383 | 4,396145 | 4,543374 | 4,130907 | 3,913243 |
| приоз | V | 5,385507 | 5,613422 | 5,679136 | 5,891013 | 5,811819 | 6,000099 | 5,882506 | 5,914815 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | M | 3,98146 | 3,626084 | 3,729813 | 3,102236 | 3,018105 | 2,637162 | 3,311119 |  |
| приоз | V | 6,048836 | 6,015295 | 6,121336 | 5,97784 | 6,046335 | 6,052613 | 6,209656 |  |

По графикам коэффициентов. Среднего сзначения и их произведения сложно сказать о тенденции показателя Y в следующие годы.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,29 | 2,25 | | 2,27 | 2,32 | 2,34 | | 2,31 | 2,38 | | 2,39 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,6 | 2,63 | 2,68 | 2,64 |
| d(l) = 1,36 < | | | DW | | | | > d(u) = 1,59 | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 3,89 | 3,93 | 4,02 | 4,04 | 4,08 | 4 | 4 | 3,94 | 3,86 | 3,83 | 3,8 | 3,89 | 3,9 | 3,95 | 3,94 |
| SC | 3,97 | 4,01 | 4,11 | 4,13 | 4,17 | 4,09 | 4,09 | 4,03 | 3,95 | 3,92 | 3,88 | 3,98 | 3,99 | 4,04 | 4,03 |

Третья модель менее экономически развитых стран Азии включает в себя три объясняющие переменные: «доступ к экологически чистым видам топлива и технологиям приготовления пищи» (Q), «уровень смертности» (D) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,82 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 |
| R\_adj^2 | 0,81 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.81 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 52,23566 | 63,6342 | 76,57361 | 87,75631 | 120,1856 | 139,4973 | 160,1869 | 182,1299 |
| *Значимость F* | 8,05E-13 | 4,95E-14 | 3,35E-15 | 4,4E-16 | 3,63E-18 | 3,56E-19 | 4,02E-20 | 5,21E-21 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 194,2048 | 220,7092 | 241,9749 | 250,7904 | 254,0432 | 254,648 | 233,381 |  |
| *Значимость F* | 1,86E-21 | 2,38E-22 | 5,37E-23 | 3E-23 | 2,44E-23 | 2,34E-23 | 9,64E-23 |  |

= 3,28

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | Q | 0,793184 | 0,646066 | 0,619526 | 0,386151 | 0,550034 | 0,671499 | 0,997609 | 0,806491 |
| P-value | M | 4,65E-12 | 7,91E-13 | 1,59E-13 | 6,99E-14 | 1,98E-15 | 9,22E-16 | 4,09E-16 | 2,12E-16 |
| P-value | D | 1,29E-13 | 6,31E-15 | 3,46E-16 | 3,93E-17 | 2,98E-19 | 2,82E-20 | 3,38E-21 | 4,91E-22 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | Q | 0,65791 | 0,256779 | 0,09585 | 0,03292 | 0,025147 | 0,013451 | 0,019801 |  |
| P-value | M | 3,26E-16 | 8,2E-17 | 3,55E-17 | 2,73E-17 | 3,27E-17 | 3,4E-17 | 1,48E-16 |  |
| P-value | D | 2,2E-22 | 3,1E-23 | 8,19E-24 | 5,51E-24 | 5,49E-24 | 6,39E-24 | 2,77E-23 |  |

Во второй половине временного ряда коэффициент при факторе Q становится статистически значимым.

1. Графики динамики p-value:

Подобное явление может указывать на то, что есть вероятность, что в ближайшие годы при сохранении тенденции этот параметр будет все больше влиять на итоговые значения Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

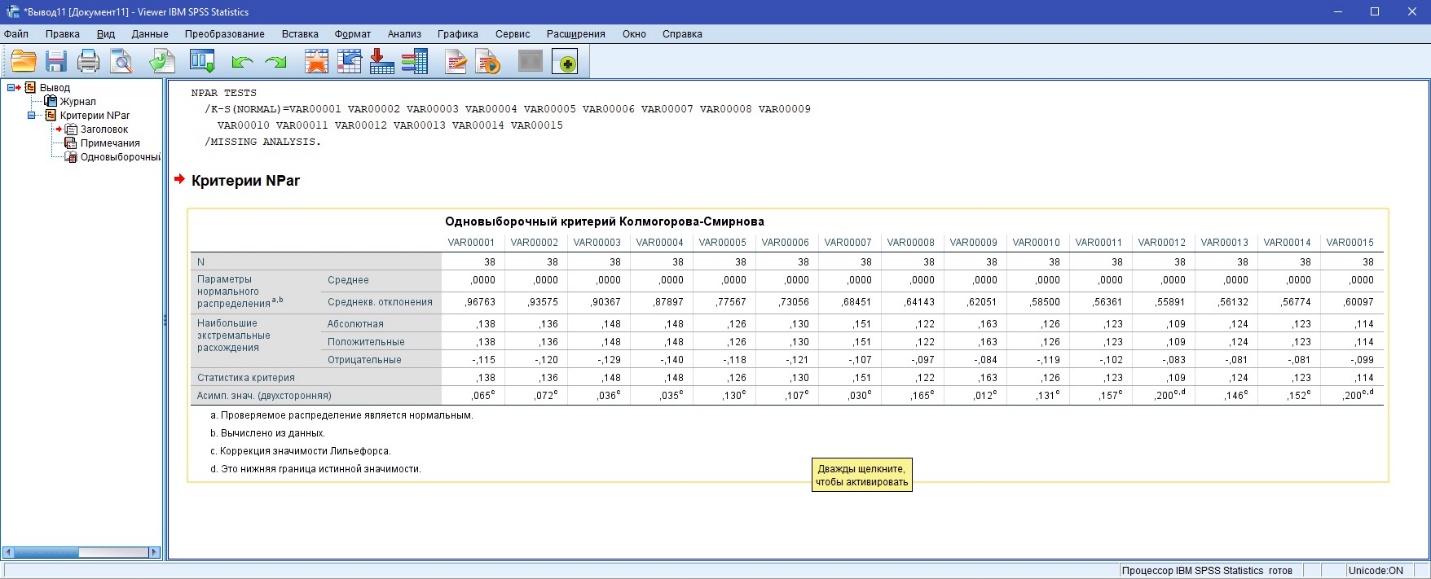
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | Q | 0,001711 | 0,002863 | 0,002937 | 0,004989 | 0,002997 | 0,002002 | -1,3E-05 | -0,00103 |
| коэф | M | 0,576727 | 0,585782 | 0,591149 | 0,584345 | 0,582866 | 0,560058 | 0,539782 | 0,519306 |
| коэф | D | 14,32182 | 14,90989 | 15,21957 | 15,55643 | 15,41314 | 15,01595 | 14,48081 | 14,08556 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | Q | -0,00182 | -0,00442 | -0,00632 | -0,00814 | -0,00864 | -0,00978 | -0,00973 |  |
| коэф | M | 0,499318 | 0,495378 | 0,493112 | 0,494428 | 0,492362 | 0,497439 | 0,499759 |  |
| коэф | D | 13,73471 | 13,40851 | 13,19297 | 13,04596 | 13,01896 | 13,01705 | 13,08809 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | Q | 53,76158 | 54,97737 | 56,13395 | 57,31053 | 58,40579 | 59,52316 | 60,53921 | 61,60211 |
| ср знач | M | 68,01746 | 68,35471 | 68,68773 | 69,00101 | 69,29119 | 69,56564 | 69,83914 | 70,11503 |
| ср знач | D | 0,649672 | 0,641945 | 0,634933 | 0,626053 | 0,62357 | 0,620134 | 0,616342 | 0,611564 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | Q | 62,53079 | 63,53105 | 64,43237 | 65,25553 | 66,12 | 66,90211 | 67,69421 |  |
| ср знач | M | 70,40712 | 70,63791 | 70,88492 | 71,12567 | 71,36052 | 71,59946 | 71,81636 |  |
| ср знач | D | 0,605053 | 0,603305 | 0,600761 | 0,598647 | 0,594508 | 0,592779 | 0,590676 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | Q | 0,091983 | 0,15739 | 0,164884 | 0,285897 | 0,175059 | 0,119189 | -0,0008 | -0,06315 |
| приоз | M | 39,22752 | 40,04096 | 40,60471 | 40,32041 | 40,38746 | 38,96077 | 37,69791 | 36,41118 |
| приоз | D | 9,304483 | 9,571334 | 9,663412 | 9,739145 | 9,61117 | 9,311908 | 8,925133 | 8,614229 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | Q | -0,11411 | -0,28054 | -0,40716 | -0,53104 | -0,57153 | -0,65444 | -0,65844 |  |
| приоз | M | 35,15557 | 34,99249 | 34,95417 | 35,16654 | 35,13522 | 35,61637 | 35,89089 |  |
| приоз | D | 8,310225 | 8,089422 | 7,925816 | 7,809928 | 7,739872 | 7,716233 | 7,730823 |  |

По данным графикам динамики сложно определить как будет в будещем изменяться Y.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | 2008 | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,65 | 1,66 | 1,69 | | 1,78 | 1,79 | | 1,8 | 1,91 | 1,95 | | 2,09 | 2,17 | 2,22 | 2,24 | 2,31 | 2,27 | 2,21 |
| d(l) = 1,36 < | | | | DW | | | > d(u) = 1,59 | | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,9 | 2,84 | 2,77 | 2,71 | 2,46 | 2,34 | 2,21 | 2,08 | 2,01 | 1,9 | 1,82 | 1,81 | 1,81 | 1,84 | 1,95 |
| SC | 3,03 | 2,97 | 2,9 | 2,84 | 2,59 | 2,47 | 2,34 | 2,21 | 2,14 | 2,03 | 1,95 | 1,93 | 1,94 | 1,97 | 2,08 |

# Глава 4 Модели стран мира

Первая модель менее экономически развитых стран мира включает в себя три объясняющие переменные: «рождаемость» (V), «уровень смертности» (D) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.95 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 438,8153 | 473,2166 | 446,246 | 426,536 | 447,9775 | 510,1883 | 570,6398 | 585,8951 |
| *Значимость F* | 3,17E-41 | 3,51E-42 | 1,94E-41 | 7,24E-41 | 1,74E-41 | 3,88E-43 | 1,45E-44 | 6,65E-45 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 600,0809 | 581,9051 | 631,3511 | 661,5575 | 609,8299 | 602,3606 | 633,7567 |  |
| *Значимость F* | 3,28E-45 | 8,13E-45 | 7,34E-46 | 1,84E-46 | 2,04E-45 | 2,94E-45 | 6,56E-46 |  |

= 2,75

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | M | 7,66E-18 | 9,75E-18 | 1,73E-16 | 1,11E-15 | 3,6E-16 | 3,07E-17 | 7,05E-18 | 4,81E-18 |
| p-value | V | 0,001376 | 0,002251 | 0,008598 | 0,03144 | 0,16466 | 0,41991 | 0,776893 | 0,908326 |
| p-value | D | 1,54E-30 | 1,84E-31 | 1,01E-30 | 3,39E-30 | 6,13E-31 | 7,33E-33 | 1,82E-34 | 2,15E-35 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | M | 4,49E-18 | 1,23E-17 | 3,71E-18 | 3,25E-18 | 9,21E-18 | 5,45E-18 | 3,04E-18 |  |
| p-value | V | 0,723864 | 0,577364 | 0,554237 | 0,663513 | 0,492533 | 0,406165 | 0,343675 |  |
| p-value | D | 3,84E-36 | 1,13E-35 | 9,07E-37 | 7,74E-38 | 9,05E-37 | 6,01E-37 | 1,4E-37 |  |

Во второй половине временного ряда коэффициент при факторе V становится статистически не значимым.

1. Графики динамики p-value:

По графику динами p-значения рождаемости можно заметить, что тенденция идет на уменьшение статистической значимости объясняющей переменной. Подобное явление может указывать на то, что есть вероятность, что в ближайшие годы при сохранении тенденции этот параметр будет влиять на итоговые значения Y. Однако если тенденция последних лет сохранится, то через несколько лет этот коэффициент при факторе вновь станет статистически значимым.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

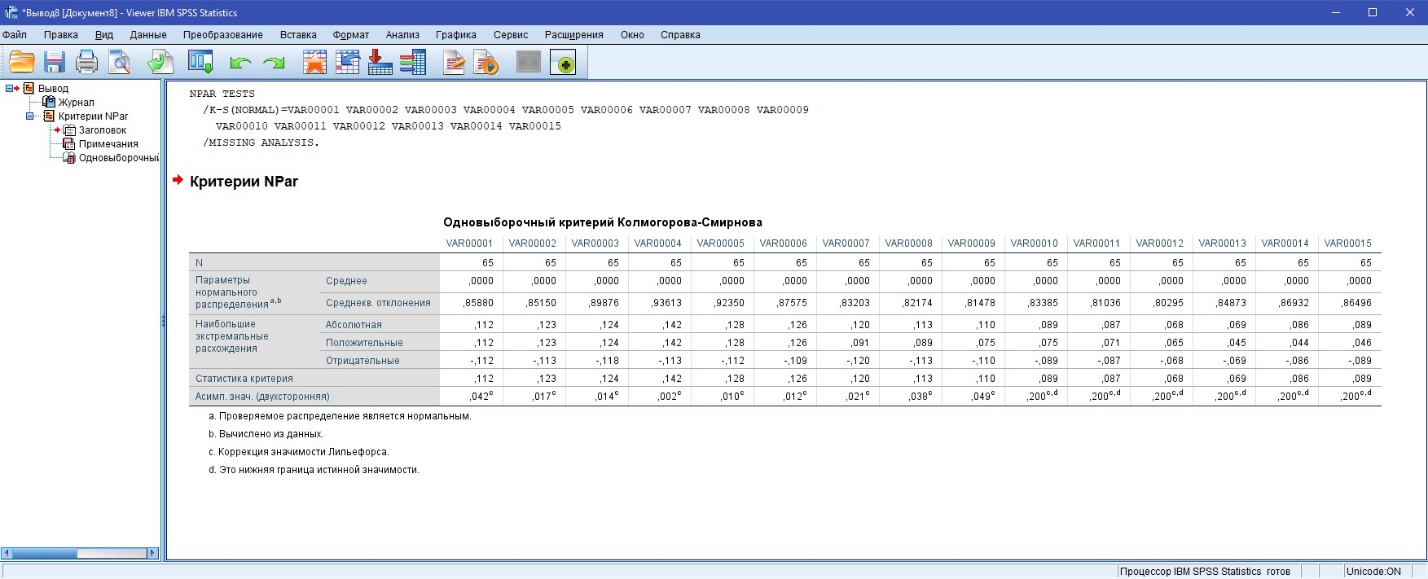
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,449233 | 0,450595 | 0,456526 | 0,470883 | 0,491884 | 0,514283 | 0,525026 | 0,534082 |
| коэф | V | -0,72354 | -0,70738 | -0,66409 | -0,59359 | -0,3921 | -0,22554 | -0,07863 | 0,032452 |
| коэф | D | 11,51035 | 11,68845 | 11,75315 | 12,17521 | 12,29752 | 12,86844 | 13,02752 | 13,08291 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,537134 | 0,547899 | 0,551773 | 0,547178 | 0,569474 | 0,583502 | 0,584341 |  |
| коэф | V | 0,100447 | 0,16579 | 0,173403 | 0,126957 | 0,21591 | 0,268557 | 0,309151 |  |
| коэф | D | 13,16331 | 13,08489 | 13,2677 | 13,27852 | 13,6016 | 13,6693 | 13,58517 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 69,4621 | 69,72104 | 69,99219 | 70,28708 | 70,51763 | 70,80073 | 71,06384 | 71,32684 |
| ср знач | V | 2,06016 | 2,025934 | 1,995535 | 1,978003 | 1,955974 | 1,944474 | 1,933462 | 1,927216 |
| ср знач | D | 0,757019 | 0,756082 | 0,755963 | 0,748241 | 0,751742 | 0,74618 | 0,744231 | 0,741699 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 71,62132 | 71,87294 | 72,16028 | 72,41175 | 72,67049 | 72,89306 | 73,09987 |  |
| ср знач | V | 1,911414 | 1,892938 | 1,869689 | 1,852817 | 1,828265 | 1,80948 | 1,780532 |  |
| ср знач | D | 0,736592 | 0,736662 | 0,732325 | 0,731331 | 0,726649 | 0,728109 | 0,732528 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | M | 31,20465 | 31,41596 | 31,95327 | 33,09697 | 34,68647 | 36,4116 | 37,31037 | 38,09438 |
| произв | V | -1,4906 | -1,43311 | -1,32522 | -1,17412 | -0,76694 | -0,43855 | -0,15202 | 0,062542 |
| произв | D | 8,713551 | 8,837427 | 8,884948 | 9,109992 | 9,244566 | 9,602174 | 9,695481 | 9,703584 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | M | 38,47028 | 39,37915 | 39,81611 | 39,62215 | 41,38397 | 42,53327 | 42,71527 |  |
| произв | V | 0,191995 | 0,313831 | 0,32421 | 0,235228 | 0,394741 | 0,485948 | 0,550453 |  |
| произв | D | 9,695994 | 9,639133 | 9,716266 | 9,710987 | 9,883591 | 9,952743 | 9,95151 |  |

По выше совокупности приведенных графиков можно заметить тенденцию, указывающую на то, что в будущем фактор Y будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,64 | 1,67 | 1,63 | 1,65 | 1,65 | 1,74 | 1,7 | 1,76 | 1,86 | 1,87 | 1,93 | 1,86 | 1,85 | 1,83 | 1,79 |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,61 | 2,59 | 2,7 | 2,78 | 2,76 | 2,65 | 2,55 | 2,52 | 2,51 | 2,55 | 2,49 | 2,49 | 2,59 | 2,63 | 2,62 |
| SC | 2,71 | 2,69 | 2,8 | 2,88 | 2,86 | 2,75 | 2,65 | 2,62 | 2,61 | 2,65 | 2,59 | 2,59 | 2,69 | 2,73 | 2,72 |

Вторая модель менее экономически развитых стран мира включает в себя четыре объясняющие переменные: «Доступ к экологически чистым видам топлива и технологиям приготовления пищи» (Q), «рождаемость» (V), «уровень смертности» (D) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,87 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,87 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.77 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 335,4033 | 359,8077 | 343,4613 | 321,7318 | 343,7922 | 389,7631 | 440,9517 | 137,9181 |
| *Значимость F* | 2,62E-40 | 3,49E-41 | 1,33E-40 | 8,64E-40 | 1,29E-40 | 3,49E-42 | 9,83E-44 | 3,9E-27 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 471,3433 | 478,4204 | 527,1547 | 562,9536 | 521,3958 | 526,8442 | 563,4741 |  |
| *Значимость F* | 1,42E-44 | 9,22E-45 | 5,48E-46 | 8,06E-47 | 7,54E-46 | 5,57E-46 | 7,84E-47 |  |

= 2,51

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | Q | 0,155393 | 0,188972 | 0,120094 | 0,261017 | 0,133565 | 0,157045 | 0,102422 | 0,060642 |
| p-value | M | 3,28E-17 | 4,69E-17 | 3,78E-16 | 5,3E-15 | 8,03E-16 | 1,19E-16 | 2,57E-17 | 1,43E-17 |
| p-value | V | 0,001022 | 0,001759 | 0,006735 | 0,029015 | 0,155704 | 0,434415 | 0,865992 | 0,72897 |
| p-value | D | 1,71E-30 | 2,4E-31 | 9,02E-31 | 5,34E-30 | 6,11E-31 | 9,37E-33 | 1,96E-34 | 1,79E-35 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | Q | 0,057287 | 0,012466 | 0,007484 | 0,004049 | 0,003521 | 0,00172 | 0,001019 |  |
| p-value | M | 1,68E-17 | 7,87E-18 | 1,74E-18 | 9,59E-19 | 2,16E-18 | 6,28E-19 | 1,82E-19 |  |
| p-value | V | 0,528033 | 0,303511 | 0,248459 | 0,268899 | 0,160342 | 0,102747 | 0,076635 |  |
| p-value | D | 3,18E-36 | 2,5E-36 | 1,3E-37 | 6,8E-39 | 6,28E-38 | 2,14E-38 | 3,02E-39 |  |

Во второй половине временного ряда коэффициент при факторе Q становится статистически значимым, а при факторе V напротив теряет статистическую значимость.

1. Графики динамики p-value:

Динамика p-значения фактора V после 2007 года дживется в сторону увеличения статистической значимости, что может говорить о том, что вскоре она вновь будет вляить на Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

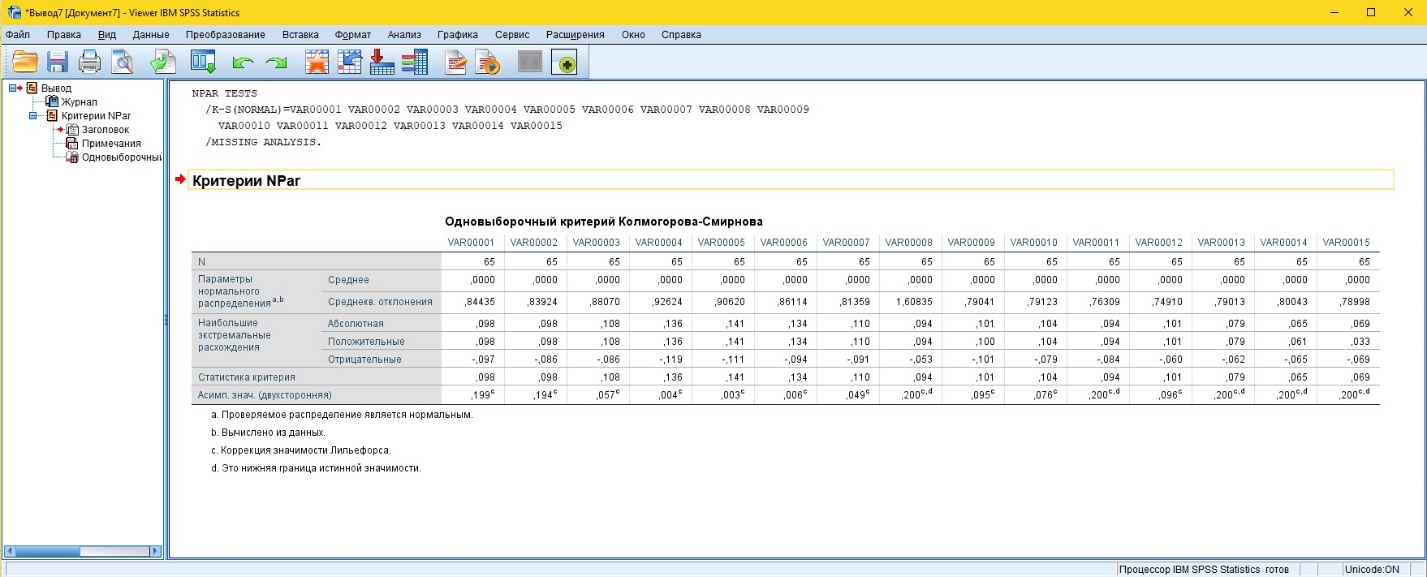
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | Q | -0,00608 | -0,00557 | -0,00693 | -0,00526 | -0,00691 | -0,00624 | -0,00692 | -0,00792 |
| коэф | M | 0,472297 | 0,47158 | 0,483377 | 0,491503 | 0,519905 | 0,54139 | 0,558329 | 0,575783 |
| коэф | V | -0,73968 | -0,72275 | -0,67878 | -0,60176 | -0,3966 | -0,21675 | -0,04628 | 0,096345 |
| коэф | D | 11,53539 | 11,71883 | 11,81167 | 12,22107 | 12,37728 | 12,95251 | 13,14682 | 13,24592 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | Q | -0,00808 | -0,01087 | -0,0114 | -0,01225 | -0,01325 | -0,01462 | -0,01523 |  |
| коэф | M | 0,58174 | 0,611355 | 0,620213 | 0,622778 | 0,651984 | 0,674065 | 0,676187 |  |
| коэф | V | 0,177498 | 0,29868 | 0,329248 | 0,312612 | 0,429013 | 0,508541 | 0,552184 |  |
| коэф | D | 13,32528 | 13,33117 | 13,52015 | 13,54579 | 13,88418 | 13,97619 | 13,8877 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | Q | 59,78077 | 60,95508 | 62,076 | 63,20846 | 64,23585 | 65,29046 | 66,25877 | 67,21846 |
| ср знач | M | 69,4621 | 69,72104 | 69,99219 | 70,28708 | 70,51763 | 70,80073 | 71,06384 | 71,32684 |
| ср знач | V | 2,06016 | 2,025934 | 1,995535 | 1,978003 | 1,955974 | 1,944474 | 1,933462 | 1,927216 |
| ср знач | D | 0,757019 | 0,756082 | 0,755963 | 0,748241 | 0,751742 | 0,74618 | 0,744231 | 0,741699 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | Q | 68,09554 | 69,00477 | 69,82569 | 70,59185 | 71,35692 | 72,07554 | 72,76754 |  |
| ср знач | M | 71,62132 | 71,87294 | 72,16028 | 72,41175 | 72,67049 | 72,89306 | 73,09987 |  |
| ср знач | V | 1,911414 | 1,892938 | 1,869689 | 1,852817 | 1,828265 | 1,80948 | 1,780532 |  |
| ср знач | D | 0,736592 | 0,736662 | 0,732325 | 0,731331 | 0,726649 | 0,728109 | 0,732528 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | Q | -0,36371 | -0,33942 | -0,42992 | -0,33229 | -0,44379 | -0,40769 | -0,4583 | -0,53208 |
| приоз | M | 32,80677 | 32,87902 | 33,83261 | 34,54633 | 36,66248 | 38,33078 | 39,677 | 41,06876 |
| приоз | V | -1,52385 | -1,46425 | -1,35453 | -1,19028 | -0,77573 | -0,42146 | -0,08948 | 0,185678 |
| приоз | D | 8,732505 | 8,860395 | 8,929186 | 9,144311 | 9,304527 | 9,664904 | 9,784266 | 9,824485 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | Q | -0,55024 | -0,75009 | -0,79618 | -0,86463 | -0,94513 | -1,05373 | -1,1081 |  |
| приоз | M | 41,66497 | 43,93987 | 44,75476 | 45,09648 | 47,38003 | 49,13469 | 49,42917 |  |
| приоз | V | 0,339273 | 0,565383 | 0,615591 | 0,579213 | 0,78435 | 0,920195 | 0,983181 |  |
| приоз | D | 9,815299 | 9,820557 | 9,901141 | 9,906456 | 10,08893 | 10,17619 | 10,17313 |  |

По графикам произведеня коэффициентов и среднего значения показателя, можно заметить, что в дальнейшем фактор Y будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,59 | 1,63 | | 1,56 | 1,6 | 1,59 | | 1,68 | 1,64 | | 1,61 | 1,87 | 1,86 | 1,97 | 1,89 | 1,87 | 1,84 | 1,8 |
| d(l) = 1,47 < | | | DW | | | | > d(u) = 1,73 | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,61 | 2,59 | 2,69 | 2,79 | 2,75 | 2,65 | 2,53 | 3,9 | 2,48 | 2,48 | 2,4 | 2,37 | 2,47 | 2,5 | 2,47 |
| SC | 2,74 | 2,73 | 2,83 | 2,93 | 2,88 | 2,78 | 2,67 | 4,03 | 2,61 | 2,61 | 2,54 | 2,5 | 2,61 | 2,63 | 2,61 |

Третья модель менее экономически развитых стран мира включает в себя четыре объясняющие переменные: «Доступ к экологически чистым видам топлива и технологиям приготовления пищи» (W), «уровень смертности» (D) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.95 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 375,9046 | 410,7037 | 409,1781 | 400,9867 | 449,8316 | 522,7403 | 597,4387 | 621,5392 |
| *Значимость F* | 2,83E-39 | 2,17E-40 | 2,42E-40 | 4,36E-40 | 1,54E-41 | 1,9E-43 | 3,74E-45 | 1,16E-45 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 634,5351 | 636,7301 | 698,3194 | 747,1848 | 683,0905 | 682,0274 | 723,5781 |  |
| *Значимость F* | 6,32E-46 | 5,71E-46 | 3,72E-47 | 5E-48 | 7,14E-47 | 7,48E-47 | 1,3E-47 |  |

= 2,75

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | M | 6,61E-26 | 5,75E-26 | 2,18E-25 | 1,3E-24 | 1,97E-25 | 1,6E-26 | 2,67E-27 | 2,47E-27 |
| p-value | W | 0,250529 | 0,286125 | 0,168576 | 0,301715 | 0,14073 | 0,150674 | 0,096432 | 0,062489 |
| p-value | D | 7,04E-40 | 4,43E-41 | 4,49E-41 | 9,11E-41 | 2,86E-42 | 4,06E-44 | 8,58E-46 | 2,97E-46 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | M | 8,67E-27 | 5,53E-27 | 9,33E-28 | 4,07E-28 | 3,42E-27 | 4,2E-27 | 3,24E-27 |  |
| p-value | W | 0,065398 | 0,018144 | 0,012291 | 0,006718 | 0,007599 | 0,004744 | 0,003212 |  |
| p-value | D | 2,25E-46 | 2,88E-46 | 3,58E-47 | 7,27E-48 | 2,02E-46 | 2,49E-46 | 4,97E-47 |  |

Во второй половине временного ряда коэффициент при факторе W становится статистически значимым.

1. Графики динамики p-value:

По графику динами коэффициента при факторе W можно заметить, что тенденция идет на увеличение статистической значимости объясняющей переменной. Подобное явление может указывать на то, что в ближайшие годы этот параметр все больше будет влиять на итоговые значения Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

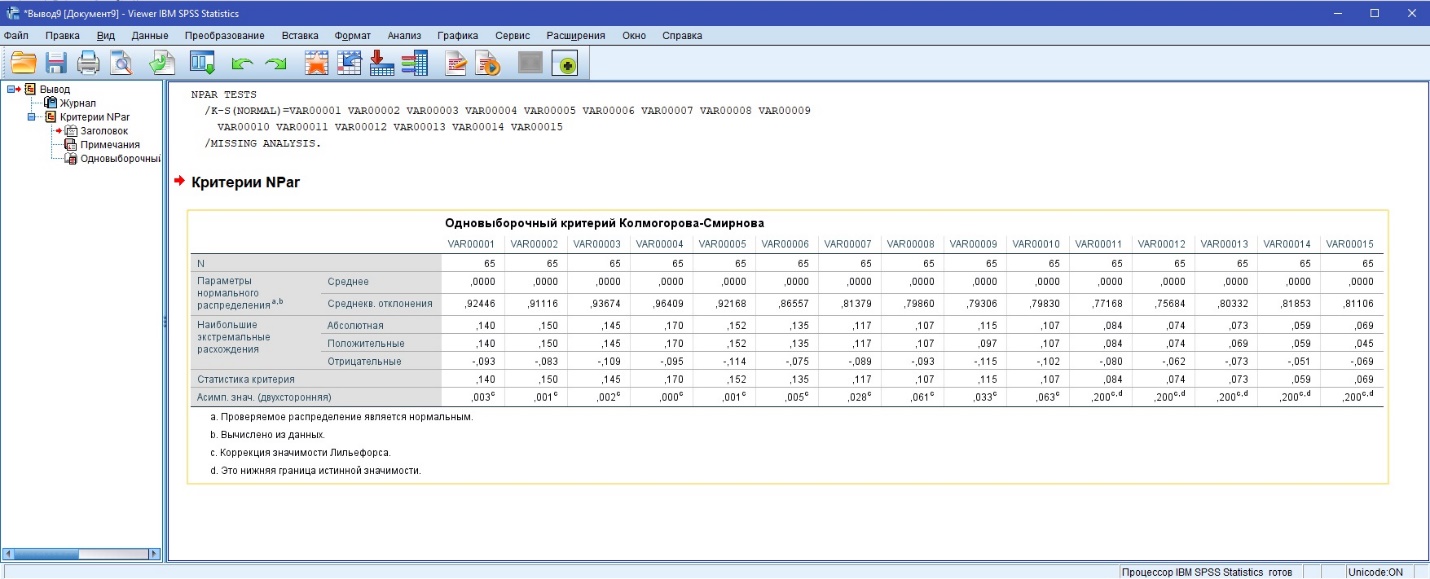
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,567339 | 0,563209 | 0,569621 | 0,568273 | 0,570482 | 0,56961 | 0,564514 | 0,562672 |
| коэф | W | -0,00532 | -0,00485 | -0,00645 | -0,00498 | -0,00684 | -0,00632 | -0,00697 | -0,00774 |
| коэф | D | 12,81594 | 12,92032 | 12,88958 | 13,15072 | 12,96924 | 13,26801 | 13,21156 | 13,11855 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 0,557471 | 0,569786 | 0,574265 | 0,579276 | 0,592646 | 0,605071 | 0,603568 |  |
| коэф | W | -0,0077 | -0,01009 | -0,01045 | -0,01123 | -0,0118 | -0,01286 | -0,0134 |  |
| коэф | D | 13,10178 | 12,96477 | 13,12865 | 13,19852 | 13,41347 | 13,44072 | 13,32956 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 69,4621 | 69,72104 | 69,99219 | 70,28708 | 70,51763 | 70,80073 | 71,06384 | 71,32684 |
| ср знач | W | 59,78077 | 60,95508 | 62,076 | 63,20846 | 64,23585 | 65,29046 | 66,25877 | 67,21846 |
| ср знач | D | 0,75702 | 0,75608 | 0,75596 | 0,74824 | 0,75174 | 0,74618 | 0,74423 | -0,7417 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 71,62132 | 71,87294 | 72,16028 | 72,41175 | 72,67049 | 72,89306 | 73,09987 |  |
| ср знач | W | 68,09554 | 69,00477 | 69,82569 | 70,59185 | 71,35692 | 72,07554 | 72,76754 |  |
| ср знач | D | 0,73659 | 0,73666 | 0,73232 | 0,73133 | 0,72665 | 0,72811 | 0,73253 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | M | 39,40853 | 39,26751 | 39,86905 | 39,94225 | 40,22902 | 40,32881 | 40,11652 | 40,13362 |
| произв | W | -0,31799 | -0,29558 | -0,40044 | -0,31476 | -0,4393 | -0,41268 | -0,46165 | -0,52038 |
| произв | D | 9,70191 | 9,76882 | 9,74404 | 9,83991 | 9,74953 | 9,90032 | 9,83245 | 9,73002 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | M | 39,92683 | 40,95218 | 41,43911 | 41,94637 | 43,06785 | 44,10549 | 44,12074 |  |
| произв | W | -0,52463 | -0,69593 | -0,72939 | -0,79307 | -0,84236 | -0,927 | -0,97542 |  |
| произв | D | 9,65067 | 9,55065 | 9,61443 | 9,65249 | 9,74689 | 9,78631 | 9,76427 |  |

На графиках динамики средних значений показатели увеличиваюься, однако по их произведению с кэффициентами сложно сказать о динамики итогового занчения Y.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 1,5 | 1,55 | | 1,47 | 1,53 | 1,56 | | 1,68 | 1,65 | | 1,72 | 1,84 | 1,8 | 1,89 | 1,81 | 1,77 | 1,73 | 1,67 |
| d(l) = 1,50 < | | | DW | | | | > d(u) = 1,70 | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,76 | 2,73 | 2,78 | 2,84 | 2,75 | 2,63 | 2,5 | 2,46 | 2,45 | 2,46 | 2,4 | 2,36 | 2,48 | 2,51 | 2,5 |
| SC | 2,86 | 2,83 | 2,88 | 2,94 | 2,85 | 2,73 | 2,6 | 2,57 | 2,55 | 2,56 | 2,5 | 2,46 | 2,58 | 2,61 | 2,6 |

Четвертая модель менее экономически развитых стран мира включает в себя две объясняющие переменные: «уровень смертности» (D) и «заболеваемость туберкулезом» (K).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,69 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,79 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,83 |
| R\_adj^2 | 0,68 | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,83 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.71 , что указывает на хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 70,30859 | 80,2368 | 86,66226 | 89,95719 | 99,06828 | 108,8187 | 118,9809 | 125,3256 |
| *Значимость F* | 1,14E-16 | 6,29E-18 | 1,1E-18 | 4,68E-19 | 4,93E-20 | 5,24E-21 | 5,96E-22 | 1,65E-22 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 133,1806 | 133,8335 | 137,3471 | 144,9085 | 144,9085 | 143,9336 | 154,3685 |  |
| *Значимость F* | 3,61E-23 | 3,19E-23 | 1,66E-23 | 4,25E-24 | 4,25E-24 | 5,05E-24 | 8,38E-25 |  |

= 3,14

Все значения , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| p-value | K | 2,63E-06 | 1,94E-06 | 2,65E-06 | 2,95E-06 | 2,88E-06 | 1,46E-06 | 1,63E-06 | 1,98E-06 |
| p-value | D | 7,49E-17 | 4,02E-18 | 6,65E-19 | 2,65E-19 | 2,39E-20 | 2,64E-21 | 2,86E-22 | 8,6E-23 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| p-value | K | 2,58E-06 | 4,61E-06 | 6,95E-06 | 7,88E-06 | 8,82E-06 | 1,32E-05 | 1,45E-05 |  |
| p-value | D | 1,89E-23 | 1,81E-23 | 9,2E-24 | 2,46E-24 | 3,32E-24 | 3,03E-24 | 5,9E-25 |  |

При заданном уровне альфа 0,05 все коэффициенты при объясняющих переменных модели статистически значимы.

1. Графики динамики p-value:

По гафикам видно, что динамика статистической значимости коэффициентов при факторах будет сохраняться в ближайшие годы.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

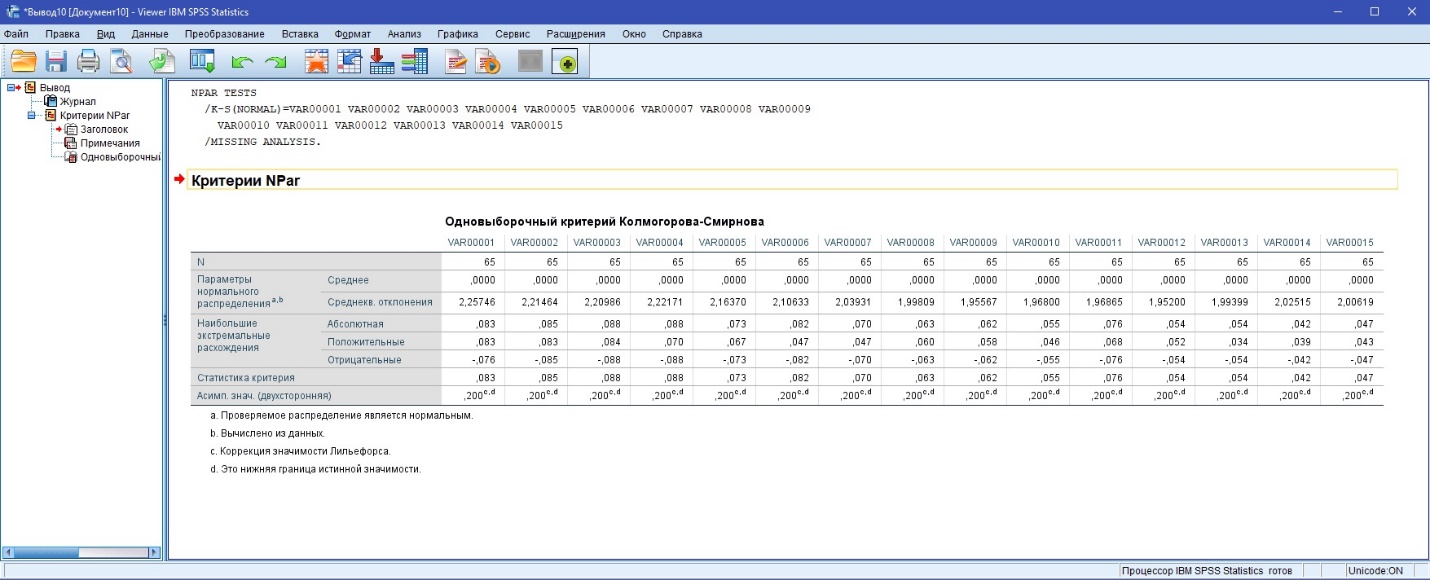
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | K | -10,8616 | -10,8536 | -10,7845 | -10,9108 | -10,8758 | -11,1017 | -10,8916 | -10,6804 |
| коэф | D | 10,28343 | 10,54911 | 10,6487 | 11,05163 | 11,02764 | 11,507 | 11,66281 | 11,70402 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | K | -10,3687 | -10,1556 | -10,0149 | -9,94552 | -10,1452 | -10,1088 | -10,043 |  |
| коэф | D | 11,95384 | 11,93971 | 12,34056 | 12,58424 | 12,99128 | 13,05077 | 13,01142 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | K | 0,128698 | 0,127009 | 0,125505 | 0,123572 | 0,122348 | 0,119232 | 0,116643 | 0,114349 |
| ср знач | D | 0,757019 | 0,756082 | 0,755963 | 0,748241 | 0,751742 | 0,74618 | 0,744231 | 0,741699 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | K | 0,112304 | 0,109497 | 0,10704 | 0,104571 | 0,102717 | 0,100396 | 0,098417 |  |
| ср знач | D | 0,736592 | 0,736662 | 0,732325 | 0,731331 | 0,726649 | 0,728109 | 0,732528 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| произв | K | -1,39787 | -1,3785 | -1,35351 | -1,34827 | -1,33063 | -1,32368 | -1,27043 | -1,22129 |
| произв | D | 7,784748 | 7,97599 | 8,050022 | 8,269282 | 8,289949 | 8,586293 | 8,679822 | 8,68086 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| произв | K | -1,16445 | -1,112 | -1,072 | -1,04001 | -1,04209 | -1,01489 | -0,9884 |  |
| произв | D | 8,805108 | 8,795522 | 9,037299 | 9,203244 | 9,440107 | 9,502386 | 9,531227 |  |

Значения коэффициентов возрастает, но показатели среднего значения убывают, поэтому необходимо анализировать их произведение. По графикам произведения видно, что в ближайшие годы значение фактора Y будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | 2008 | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,01 | 2,04 | | 2,02 | 2,01 | 2,02 | | 2,04 | 1,98 | 1,96 | | 1,97 | 1,95 | 1,94 | 1,9 | 1,9 | 1,89 | 1,88 |
| d(l) = 1,54 < | | | DW | | | | > d(u) = 1,66 | | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 4,54 | 4,5 | 4,5 | 4,51 | 4,46 | 4,4 | 4,34 | 4,3 | 4,26 | 4,27 | 4,27 | 4,25 | 4,29 | 4,33 | 4,31 |
| SC | 4,64 | 4,61 | 4,6 | 4,61 | 4,56 | 4,5 | 4,44 | 4,4 | 4,36 | 4,37 | 4,37 | 4,35 | 4,4 | 4,43 | 4,41 |

Первая модель экономически развитых стран мира включает в себя три объясняющие переменные: «рождаемость» (V), «уровень смертности» (D) и «ожидаемая продолжительность жизни» (M).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,9 | 0,91 | 0,92 | 0,9 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,9 |
| R\_adj^2 | 0,89 | 0,9 | 0,91 | 0,89 | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,89 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.89 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 84,54133 | 90,13501 | 108,5395 | 80,6193 | 102,477 | 106,8365 | 120,8153 | 153,6589 |
| *Значимость F* | 3,81E-14 | 1,7E-14 | 1,59E-15 | 6,9E-14 | 3,32E-15 | 1,95E-15 | 3,98E-16 | 1,72E-17 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 180,2948 | 173,2633 | 187,9095 | 185,7651 | 190,7415 | 155,3698 | 83,86922 |  |
| *Значимость F* | 2,07E-18 | 3,51E-18 | 1,2E-18 | 1,39E-18 | 9,8E-19 | 1,49E-17 | 4,21E-14 |  |

= 2,90

Все значения F , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | M | 1,32E-11 | 1,17E-11 | 3,06E-12 | 3,43E-11 | 3,02E-12 | 1,31E-12 | 8,83E-13 | 1,57E-13 |
| P-value | V | 0,011318 | 0,009434 | 0,014577 | 0,007079 | 0,005819 | 0,003068 | 0,003469 | 0,001705 |
| P-value | D | 3,66E-13 | 6,64E-14 | 3,08E-15 | 1,42E-13 | 4,49E-15 | 3,02E-15 | 1,3E-15 | 4,52E-17 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | M | 4,07E-14 | 2,37E-14 | 2,54E-14 | 5,18E-14 | 1,14E-14 | 1,47E-13 | 6,87E-10 |  |
| P-value | V | 0,000975 | 0,002264 | 0,00727 | 0,013682 | 0,026028 | 0,0907 | 0,21533 |  |
| P-value | D | 9,55E-18 | 1,28E-17 | 1,04E-17 | 2,02E-17 | 6,55E-18 | 1,25E-16 | 3,72E-13 |  |

В последние два года коэффициент при факторе рождаемости становится статистически не значимым.

1. Графики динамики p-value:

Динамика коэффициента при факторе V говорит о том, что в близжайшие годы этот фактор будет все меньше оказывать влияние на Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

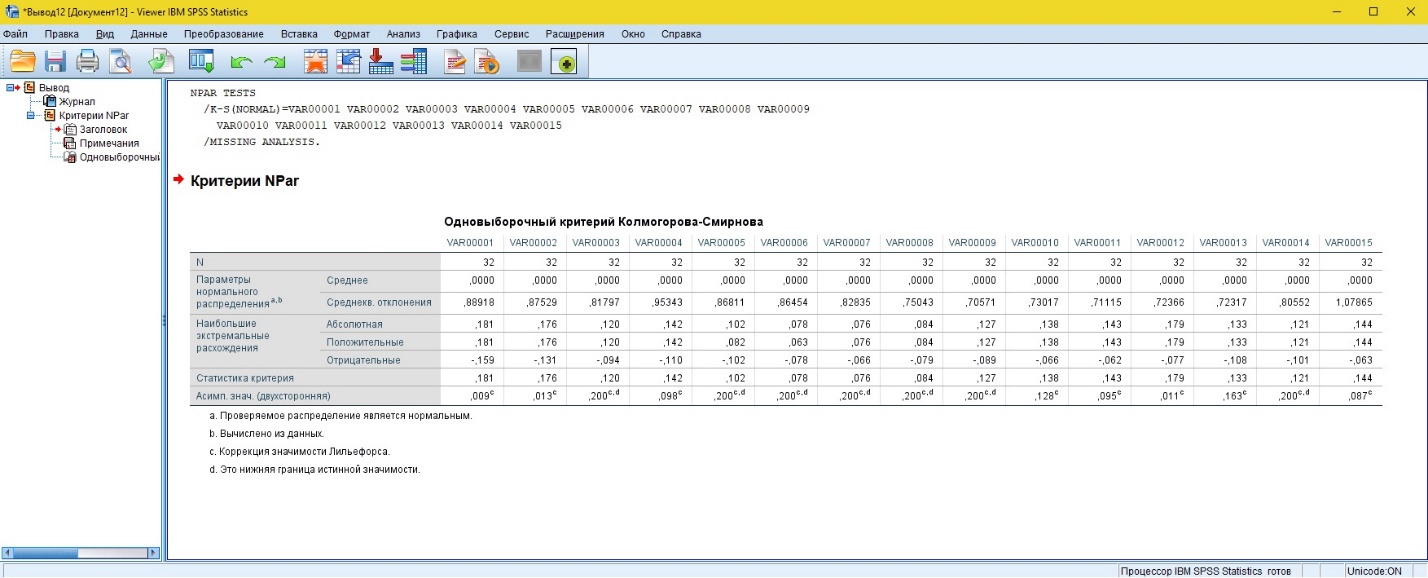
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | M | 0,861303 | 0,874971 | 0,890041 | 0,979421 | 0,99619 | 1,025895 | 1,00644 | 1,014027 |
| коэф | V | -2,10892 | -2,11117 | -1,78411 | -2,34516 | -2,22328 | -2,3354 | -2,21488 | -2,12539 |
| коэф | D | 14,39853 | 14,84878 | 15,77466 | 16,43317 | 17,03013 | 17,45912 | 17,40238 | 17,94731 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | M | 1,052086 | 1,151212 | 1,111862 | 1,113643 | 1,209867 | 1,232109 | 1,121757 |  |
| коэф | V | -2,09864 | -1,97306 | -1,79003 | -1,68701 | -1,48328 | -1,26007 | -1,28106 |  |
| коэф | D | 18,12018 | 18,50346 | 18,68404 | 18,24332 | 18,87724 | 19,36753 | 17,16873 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | M | 77,49325 | 77,65243 | 77,84267 | 78,31391 | 78,47558 | 78,72668 | 78,92102 | 79,24979 |
| ср знач | V | 1,121766 | 1,112878 | 1,116728 | 1,118439 | 1,111513 | 1,127447 | 1,138484 | 1,161956 |
| ср знач | D | 0,898528 | 0,90535 | 0,913434 | 0,880603 | 0,891934 | 0,884422 | 0,895516 | 0,881791 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | M | 79,55348 | 79,85 | 80,21363 | 80,32252 | 80,58293 | 80,93267 | 81,0939 |  |
| ср знач | V | 1,150553 | 1,144516 | 1,115738 | 1,107006 | 1,076678 | 1,081931 | 1,073388 |  |
| ср знач | D | 0,875825 | 0,88321 | 0,871647 | 0,890191 | 0,886844 | 0,876688 | 0,906819 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | M | 66,74516 | 67,94362 | 69,28319 | 76,70226 | 78,17662 | 80,76534 | 79,42928 | 80,36139 |
| приоз | V | -2,36571 | -2,34948 | -1,99236 | -2,62292 | -2,47121 | -2,63304 | -2,52161 | -2,46961 |
| приоз | D | 12,93749 | 13,44334 | 14,40912 | 14,4711 | 15,18974 | 15,44123 | 15,58411 | 15,82577 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | M | 83,69709 | 91,92427 | 89,18652 | 89,45058 | 97,49462 | 99,71792 | 90,96769 |  |
| приоз | V | -2,4146 | -2,2582 | -1,9972 | -1,86753 | -1,59701 | -1,36331 | -1,37507 |  |
| приоз | D | 15,87011 | 16,34244 | 16,28588 | 16,24003 | 16,74116 | 16,97927 | 15,56893 |  |

Все показатели на графиках возрастают, следовательно в ближайшие годы Y будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | | 2006 | 2007 | 2008 | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,4 | 2,6 | 2,48 | 2,48 | 2,32 | | 2,56 | 2,6 | 2,58 | | 2,43 | 2,28 | 2,13 | 1,86 | 1,74 | 1,8 | 1,36 |
| d(l) = 1,24 < | | | DW | | | > d(u) = 1,65 | | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,76 | 2,73 | 2,59 | 2,9 | 2,71 | 2,7 | 2,62 | 2,42 | 2,3 | 2,36 | 2,31 | 2,35 | 2,35 | 2,56 | 3,15 |
| SC | 2,9 | 2,86 | 2,73 | 3,04 | 2,85 | 2,84 | 2,75 | 2,56 | 2,43 | 2,5 | 2,45 | 2,48 | 2,48 | 2,7 | 3,28 |

Вторая модель экономически развитых стран мира включает в себя три объясняющие переменные: «рождаемость» (V), «лица, пользующиеся интернетом» (L), «ожидаемая продолжительность жизни» (M) и «уровень смертности» (D).

1. и

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| R^2 | 0,91 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,9 |
| R\_adj^2 | 0,9 | 0,92 | 0,93 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,89 |

На всем промежутке времени коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации не опускается ниже 0.9 , что указывает на очень хорошее качество моделей.

1. Критерий Фишера

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| *F* | 68,5862 | 96,55437 | 109,2682 | 76,17442 | 92,57605 | 101,3093 | 105,3901 | 141,2682 |
| *Значимость F* | 9,54E-14 | 1,38E-15 | 2,90E-16 | 2,63E-14 | 2,33E-15 | 7,53E-16 | 4,57E-16 | 1,09E-17 |
|  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| *F* | 154,7612 | 145,8238 | 147,2215 | 139,5006 | 141,1115 | 112,9951 | 62,58319 |  |
| *Значимость F* | 3,38E-18 | 7,27E-18 | 6,43E-18 | 1,29E-17 | 1,11E-17 | 1,89E-16 | 2,90E-13 |  |

= 2,67

Все значения F , следовательно модель статистически значима на всем промежутке времени.

1. Критерий Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| P-value | L | 0,096753 | 0,001949 | 0,004253 | 0,011189 | 0,01954 | 0,009787 | 0,031184 | 0,01401 |
| P-value | M | 1,06E-11 | 2,02E-13 | 1,18E-13 | 2,85E-12 | 4,58E-13 | 1,09E-13 | 2,11E-13 | 1,96E-14 |
| P-value | V | 0,008106 | 0,002209 | 0,003704 | 0,001626 | 0,001499 | 0,000677 | 0,002327 | 0,001164 |
| P-value | D | 4,14E-13 | 2,16E-15 | 2,18E-16 | 2,21E-14 | 1,08E-15 | 3,57E-16 | 4,76E-16 | 8,53E-18 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| P-value | L | 0,03731 | 0,050384 | 0,154758 | 0,329541 | 0,448901 | 0,708577 | 0,387293 |  |
| P-value | M | 1,29E-14 | 9,89E-15 | 2,88E-14 | 1,01E-13 | 2,97E-14 | 4,15E-13 | 1,27E-09 |  |
| P-value | V | 0,000892 | 0,002779 | 0,009097 | 0,019691 | 0,031642 | 0,105551 | 0,208358 |  |
| P-value | D | 4,38E-18 | 7,37E-18 | 1,52E-17 | 4,79E-17 | 1,97E-17 | 4,49E-16 | 7,42E-13 |  |

Во второй половине временного ряда коэффициент при факторе L становятся статистически незначимыми, такая же ситуация наблюдается с последними двумя годами коэффициента при факторе V.

1. Графики динамики p-value:

Подобное явление может указывать на то, что в ближайшие годы факторы L и V все меньше будут влиять на итоговые значения Y.

1. Динамика коэффициентов, средних значений и их произведения

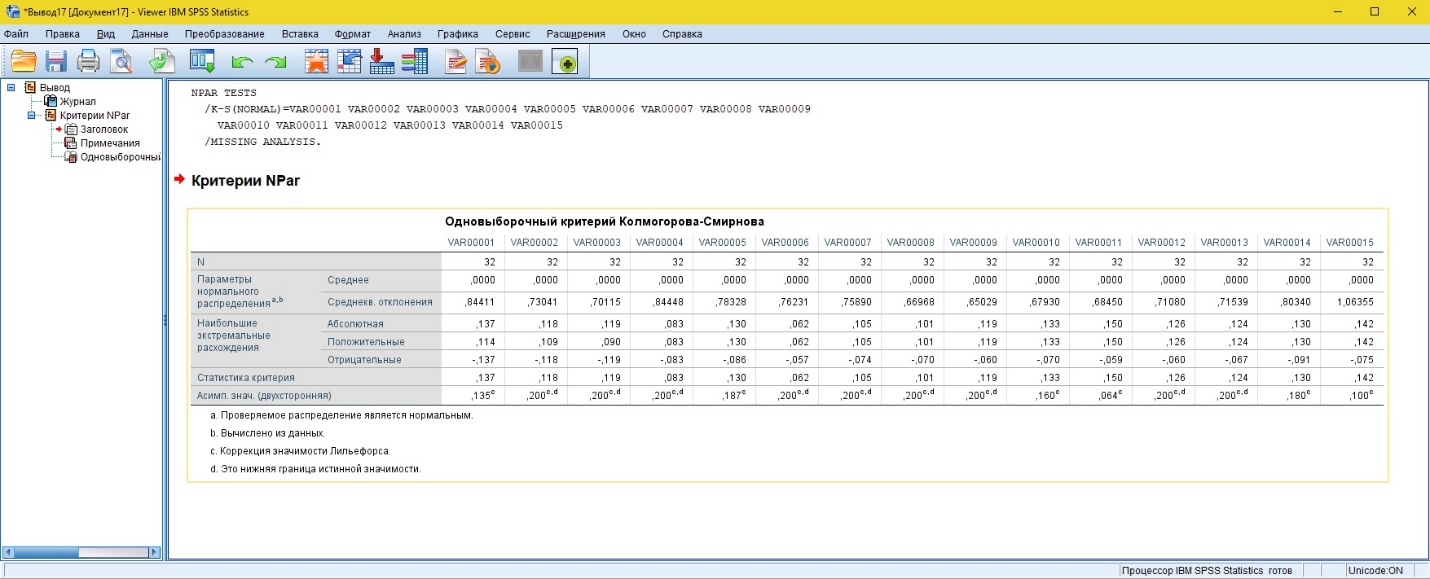
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| коэф | L | -0,01933 | -0,02715 | -0,02381 | -0,02509 | -0,02098 | -0,02382 | -0,02232 | -0,02367 |
| коэф | M | 0,905803 | 0,941762 | 0,950129 | 1,033273 | 1,03988 | 1,066667 | 1,036795 | 1,049331 |
| коэф | V | -2,15039 | -2,17767 | -1,90413 | -2,56462 | -2,43657 | -2,49318 | -2,17657 | -2,02593 |
| коэф | D | 14,23257 | 14,91343 | 15,77422 | 16,42097 | 17,06358 | 17,62155 | 17,42282 | 18,02622 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| коэф | L | -0,0209 | -0,02169 | -0,01666 | -0,01247 | -0,00996 | -0,00585 | 0,019304 |  |
| коэф | M | 1,081175 | 1,177178 | 1,133245 | 1,127327 | 1,220554 | 1,236496 | 1,114108 |  |
| коэф | V | -2,00271 | -1,84307 | -1,71012 | -1,60374 | -1,44527 | -1,23032 | -1,30841 |  |
| коэф | D | 18,16892 | 18,56016 | 18,69085 | 18,24906 | 18,87067 | 19,34058 | 17,36242 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ср знач | L | 32,96274 | 42,49582 | 48,51745 | 53,66527 | 57,25791 | 61,02961 | 65,78739 | 69,0925 |
| ср знач | M | 77,49325 | 77,65243 | 77,84267 | 78,31391 | 78,47558 | 78,72668 | 78,91941 | 79,24979 |
| ср знач | V | 1,121766 | 1,112878 | 1,116728 | 1,118439 | 1,111513 | 1,127447 | 1,139388 | 1,161956 |
| ср знач | D | 0,898528 | 0,90535 | 0,913434 | 0,880603 | 0,891934 | 0,884422 | 0,888719 | 0,881791 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| ср знач | L | 71,86688 | 74,58344 | 76,14965 | 78,01143 | 79,99057 | 81,41365 | 82,73033 |  |
| ср знач | M | 79,55348 | 79,83547 | 80,21363 | 80,32252 | 80,58293 | 80,93267 | 81,0939 |  |
| ср знач | V | 1,150553 | 1,144734 | 1,115738 | 1,107006 | 1,076678 | 1,081931 | 1,073388 |  |
| ср знач | D | 0,875825 | 0,876725 | 0,871647 | 0,890191 | 0,886844 | 0,876688 | 0,906819 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| приоз | L | -0,63717 | -1,15376 | -1,1553 | -1,34661 | -1,20129 | -1,45379 | -1,46856 | -1,63519 |
| приоз | M | 70,19364 | 73,13012 | 73,96061 | 80,91962 | 81,60522 | 83,97512 | 81,82322 | 83,15925 |
| приоз | V | -2,41224 | -2,42348 | -2,12639 | -2,86837 | -2,70828 | -2,81092 | -2,47995 | -2,35404 |
| приоз | D | 12,78836 | 13,50187 | 14,40871 | 14,46035 | 15,21958 | 15,58488 | 15,48399 | 15,89535 |
|  |  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |  |
| приоз | L | -1,50196 | -1,6177 | -1,2686 | -0,97267 | -0,79647 | -0,47627 | 1,596993 |  |
| приоз | M | 86,01125 | 93,98058 | 90,90169 | 90,54973 | 98,35585 | 100,0729 | 90,34737 |  |
| приоз | V | -2,30423 | -2,10982 | -1,90805 | -1,77535 | -1,55609 | -1,33112 | -1,40443 |  |
| приоз | D | 15,9128 | 16,27216 | 16,29182 | 16,24515 | 16,73534 | 16,95565 | 15,74457 |  |

По динеамике показателей на графиках легко заметить, что в ближайшие годы значение Y будет расти.

1. Критерий Колмогорова-Смирнова



На данном промежутки времени нельзя сказать о присутствии сериальной корреляции.

1. Критерий Дарбина-Уотсона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | | 2003 | 2004 | | 2005 | 2006 | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| DW | 2,31 | 2,46 | | 2,3 | 2,29 | | 2,17 | 2,46 | 2,51 | | 2,4 | 2,33 | 2,17 | 2,04 | 1,78 | 1,66 | 1,77 | 1,48 |
| d(l) =1,18 < | | | DW | | | > d(u) = 1,73 | | | |

На данном промежутки времени значения меняется в пределах от 1,5 до 2,5, следовательно все модели адекватные.

1. Критерий Акаике и Шварца

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,72 | 2,43 | 2,35 | 2,72 | 2,57 | 2,51 | 2,5 | 2,25 | 2,2 | 2,28 | 2,3 | 2,37 | 2,39 | 2,62 | 3,18 |
| SC | 2,9 | 2,61 | 2,53 | 2,9 | 2,75 | 2,7 | 2,69 | 2,44 | 2,38 | 2,47 | 2,48 | 2,56 | 2,57 | 2,8 | 3,36 |

# Глава 5 Выбор наилучшей модели для прогнозирования

## Выбор наилучшей модели

Модели экономически развитых стран Европы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, V, D |  |  |  |  |  | М1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,8 | 2,74 | 2,53 | 2,83 | 2,64 | 2,65 | 2,47 | 2,21 | 1,89 | 1,91 | 1,84 | 1,88 | 2,01 | 2,36 | 2,99 |
| SC | 2,94 | 2,89 | 2,67 | 2,98 | 2,79 | 2,79 | 2,61 | 2,36 | 2,03 | 2,05 | 1,99 | 2,03 | 2,15 | 2,51 | 3,13 |
| R^2 | 0,8 | 0,82 | 0,86 | 0,82 | 0,86 | 0,86 | 0,89 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,84 |
| R\_adj^2 | 0,77 | 0,79 | 0,84 | 0,79 | 0,84 | 0,84 | 0,87 | 0,91 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,9 | 0,82 |
| *F* | 27,6 | 30,9 | 42,3 | 31,4 | 41,8 | 44 | 56,4 | 77,4 | 112 | 112 | 121 | 119 | 106 | 73,7 | 37,1 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,23 | 2,36 | 2,15 | 2,07 | 1,76 | 2,13 | 2,36 | 2,4 | 2,3 | 2,32 | 2,5 | 2,28 | 2,01 | 2,08 | 1,53 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,13 | 0,45 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | L, M, V, D |  |  |  |  |  | М2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,74 | 2,4 | 2,24 | 2,65 | 2,5 | 2,4 | 2,23 | 1,86 | 1,64 | 1,73 | 1,78 | 1,94 | 2,07 | 2,43 | 3,05 |
| SC | 2,93 | 2,6 | 2,43 | 2,84 | 2,69 | 2,59 | 2,43 | 2,05 | 1,84 | 1,93 | 1,97 | 2,13 | 2,27 | 2,63 | 3,24 |
| R^2 | 0,82 | 0,88 | 0,9 | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,92 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,91 | 0,84 |
| R\_adj^2 | 0,79 | 0,85 | 0,88 | 0,83 | 0,86 | 0,88 | 0,9 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,9 | 0,81 |
| *F* | 23,5 | 36,1 | 46,1 | 30,8 | 38,5 | 45,6 | 57 | 88 | 113 | 104 | 101 | 86,7 | 76,6 | 53,1 | 27 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,13 | 2,3 | 2,13 | 2,04 | 1,8 | 2,3 | 2,37 | 2,24 | 2,46 | 2,19 | 2,33 | 2,17 | 1,92 | 2,01 | 1,66 |
| P-value | 0,1 | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,09 | 0,51 | 0,58 | 0,68 | 0,56 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,17 | 0,1 | 0,13 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0 | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,25 | 0,38 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Почти по всем критериям, модели с факторами L, M, V, D превосходят модели с факторами M, D. Однако в М2 в последние годы у факторов L и D наблюдается тенденция отдаления от уровня статистической значимости, из чего можно сделать вывод, что в дальнейшем эта модель потеряет актуальность. Поэтому для экономически развитых стран Европы наилучшей моделью будем считать М1.

Модели менее экономически развитых стран Европы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, W, V |  |  |  |  |  | М1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,52 | 2,63 | 2,94 | 2,71 | 2,98 | 2,92 | 2,69 | 2,76 | 2,78 | 2,31 | 2,33 | 2,33 | 2,6 | 1,44 | 1,93 |
| SC | 2,66 | 2,77 | 3,07 | 2,85 | 3,12 | 3,06 | 2,83 | 2,89 | 2,92 | 2,44 | 2,47 | 2,47 | 2,74 | 1,57 | 2,07 |
| R^2 | 0,93 | 0,92 | 0,89 | 0,91 | 0,89 | 0,89 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,98 | 0,96 |
| R\_adj^2 | 0,91 | 0,9 | 0,86 | 0,89 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,9 | 0,97 | 0,95 |
| *F* | 43,2 | 38,6 | 27,6 | 35,7 | 25,7 | 26,7 | 33 | 29,5 | 27,9 | 46,8 | 46,7 | 49 | 39,6 | 143 | 90,2 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,85 | 2,26 | 2,33 | 2,11 | 2,27 | 2,62 | 2,59 | 2,8 | 2,7 | 2,82 | 2,74 | 2,44 | 2,72 | 1,64 | 1,53 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,36 | 0,61 | 0,29 | 0,41 | 0,27 | 0,2 | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,13 | 0 | 0,01 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | K, D |  |  |  |  |  | М2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 4,28 | 4,21 | 4,24 | 4,33 | 4,2 | 4,14 | 4,05 | 4,02 | 4 | 3,97 | 3,96 | 3,78 | 3,89 | 3,87 | 3,79 |
| SC | 4,37 | 4,3 | 4,33 | 4,42 | 4,29 | 4,24 | 4,14 | 4,11 | 4,09 | 4,06 | 4,05 | 3,87 | 3,98 | 3,97 | 3,88 |
| R^2 | 0,52 | 0,56 | 0,54 | 0,5 | 0,55 | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,59 | 0,6 | 0,61 | 0,69 | 0,67 | 0,7 | 0,74 |
| R\_adj^2 | 0,43 | 0,48 | 0,46 | 0,41 | 0,47 | 0,49 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,63 | 0,61 | 0,64 | 0,69 |
| *F* | 5,94 | 6,93 | 6,56 | 5,54 | 6,72 | 7,13 | 7,9 | 7,73 | 7,75 | 8,17 | 8,57 | 12,2 | 11,3 | 12,8 | 15,3 |
| *Значимость F* | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,15 | 2,17 | 2,12 | 2,07 | 2,24 | 2,24 | 2,06 | 2,12 | 2,16 | 2,18 | 2,14 | 2,06 | 2,08 | 1,95 | 1,79 |
| P-value | 0,42 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | 0,08 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 |
| P-value | 0,01 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | M, D |  |  |  |  |  | М3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,47 | 2,52 | 2,64 | 2,91 | 2,97 | 2,95 | 2,88 | 2,92 | 2,97 | 2,85 | 2,77 | 2,64 | 2,69 | 2,52 | 2,59 |
| SC | 2,56 | 2,61 | 2,73 | 3 | 3,06 | 3,04 | 2,97 | 3,01 | 3,06 | 2,94 | 2,86 | 2,73 | 2,78 | 2,61 | 2,68 |
| R^2 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,92 |
| R\_adj^2 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,88 | 0,91 | 0,91 |
| *F* | 64,7 | 61,7 | 54,5 | 39,8 | 36,6 | 36,4 | 37,4 | 34,4 | 31,6 | 36,3 | 40,6 | 49,5 | 50,4 | 65,3 | 63,4 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,61 | 2,09 | 1,85 | 1,94 | 1,97 | 2,12 | 2,01 | 2,21 | 2,34 | 2,24 | 2,4 | 2,39 | 2,32 | 2,28 | 2,18 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Анализируя данные таблиц, сразу можно заметить, что М2 очевидно не подходит почти по всем сравнениям. Рассматривая оставшиеся варианты, наблюдается следующая ситуация: в первой половине временного ряда М1 является более подходящий, напротив во второй половине она уступает М3. Так как динамика p-значения в последние годы о обоих моделей схожа, выбираем наилучше подходящей М3 исходя из остальных значений.

Модели менее экономически развитых стран Америки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, D |  |  |  |  |  | М1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 0,6 | 0,69 | 0,83 | 1 | 1,17 | 1,35 | 1,5 | 1,62 | 1,7 | 1,74 | 1,74 | 1,71 | 1,67 | 1,65 | 1,64 |
| SC | 0,69 | 0,78 | 0,92 | 1,09 | 1,26 | 1,43 | 1,59 | 1,71 | 1,79 | 1,83 | 1,83 | 1,8 | 1,76 | 1,74 | 1,72 |
| R^2 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,98 |
| R\_adj^2 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| *F* | 333 | 306 | 268 | 229 | 196 | 169 | 150 | 138 | 133 | 135 | 142 | 156 | 172 | 188 | 203 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,54 | 2,35 | 2,16 | 2,03 | 1,96 | 1,91 | 1,89 | 1,88 | 1,87 | 1,84 | 1,82 | 1,79 | 1,76 | 1,74 | 1,75 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | L, M, D |  |  |  |  |  | М2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 0,43 | 0,36 | 0,39 | 0,37 | 0,48 | 0,37 | 0,23 | 0,64 | 0,81 | 1,02 | 1,36 | 1,49 | 1,56 | 1,61 | 1,64 |
| SC | 0,56 | 0,49 | 0,52 | 0,5 | 0,61 | 0,5 | 0,36 | 0,77 | 0,94 | 1,15 | 1,49 | 1,62 | 1,69 | 1,74 | 1,77 |
| R^2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| R\_adj^2 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| *F* | 278 | 300 | 296 | 304 | 278 | 321 | 382 | 265 | 233 | 199 | 148 | 137 | 136 | 138 | 142 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,47 | 2,41 | 2,11 | 1,88 | 1,92 | 1,6 | 1,51 | 1,41 | 1,48 | 1,71 | 2,06 | 2,01 | 1,99 | 1,92 | 1,95 |
| P-value | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,2 | 0,26 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Обе модели по табличным значениям приблизительно одинаковы, однако последние годы у динамика p-значений объясняющих переменных у М1 улучшается, в отличие от тех же значений М2, поэтому для менее экономически развитых стран Америки наилучшей моделью будем считать М1.

Модели менее экономически развитых стран Азии.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, V, D |  |  |  |  |  | М1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,48 | 2,5 | 2,5 | 2,54 | 2,36 | 2,29 | 2,19 | 2,06 | 2 | 1,92 | 1,88 | 1,9 | 1,93 | 1,99 | 2,1 |
| SC | 2,61 | 2,63 | 2,63 | 2,66 | 2,49 | 2,42 | 2,32 | 2,19 | 2,13 | 2,05 | 2,01 | 2,03 | 2,06 | 2,12 | 2,23 |
| R^2 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| R\_adj^2 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 |
| *F* | 85,3 | 93,9 | 103 | 107 | 134 | 148 | 164 | 186 | 197 | 216 | 228 | 228 | 224 | 217 | 200 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,75 | 1,73 | 1,8 | 1,84 | 1,83 | 1,83 | 1,91 | 1,93 | 2,05 | 2,11 | 2,12 | 2,1 | 2,17 | 2,13 | 2,11 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,06 | 0,16 | 0,37 | 0,42 | 0,42 | 0,45 | 0,35 | 0,23 | 0,33 | 0,34 | 0,45 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | M, V |  |  |  |  |  | М2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 3,89 | 3,93 | 4,02 | 4,04 | 4,08 | 4 | 4 | 3,94 | 3,86 | 3,83 | 3,8 | 3,89 | 3,9 | 3,95 | 3,94 |
| SC | 3,97 | 4,01 | 4,11 | 4,13 | 4,17 | 4,09 | 4,09 | 4,03 | 3,95 | 3,92 | 3,88 | 3,98 | 3,99 | 4,04 | 4,03 |
| R^2 | 0,51 | 0,53 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | 0,59 | 0,59 | 0,61 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,65 |
| R\_adj^2 | 0,48 | 0,51 | 0,5 | 0,53 | 0,52 | 0,57 | 0,56 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,62 | 0,62 | 0,61 | 0,63 |
| *F* | 17,4 | 19,4 | 19,2 | 20,9 | 20,6 | 24,4 | 24,4 | 26,3 | 29,6 | 31,3 | 33,7 | 29,8 | 30,4 | 29,2 | 31,1 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,29 | 2,25 | 2,27 | 2,32 | 2,34 | 2,31 | 2,38 | 2,39 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,6 | 2,63 | 2,68 | 2,64 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | 0,05 | 0,13 | 0,06 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | Q, M, D |  |  |  |  |  | М3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,9 | 2,84 | 2,77 | 2,71 | 2,46 | 2,34 | 2,21 | 2,08 | 2,01 | 1,9 | 1,82 | 1,81 | 1,81 | 1,84 | 1,95 |
| SC | 3,03 | 2,97 | 2,9 | 2,84 | 2,59 | 2,47 | 2,34 | 2,21 | 2,14 | 2,03 | 1,95 | 1,93 | 1,94 | 1,97 | 2,08 |
| R^2 | 0,82 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 |
| R\_adj^2 | 0,81 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| *F* | 52,2 | 63,6 | 76,6 | 87,8 | 120 | 139 | 160 | 182 | 194 | 221 | 242 | 251 | 254 | 255 | 233 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,65 | 1,66 | 1,69 | 1,78 | 1,79 | 1,8 | 1,91 | 1,95 | 2,09 | 2,17 | 2,22 | 2,24 | 2,31 | 2,27 | 2,21 |
| P-value | 0,79 | 0,65 | 0,62 | 0,39 | 0,55 | 0,67 | 1 | 0,81 | 0,66 | 0,26 | 0,1 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Анализируя данные таблиц, сразу можно заметить, что М2 очевидно не подходит почти по всем сравнениям. Оставшиеся обе модели по табличным значениям приблизительно одинаковы, однако последние годы у динамика p-значений объясняющих переменных у М3 улучшается, в отличие от тех же значений М1, поэтому для менее экономически развитых стран Азии наилучшей моделью будем считать М3.

Модели экономически развитых стран мира.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, V, D |  |  |  |  |  | М1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,76 | 2,73 | 2,59 | 2,9 | 2,71 | 2,7 | 2,62 | 2,42 | 2,3 | 2,36 | 2,31 | 2,35 | 2,35 | 2,56 | 3,15 |
| SC | 2,9 | 2,86 | 2,73 | 3,04 | 2,85 | 2,84 | 2,75 | 2,56 | 2,43 | 2,5 | 2,45 | 2,48 | 2,48 | 2,7 | 3,28 |
| R^2 | 0,9 | 0,91 | 0,92 | 0,9 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,9 |
| R\_adj^2 | 0,89 | 0,9 | 0,91 | 0,89 | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,89 |
| *F* | 84,5 | 90,1 | 109 | 80,6 | 102 | 107 | 121 | 154 | 180 | 173 | 188 | 186 | 191 | 155 | 83,9 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,4 | 2,6 | 2,48 | 2,48 | 2,32 | 2,56 | 2,6 | 2,58 | 2,43 | 2,28 | 2,13 | 1,86 | 1,74 | 1,8 | 1,36 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,09 | 0,22 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | L, M, V, D |  |  |  |  |  | М2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,72 | 2,43 | 2,35 | 2,72 | 2,57 | 2,51 | 2,5 | 2,25 | 2,2 | 2,28 | 2,3 | 2,37 | 2,39 | 2,62 | 3,18 |
| SC | 2,9 | 2,61 | 2,53 | 2,9 | 2,75 | 2,7 | 2,69 | 2,44 | 2,38 | 2,47 | 2,48 | 2,56 | 2,57 | 2,8 | 3,36 |
| R^2 | 0,91 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,9 |
| R\_adj^2 | 0,9 | 0,92 | 0,93 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,89 |
| *F* | 68,6 | 96,6 | 109 | 76,2 | 92,6 | 101 | 105 | 141 | 155 | 146 | 147 | 140 | 141 | 113 | 62,6 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,31 | 2,46 | 2,3 | 2,29 | 2,17 | 2,46 | 2,51 | 2,4 | 2,33 | 2,17 | 2,04 | 1,78 | 1,66 | 1,77 | 1,48 |
| P-value | 0,1 | 0 | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,05 | 0,15 | 0,33 | 0,45 | 0,71 | 0,39 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,11 | 0,21 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Модели по табличным значениям приблизительно одинаковы, однако у М2 в последние годы p-значение коэффициента L становятся статистически не значимыми, поэтому как и говорится в критериях Акаике и Шварца, чем проще модель, тем она лучше, значения М1 этих критериев ниже, поэтому будем считать наилучшей моделью М1.

Модели менее экономически развитых стран мира.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, V, D |  |  |  |  |  | M1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,61 | 2,59 | 2,7 | 2,78 | 2,76 | 2,65 | 2,55 | 2,52 | 2,51 | 2,55 | 2,49 | 2,49 | 2,59 | 2,63 | 2,62 |
| SC | 2,71 | 2,69 | 2,8 | 2,88 | 2,86 | 2,75 | 2,65 | 2,62 | 2,61 | 2,65 | 2,59 | 2,59 | 2,69 | 2,73 | 2,72 |
| R^2 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| *F* | 439 | 473 | 446 | 427 | 448 | 510 | 571 | 586 | 600 | 582 | 631 | 662 | 610 | 602 | 634 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,64 | 1,67 | 1,63 | 1,65 | 1,65 | 1,74 | 1,7 | 1,76 | 1,86 | 1,87 | 1,93 | 1,86 | 1,85 | 1,83 | 1,79 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,16 | 0,42 | 0,78 | 0,91 | 0,72 | 0,58 | 0,55 | 0,66 | 0,49 | 0,41 | 0,34 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | Q, M, V, D |  |  |  |  |  | M2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,61 | 2,59 | 2,69 | 2,79 | 2,75 | 2,65 | 2,53 | 3,9 | 2,48 | 2,48 | 2,4 | 2,37 | 2,47 | 2,5 | 2,47 |
| SC | 2,74 | 2,73 | 2,83 | 2,93 | 2,88 | 2,78 | 2,67 | 4,03 | 2,61 | 2,61 | 2,54 | 2,5 | 2,61 | 2,63 | 2,61 |
| R^2 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,87 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,87 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| *F* | 335 | 360 | 343 | 322 | 344 | 390 | 441 | 138 | 471 | 478 | 527 | 563 | 521 | 527 | 563 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,59 | 1,63 | 1,56 | 1,6 | 1,59 | 1,68 | 1,64 | 1,61 | 1,87 | 1,86 | 1,97 | 1,89 | 1,87 | 1,84 | 1,8 |
| P-value | 0,16 | 0,19 | 0,12 | 0,26 | 0,13 | 0,16 | 0,1 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,16 | 0,43 | 0,87 | 0,73 | 0,53 | 0,3 | 0,25 | 0,27 | 0,16 | 0,1 | 0,08 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Факторы | M, Q, D |  |  |  |  |  | M3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 2,76 | 2,73 | 2,78 | 2,84 | 2,75 | 2,63 | 2,5 | 2,46 | 2,45 | 2,46 | 2,4 | 2,36 | 2,48 | 2,51 | 2,5 |
| SC | 2,86 | 2,83 | 2,88 | 2,94 | 2,85 | 2,73 | 2,6 | 2,57 | 2,55 | 2,56 | 2,5 | 2,46 | 2,58 | 2,61 | 2,6 |
| R^2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| R\_adj^2 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| *F* | 376 | 411 | 409 | 401 | 450 | 523 | 597 | 622 | 635 | 637 | 698 | 747 | 683 | 682 | 724 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 1,5 | 1,55 | 1,47 | 1,53 | 1,56 | 1,68 | 1,65 | 1,72 | 1,84 | 1,8 | 1,89 | 1,81 | 1,77 | 1,73 | 1,67 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0,25 | 0,29 | 0,17 | 0,3 | 0,14 | 0,15 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Факторы | K, D |  |  |  |  |  | M4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| AIC | 4,54 | 4,5 | 4,5 | 4,51 | 4,46 | 4,4 | 4,34 | 4,3 | 4,26 | 4,27 | 4,27 | 4,25 | 4,29 | 4,33 | 4,31 |
| SC | 4,64 | 4,61 | 4,6 | 4,61 | 4,56 | 4,5 | 4,44 | 4,4 | 4,36 | 4,37 | 4,37 | 4,35 | 4,4 | 4,43 | 4,41 |
| R^2 | 0,69 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,79 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,83 |
| R\_adj^2 | 0,68 | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,83 |
| *F* | 70,3 | 80,2 | 86,7 | 90 | 99,1 | 109 | 119 | 125 | 133 | 134 | 137 | 145 | 145 | 144 | 154 |
| *Значимость F* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DW | 2,01 | 2,04 | 2,02 | 2,01 | 2,02 | 2,04 | 1,98 | 1,96 | 1,97 | 1,95 | 1,94 | 1,9 | 1,9 | 1,89 | 1,88 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P-value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

По значениям М4 сразу можно сказать, что она хуже всех подходит. Остальные модели приблизительно равны. Динамика показателей p-значения у М1, М2 и М3 стремится к статистической значимости, однако в последние годы p-значение ниже 0,05 всех факторов только у М3, тк будет строиться прогноз этот фактор и поредели, что в данной группе наилучшей моделью будем считать М3.

## Построение прогноза

Прогноз строится на основании модели 2015 года. Прогнозные значения параметров в модели будут вычисляться построением линий тренда первой степени за последние 3 года.

Для моделей экономически развитых стран Европы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| M | 0,99874641 | 80,35424 | 80,7454634 | 80,9279024 | 81,2492 |  |
| V | -1,6584571 | 1,05 | 1,0552 | 1,0468 | 1,0475 |  |
| D | 15,9741337 | 0,9456 | 0,9316 | 0,9664 | 0,9687 |  |

Модель

Y=0,998746406188529\*M-1,65845706626939\*V+15,9741336929541\*D-76,2308069115372

Полученное значение:

18,65345

Для моделей менее экономически развитых стран Европы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| d | -72,441299 |  |  |  |  |  |
| M | 0,95480423 | 74,67488 | 74,8663415 | 75,0487021 | 75,2366 |  |
| D | 13,2318168 | 1,176957 | 1,18621429 | 1,20982143 | 1,2237 |  |

Модель

Y=0,954804227459704\*M+13,2318167662753\*D-72,4412988898121

Полученное значение:

15,5866990267737

Для моделей стран Америки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| d | -45,5873 |  |  |  |  |  |
| M | 0,589359 | 74,34108 | 74,54928 | 74,75292 | 74,9596 |  |
| D | 14,90693 | 0,627962 | 0,630346 | 0,633162 | 0,6357 |  |

Модель

Y=0,589358652097683\*M+14,9069325341446\*D-45,5873155505439

Полученное значение:

8,0671102791933

Для моделей стран Азии

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| d | -37,7674 |  |  |  |  |  |
| Q | -0,00973 | 66,12 | 66,90211 | 67,69421 | 68,4794 |  |
| M | 0,499759 | 71,36052 | 71,59946 | 71,81636 | 72,0476 |  |
| D | 13,08809 | 0,594508 | 0,592779 | 0,590676 | 0,5889 |  |

Модель

Y=-0,00972664949200437\*Q+0,499759254331827\*M+13,0880865006371\*D -37,7674204025336

Полученное значение:

5,28053346886657

Для моделей экономически развитых стран мира

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| d | -45,3192 |  |  |  |  |  |
| M | 0,584341 | 72,67049 | 72,89306 | 73,09987 | 73,3168 |  |
| V | 0,309151 | 1,828265 | 1,80948 | 1,780532 | 1,7582 |  |
| D | 13,58517 | 0,726649 | 0,728109 | 0,732528 | 0,7348 |  |

Модель

Y=0,584341345561421\*M+0,309150779757175\*V+13,5851655969633\*D-45,3192285053901

Полученное значение:

8,04873764048519

Для моделей менее экономически развитых стран Европы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициенты | | Средние значения | |  | Прогнозные значения | |
| d | -45,0116 |  |  |  |  |  |
| M | 0,603568 | 72,67049 | 72,89306 | 73,09987 | 73,3168 |  |
| Q | -0,0134 | 71,35692 | 72,07554 | 72,76754 | 73,4772 |  |
| D | 13,32956 | 0,72665 | 0,72811 | 0,73253 | 0,7348 |  |

Модель

Y=0,60356797953881\*M-0,0134046261791093\*Q+13,3295641421024\*D-45,0115831273254

Полученное значение:

8,04971904785481

# Заключение

В работе проведено исследование моделей с объясняющими переменными, влияющих на долю населения старше 65 лет, было рассмотрено 25 факторов, взятых из [8]. В ходе регрессионного анализа выявлено, что только 7 из них имеют статистическую значимость.

В работе использовались наиболее популярные и точные критерии отбора модели. Для анализа качества моделей выбран коэффициент детерминации и скорректированный коэффициент детерминации. Для того что бы проверить статистическую значимость самой модели и статистическую значимость ее объясняющих переменных выбраны F-критерий Фишера и t-критерий Стьюдента соответственно. В работе так же используется анализ остатков для проверки автокорреляции и нормального распределения критерием Дарбина-Уотсона и Колмогорова-Смирнова соответственно. Методами сравнения моделей были выбраны критерий Акаике (AIC) и Шварца (SC).

Проведен анализ 16 моделей, который показал разницу в статистической значимости коэффициентов при различных факторах в разных группах моделей. Это указывает на правильность разделения стран мира по классификации МВФ в группы при построении социально-экономических моделей экономически развитых и менее экономически развитых стран, а также разделения по частям света, так как исследование показало, что при одних и тех же моделях с одним набором объясняющих переменных, учитывая, что сами модели статистически значимы, статистическая значимость коэффициентов может сильно отличаться.

Далее была выбрана наилучше всего подходящая модель для описания доли населения старше 65 лет в каждой группе. На основании этих моделей был построен прогноз на 2016 год.

# Список литературы

1. Котвицкая А. А., Пастухова А. А. Проблема старения населения в Украине и России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2013. № 11 (154). Вып. 22/2 С. 5-9.
2. Гонтмахер Е. Ш. Проблема старения населения в России // Мировая экономика и международные отношения: Научный журнал 2012 . № 1. C. 22-29.
3. Зеликова Ю.А. Стареющая Европа: демография, политика, социология. СПб.: Норма, 2014. 224 с.
4. Евсеев Е.А., Буре В.М. Эконометрика: учебное пособие для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2017. 186 с.
5. Data. The World Bank. http://data.worldbank.org/indicator.
6. Белов А.И., Болдырев А.С. Анализ взаимосвязи старения населения и некоторых демографических и эконометрических показателей // Статистические методы анализа экономики и общества: Труды 7-й международной научно-практической конференции студентов и аспирантов / под ред. В. С. Мхитаряна, М. Ю. Архиповой, Л. А. Родионовой, В. П. Сиротина. М.: НИУ ВШЭ, 2016. с. 42-43.
7. Староверова К. Ю., Буре В. М. Мера различия временных рядов, основанная на их характеристиках // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2017. Т. 13. Вып. 1. С. 51-60.
8. International Monetary Fund. http://www.imf.org/external/index.htm.
9. Мельников Р. М. Эконометрика. Учебное пособие. М.: Проспект, 2016. 288с.
10. Магнус Я. Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. М.: Дело, 2004. С. 74.
11. Буре В. М., Парилина Е. М., Седаков А. А. Методы прикладной статистики в R и Excel. Спб.: Лань, 2016. С. 87.
12. Новик А. А., Ионова Т. И., Руководство по исследованию качества жизни в медицине. СПб.: Нева, М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. С. 95.
13. [Трегуб](https://elibrary.ru/item.asp?id=9441794) И. В., Шапиро М.Я. Имитационное моделирование спроса на дополнительные услуги сотовой связи (на примере работы сервиса «Новости») // Вестник финансовой академии. М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. 2006. № 4. С. 89-96.
14. Малхотра Нэреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство. М.: Вильямс, 2002. С. 589.
15. Носко В. П. Эконометрика. М.: ДЕЛО, 2011. С 154-155.
16. И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева и др. Эконометрика. Под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Финансы и статистика, 2005. C. 576.