|  |
| --- |
| **Сезонное сглаживание**  **рядов данных** |
| **2021** |
| **Санкт - Петербург** |

Оглавление

[1.Введение 2](#_Toc73842358)

[2.Сезонная корректировка данных, производимых чаще одного раза в год 3](#_Toc73842359)

[3.Сезонная корректировка: цели, определения, затраты и выгоды 5](#_Toc73842360)

[4.Основные характеристики и стоимость 6](#_Toc73842361)

[5.Ограничения сравнений 9](#_Toc73842362)

[6. Методы сезонной корректировки 12](#_Toc73842363)

[7.Методы скользящей средней 12](#_Toc73842364)

[8.Методы сезонной корректировки на основе моделей 14](#_Toc73842365)

[9.Регрессия 14](#_Toc73842366)

[10.Методы, основанные на стохастических моделях 14](#_Toc73842367)

[11.Календарный эффект 15](#_Toc73842368)

[12.Эффект торговых дней 17](#_Toc73842369)

[13.Классическая модель оценки эффекта торгового дня 19](#_Toc73842370)

[14. Краткий обзор методов сезонной корректировки и ПО 20](#_Toc73842371)

[15.Непараметрические модели 22](#_Toc73842372)

[16. Метод Х-11 23](#_Toc73842373)

[17. Полупараметрические методы (гибридные модели) 25](#_Toc73842374)

[18.X11-ARIMA 25](#_Toc73842375)

[19. X12-ARIMA 26](#_Toc73842376)

[20.Параметрические методы 26](#_Toc73842377)

[21.Детерминистские методы 27](#_Toc73842378)

[22. Стохастические методы 27](#_Toc73842379)

[23. Подход, основанный на модели ARIMA 27](#_Toc73842380)

[24. Программное обеспечение TRAMO-SEATS 28](#_Toc73842381)

[25. Список использованной литературы 30](#_Toc73842382)

# 1.Введение

**Идея разложения временного ряда на ненаблюдаемые[[1]](#footnote-1) компоненты появилась еще в XIX веке в работах экономистов, некоторые из которых указывали на то, что она пришла к ним непосредственно из астрономии и метеорологии. Целью многих исследований в то время было выявление “циклов”, изучение и анализ которых, возможно, позволит объяснить и предсказать экономические кризисы. В этих условиях кратковременные периодические компоненты, в особенности те, которые связаны с сезонностью, были мало информативны, и их целесообразно было устранить.**

***Каждый тип периодических колебаний - ежедневные, еженедельные, ежемесячные, квартальные или ежегодные - должен быть выявлен и изучен не только как предмет сам по себе, но и в связи с тем, что мы должны установить и устранить периодические колебания, до того, как мы сможем правильно определить те, которые являются нерегулярными или непериодическими и, вероятно, представляющие больший интерес и важность, Дженовс, 1862.***

**Отсутствие точного определения этих “периодических флуктуаций” и эффективных вычислительных ресурсов в ряде случаев затрудняло разработку соответствующих статистических методов оценки лежащей в основе тренд-цикла компоненты.**

**В начале XX века значительная часть исследований временных рядов была посвящена оценке сезонных колебаний. Пирсон (1919), безусловно, был одним из первых статистиков, предложивших как (качественное) определение различных компонент временного ряда - тренда, цикла, сезонной и нерегулярной компонент - так и статистический алгоритм для их оценки, “метод родственных связей”.**

**Процесс декомпозиции был усовершенствован Фредериком Р. Маколеем (1931) из Национального бюро экономических исследований, который в 20 - х годах предложил “процедуру скользящего среднего”, вариации которой широко используются сегодня. Но в то же время Кинг (King, 1924) и другие авторы все еще выступали за использование построенных кривых для устранения нежелательных компонент.**

**Массовая или промышленная сезонная корректировка началась в 50 - х годах как прямое следствие компьютерной революции. В 1954 году ручная “процедура скользящего среднего” была заменена компьютерной программой (Перепись I), разработанной в Бюро переписей США (Бюро переписи населения США), которая была изменена и доработана в 1955 году и получила название метод Переписи II.**

**С 1955 года существовало несколько вариантов метода Переписи II, начиная с X-1 до ставшего знаменитым X-11 и заканчивая используемым в настоящее время X-13ARIMA-SEATS. После развития метода Переписи II, особенно в 60-70-е годы, был разработан ряд альтернативных методов сезонной корректировки, поддерживаемых компьютерными программами. Но они не имели большого влияния и проигрывали в конкурентной борьбе с модификациями Переписи II. В 80-х годах методы, основанные на модели ARIMA, и методы, основанные на структурных моделях, были внедрены, оказавшие значительное влияние как в теоретическом, так и в практическом смыслах. При этом они расширили инструментарий статистиков для проведения сезонной корректировки.**

**В настоящее время ситуация сильно изменилась: краткосрочные изменения экономики отслеживаются в квазиреальном времени, и акцент переносится на международные и отраслевые сравнения. В этом контексте экономические показатели (производимые чаще, чем раз в год) являются в настоящее время значительной долью продукции национальных статистических институтов, а сезонно скорректированные данные, пропагандируемые международными организациями, стали неотъемлемой частью деятельности по разработке политики, особенно в области мониторинга циклического движения, предотвращения или смягчение последствий кризисов, поддержка денежно-кредитной политики, обеспечение стабильного и сбалансированного роста и т.д.**

# 2.Сезонная корректировка данных, производимых чаще одного раза в год

**Сезонная корректировка за последние годы стала неотъемлемой частью процесса формирования большинства статистических данных, производимых чаще, чем один раз в год. Благодаря встраиванию методов сезонной корректировки в несколько IТ-инструментов и программное обеспечение оно было интегрировано в производственный процесс и в настоящее время может рассматриваться как полностью автоматизированная процедура. Тем не менее вмешательство человека остается неизбежным в связи с тонкими настройками процесса сезонной корректировки и необходимостью окончательной оценки качества сезонно скорректированных данных. Такая оценка качества особенно актуальна для ключевых экономических показателей, играющих главную роль в разработке политики.**

**В Европейском союзе Евростат и Европейский Центральный банк (ЕЦБ) сыграли очень важную роль в обеспечении гармонизации и индустриализации сезонных корректировок в европейских странах. Тесное сотрудничество между Евростатом и ЕЦБ привело к двум основным достижениям:**

* **публикация в 2009 году “ Руководства Европейской статистической системы (ЕСС) по сезонной корректировке”. Этот документ, пересмотренный в 2015 году, содержит теоретические и практические аспекты данной проблемы, изложенные в удобной для пользователя и легко читаемой форме. Он адресован как специалистам, так и неспециалистам в области сезонной корректировки. В нем описываются различные этапы сезонной корректировки, основные проблемы, возникающие в ходе корректировки, рассматриваются альтернативные решения и наилучшие практики в этой области;**
* **выпуск в феврале 2015 года программного обеспечения JDemetra+ в качестве официально рекомендованного Евростатом и ЕЦБ для проведения сезонной и календарной корректировок официальной статистики в Европейском союзе. Это программное обеспечение, реализующее как метод ARIMA, ставший известным благодаря TRAMO-SEATS, так и метод скользящей средней, популяризированный   
  X-13ARIMA-SEATS. В настоящее время оно используется во всех европейских и других странах мира.**

**Несмотря на то, что сезонная корректировка была предметом сотен работ в течение последних 150 лет и, несмотря на существование множества методов и инструментов, она все еще остается сложной проблемой, открытым вопросом, по крайней мере, по трем причинам:**

**- Существует множество целей сезонной корректировки, к тому же они не всегда очевидны. Можно ли получить наилучшую оценку компонента тренда-цикла? Лучшую оценку самой сезонной компоненты? Или даже прогноз на ближайшие месяцы или следующий год?**

**- Оценка “сезонной компоненты” с помощью метода корректировки затруднена тем фактом, что истинная сезонная компонента остается теоретическим и неточным понятием, явлением, не подлежащим непосредственному наблюдению.**

**- Информационный мир быстро развивается и в нем формируются новые виды данных. В настоящее время еженедельно, ежедневно или даже ежечасно собираются данные о многочисленных переменных, которые могли бы стать ценными источниками информации для официальных статистиков при проведении ими оценок состояния и краткосрочных изменений экономики; методы их сезонной корректировки еще предстоит разработать и оценить.**

**Проблемы, с которыми сталкивается пользователь, многочисленны, в том числе:**

**-Извлечение сезонной компоненты обычно выполняется с помощью линейных фильтров, которые очень чувствительны к наличию детерминированных или нелинейных элементов, таких как выбросы, разрывы и календарные эффекты. Эти эффекты часто обнаруживаются и корректируются перед декомпозицией самого ряда. Нахождение эффективного баланса между необходимостью максимально очистить ряд и необходимостью избегать слишком сильного сглаживания по-прежнему является сложной задачей.**

**- Любой метод сезонной корректировки, основанный на симметричных линейных фильтрах, содержит фазовый сдвиг в конце ряда и задерживает обнаружение поворотных точек в реальном времени. Как мы можем минимизировать эту задержку? В более общем смысле, в контексте анализа бизнес-циклов, как мы можем минимизировать смещение, вносимое процессом сезонной корректировки?**

**- Как мы можем предусмотреть в обычных однофакторных методах сезонной корректировки ограничения внутри или между рядами?**

**- Как уже упоминалось, высокочастотные данные - то есть данные, собираемые ежечасно, ежедневно или еженедельно и, - создают новые проблемы для статистиков и не могут быть легко сезонно скорректированы с помощью имеющихся в настоящее время методов.**

**- Каким образом можно адаптировать методы и нашу практику к различному характеру необработанных “временных рядов”? Одни временные ряды - короткие, другие - длинные. Первая часть длинных временных рядов часто реконструируется, например, после изменения кодов классификаций, используя динамику других, но связанных с ними рядов. Некоторые индикаторы, такие как цепные индексы, строго говоря, не являются временными рядами и т. д.**

**- Поскольку компоненты временного ряда никогда не наблюдаются непосредственно, как можно оценить качество корректировки? Можно ли определить оптимальную стратегию или набор параметров для наилучшей сезонной корректировки.**

**Это неисчерпывающий перечень все еще существующих проблем и вопросов, возникающих в процессе сезонной корректировки. Данное пособие позволят лучше понять пользователям, что делать в той или иной ситуации и как правильно понимать полученные данные.**

# 3.Сезонная корректировка: цели, определения, затраты и выгоды

**Временные ряды - ежемесячные, ежеквартальные, еженедельные, часто подвержены влиянию сезонных колебаний. Наличие таких вариаций в социально-экономических явлениях отмечено уже давно. При этом, сезонность обычно вносит наибольший вклад в общую вариацию в течение года.**

**Сезонность объясняется тем, что некоторые месяцы или кварталы года более важны с точки зрения активности явления или уровня активности этого явления. Например, уровень безработицы обычно выше зимой и весной и ниже в другие месяцы.**

**Годовые ряды не могут содержать сезонности, поскольку компонента определяется с целью устранения за 12 последовательных месяцев или 4 кварталов подряд. На ряд данных, формируемых накопленным[[2]](#footnote-2) итогом, может также оказывать влияние другие виды сезонных колебаний, связанных с составом календаря. Наиболее важными календарными эффектами являются эффект торговых дней, который обусловлен тем, что некоторые дни недели более важны, чем другие. Эффект торгового дня подразумевает наличие дневной модели, аналогично сезонной модели. При этом эти дневные модели обычно называют дневными коэффициентами.**

**Подобным образом "скользящий" праздник или компонента - "скользящий" праздник приписывается календарному эффекту. Это происходит вследствие того, что некоторые даты праздников перемещаются последовательно в пределах месяцев из года в год. Например, Пасха может выпасть в промежутке между 23 марта и 25 апреля. Дата Китайского Нового года зависит от лунного календаря. Рамадан из года в год приходится на одиннадцать дней раньше. В мусульманском мире, Израиле, Восточной и Юго-Восточной Азии подобных праздников много.**

**Например, в Малайзии из-за своего религиозного и этнического разнообразия – одиннадцать «движущихся» праздников. Эти праздники влияют на показатели, как рассчитанные накопленным итогом, так и показатели, относящиеся к определенной дате. Они могут порождать изменения активности деятельности в предыдущем и последующем месяцах.**

**Например, ранняя Пасха в марте или начале апреля может вызвать значительное активизацию в марте и соответствующее короткое падение в апреле показателей, связанных с импортом, экспортом и туризмом.**

**Когда христианская Пасха выпадает на конец апреля (например, после 10-го числа), эффект поглощается сезонным фактором, относящимся к апрелю. Необходимо отметить, что в конечном счете Пасха выпадает на апрель 11 из 14 раз.**

**Некоторые из этих праздников оказывают положительное влияние на определенные показатели. Например, в Пасху - авиасообщение, продажи бензина, заполняемость гостиниц, деятельность ресторанов, продажа цветов и шоколада. Влияние может негативно сказаться на других отраслях или секторах, которые закрываются или сокращают свою деятельность во время этих праздников.**

**Вариации торговых дней и календарные эффекты носят сезонный характер и оцениваются с помощью регрессионных моделей, поскольку они носят детерминированный характер. С другой стороны, стохастические сезонные колебания часто оцениваются либо с помощью скользящих средних, либо с помощью простой модели – Авторегрессионной Интегрированной Модели Скользящей Средней (ARIMA) с небольшим числом параметров.**

**Сезонная корректировка означает устранение сезонных колебаний в исходном ряду одновременно с эффектом торгового дня и праздничными эффектами. Основной причиной сезонной корректировки является необходимость стандартизации социально-экономических рядов, поскольку сезонность влияет на них с разной периодичностью и интенсивностью. Таким образом, сезонно скорректированные данные отражают вариации, обусловленные только влиянием остальных компонент, а именно тренд-циклом и нерегулярной компонентой.**

**Информация о сезонно скорректированных рядах играет решающую роль в анализе текущей экономической ситуации и является основой для принятия решений и прогнозирования, имея большое значение в циклических поворотных точках.**

# 4.Основные характеристики и стоимость

**Влияние сезонности на социально - экономическую деятельность выявлено уже давно. Сезонные колебания в сельском хозяйстве, спад в строительной отрасли в зимнее время и высокий предрождественский уровень розничных продаж - все это достаточно хорошо изучено.**

**Сезонность объясняется климатом, а также религиозными, социальными и гражданскими событиями, которые повторяются из года в год.**

**Климатические сезоны влияют на торговлю, сельское хозяйство, структуру потребления энергии, рыболовство, добычу полезных ископаемых и связанную с ними деятельность. Например, потребление мазута увеличивается зимой, а потребление электроэнергии увеличивается в летние месяцы из-за кондиционирования воздуха.**

**Институциональные события, такие как Рождество, Пасха, гражданские праздники, начало и окончание учебного и учебного года оказывают большое влияние на розничную торговлю и на потребление определенных товаров и услуг, а именно на авиаперелеты, размещение в гостиницах и потребление бензина.**

**Для того чтобы определить, содержит ли ряд сезонность, достаточно определить, по крайней мере, один месяц (или квартал), значения показателя за который, имеет тенденцию быть систематически выше или ниже, чем другие месяцы.**

**Сезонная модель измеряет относительную важность месяцев года. Константа 100% представляет собой значение за средний месяц или месяц без сезонности. Пиковый месяц-декабрь, где продажи почти на 100% больше, чем в среднем месяце; пиковые месяцы-январь и февраль, где продажи почти на 40% ниже, чем в среднем месяце. Сезонная амплитуда - разница между пиковым значением и наименьшим значением сезонности, достигает почти 140%.**

**К четырем основным причинам сезонности относятся погода, состав календаря, основные институциональные даты и ожидании. Сезонность в значительной степени экзогенна для экономической системы, но может быть частично компенсирована человеческим вмешательством. Например, сезонность денежной массы может контролироваться решениями Центрального банка по процентным ставкам. В других случаях эти последствия могут быть компенсированы объемами международной и межрегиональной торговли.**

**Например, Hydro Québec, крупный канадский поставщик электроэнергии, продает большую часть своей избыточной мощности в летние сезонные месяцы спада в соседние канадские провинции и штаты США; и импортирует часть ее в зимние сезонные месяцы, которые являются пиком потребления электроэнергии в Квебеке.**

**Аналогичным образом решается проблема нехватки свежих фруктов и овощей в Германии и других северных странах. Некоторые работники и предприятия регулируют свою зависимость от сезонов с помощью дополнительных профессий: например, озеленение летом и уборка снега зимой.**

**В определенной степени сезонность может развиваться в результате технологических и институциональных изменений.**

**Например, разработка соответствующих строительных материалов и технологий позволила продолжить строительство в зимний период. Появление и развитие новых культур, которые лучше противостоят холодной и сухой погоде, повлияло на сезонность.**

**Частичная или полная замена некоторых культур химическими заменителями, например заменителями сахара, ванили и других ароматизаторов, снижает сезонность в экономике.**

**Что касается институциональных изменений, то продление учебного года до летних месяцев в 1970-х годах повлияло на модель сезонности безработицы в Канаде среди населения в возрасте от 15 до 25 лет.**

**Точно так же практика распространения праздников на весь год повлияла на сезонность. В 1970-х годах декабрь быстро стал пиковым месяцем для браков в Канаде.**

**Это было удивительно, потому что в этом месяце всегда отмечалось наименьшее значение этого показателя с 1930-х годов.**

**Исследования показали, что канадский закон о подоходном налоге допускает налоговый вычет супруга в качестве иждивенца в течение всего года, даже если брак состоялся в последние дни года.**

**В 1980-х годах канадское правительство ликвидировало эту финансовую лазейку, что привело к резкому падению числа браков в декабре. Падение было настолько внезапным, что в начале 1980 -х годов ряды данных стало трудно сезонно корректировать. В действительности, методы сезонной корректировки предполагают постепенную сезонную эволюцию. Такая же ситуация сложилась и в Соединенном Королевстве. Такого рода резкие изменения в сезонном характере довольно редки.**

**Изменение отраслевого состава экономики также трансформирует сезонность, поскольку некоторые отрасли в большей степени зависят от сезонности, чем другие.**

**В частности, экономики, которые диверсифицируются и в меньшей степени зависят от "первичных" отраслей (например, рыболовство, сельское хозяйство), как правило, становятся менее сезонными.**

**В большинстве ситуаций сезонность развивается медленно и постепенно. Действительно, сезонная модель в основном повторяется из года в год. Повторение сезонной модели за последние двенадцать месяцев обычно позволяет сформировать обоснованный прогноз.**

**Еще одной важной характеристикой сезонности является возможность ее выявления, даже если она является скрытой (не наблюдаемой непосредственно) переменной. Однако выявление и оценка сезонности не проводится независимо от других компонент, влияющих на исследуемый временной ряд. Традиционно выделяют три других компоненты, а именно: тренд, цикл и нерегулярная компонента.**

**Тренд отражает долгосрочные изменения, длящиеся много лет.**

**Он обычно объясняется структурными причинами, например, институциональными событиями, демографическими и технологическими изменениями, новыми способами организации.**

**Цикл, обычно называемый бизнес-циклом, представляет собой квазипериодическое колебание, характеризующееся периодами спада и подъема, длящимися в среднем от 3 до 5 лет.**

**В большинстве аналитических работ тренд и бизнес-цикл объединяются, поскольку для рядов, охватывающих средние или короткие периоды времени, долгосрочный тренд не может быть адекватно оценен. Наконец, нерегулярности представляют собой непредвидимые колебания, связанные с различными событиями всех видов. В целом нерегулярная компонента имеет стабильно случайный характер, но в некоторых случаях она может включать в себя экстремальные вариации или выбросы, причины которых могут быть определены (например, наводнения, суровые зимы и забастовки).**

**Сезонные колебания можно отличить от тренда по характеру их колебаний, от бизнес-цикла - годовой периодичностью, а от нерегулярной компоненты -систематичностью.**

**Сезонность влечет за собой большие издержки общества и бизнеса. С одной стороны издержки связаны с необходимостью строительства складов для хранения запасов товаров, которые будут продаваться по запросам потребителей, например зернохранилище. Другая статья расходов -это недоиспользование и чрезмерное использование факторов производства: капитала и труда.**

**Капитал в виде неиспользуемого оборудования, зданий и земельных участков в течение части года должен финансироваться независимо от этого. Например, это относится таким отраслям, как сельское хозяйство, пищевая промышленность, туризм, производство электроэнергии и бухгалтерский учет.**

**Холодный климат увеличивает стоимость зданий и инфраструктуры, например дорог, транспортных систем, систем водоснабжения и канализации, школ, больниц; не говоря уже о том ущербе, который им наносит действие льда.**

**Например, рабочая сила чрезмерно используется в пиковые сезоны сельского хозяйства и строительства; и недостаточно используется в периоды спада, что иногда приводит к социальным проблемам.**

**Более сложный нежелательный эффект заключается в том, что сезонность усложняет бизнес-решения, скрывая фундаментальные изменения тренда-цикла интересующих показателей.**

# 5.Ограничения сравнений

**В отсутствие сезонной корректировки доступны только первоначальные данные , xt. В таких случаях принято использовать сравнения одного и того же месяца из года в год, xt-xt-12 для оценки этапа бизнес-цикла.**

**Логическое обоснование состоит в том, что сезонный эффект в xt примерно такой же, как и в xt-12 в предположении о том, что существует медленно меняющаяся сезонность.**

**Сравнения за тот же месяц за прошлый год можно выразить как сумму изменений значений ряда динамики между xt и xt-12:**



**Вышеуказанное выражение показывает, что сравнение значения со значением того же месяца показывает увеличение в том случае, если увеличение доминирует над уменьшением в течение 13 месяцев, и наоборот.**

**Период xt− xt-12 − t − 6, среднее значение t и t − 12. Это указывает на ограничение данной практики: диагноcтика не является своевременной с точки зрения t. Кроме того, xt и xt−12 могут содержать нерегулярные вариации, влияющие на одно наблюдение положительно, а на другое отрицательно, что приводит к нестабильности сравнения. Более того, в случае показателей с накопленным итогом сравнения систематически искажаются эффектом торгового дня и «скользящими» праздничными днями, если таковые имеются.**

**Как уже упоминалось, сезонная корректировка предусматривает удаление сезонности, эффекта торгового дня и «скользящих» праздников из исходных рядов данных для получения сезонно скорректированного ряда, который состоит из тренд цикла и нерегулярной компоненты. Нерегулярные колебания в сезонно скорректированных рядах могут быть уменьшены путем сглаживания для изолирования тренд цикла и обеспечения возможности сравнения значений месяц к месяцу.**

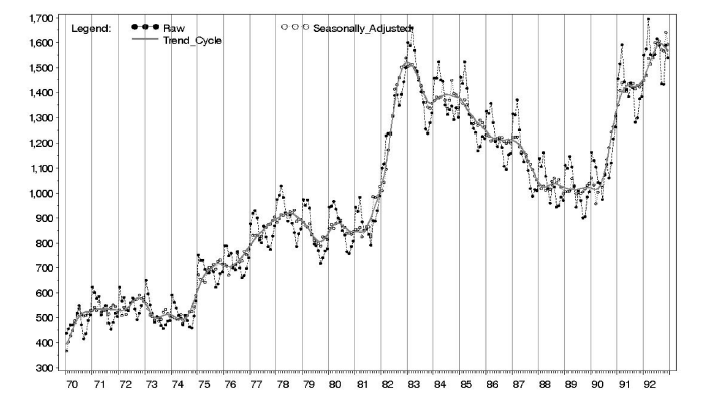
**На рисунке далее представлены данные по безработице в Канаде вместе с оценками трендов-цикла и сезонно скорректированными данными. На графике видно, что безработица в Канаде снизилась в период с декабря 1978 по декабрь 1979 года. С другой стороны, тренд-цикл, ct в последние месяцы 1979 года явно повышался. Разница в диагностике связана со сроками: t − 6 (июнь 1979 г.) для xt− xt-12 и t − 0,5 для ct − ct-1.**

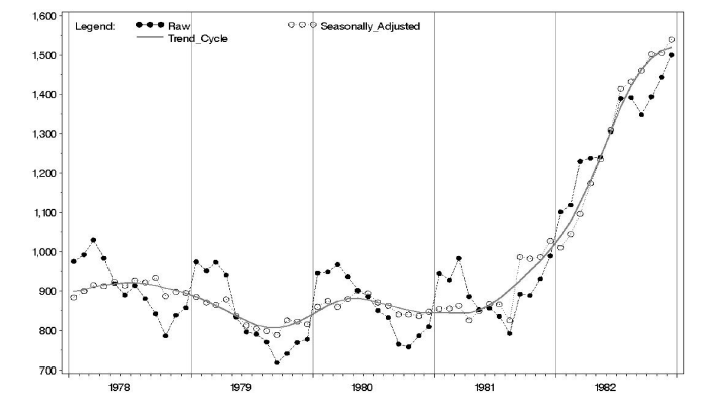
**В конце ряда безработица выросла примерно на 50% в период с декабря 1981 по декабрь 1982 года, что было ошеломляющим и беспрецедентным ростом за столь короткое время. Исходя из этого, большинство наблюдателей ожидали еще больший рост показателя в 1983 году.**

**Однако, глядя на значения тренд цикла, можно заметить признаки того, что безработица замедлялась в период с ноября по декабрь 1982 года. Это говорит о том, что безработица может стабилизироваться в начале 1983 года. На графике видно, что безработица действительно стабилизировалась и начала снижаться в 1983 году. Однако следует иметь в виду, что самые последние оценки тренд цикла часто подвергаются пересмотру. Следовательно, любой корректный прогноз требует еще одного или двух наблюдений. Кроме того видно, что бизнес-циклы различаются по длине и амплитуде.**

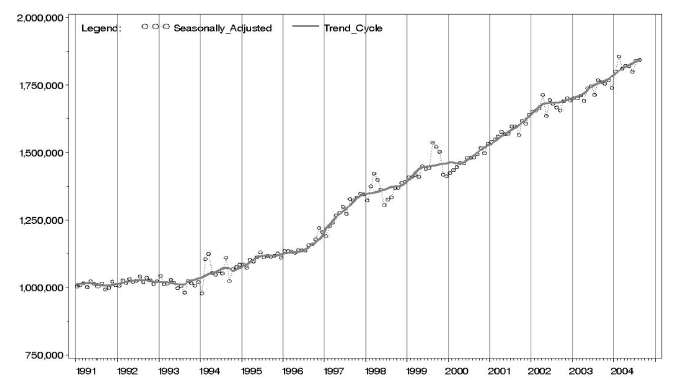
**На рисунке далее показан тренд цикл продаж канадских универмагов, которые менее чувствительны к текущей экономической ситуации, чем безработица, показанная на предыдущем графике. Действительно, в краткосрочной перспективе безработные продолжают тратить свои пособия по безработице и сбережения.**

***Рисунок 1. Безработица 1970-92 годах, тренд-цикл и сезонно скорректированные данные***



***Рисунок 2. Безработица 1978-92 годах, тренд-цикл и сезонно скорректированные данные*** 

***Рисунок 3. Сезонно скорректированные данные о продажах канадских универмагов и оценки тренд- цикла, 1991-2004 годы.***



# 6. Методы сезонной корректировки

**Существующие до сих пор методы сезонной корректировки основаны на однофакторных моделях декомпозиции временных рядов, не имеющих причинно-следственного объяснения ни для одной из компонент. Существующие методы трудно классифицировать на взаимоисключающие категории. Однако большинство методов сезонной корректировки можно разделить на две категории, одна из которых основана на скользящих средних или линейных фильтрах, а другая - на моделях с небольшим количеством параметров для каждого компонента.**

# 7.Методы скользящей средней

**Наиболее известные и наиболее часто применяемые методы сезонной корректировки основаны на скользящих средних или сглаживающих линейных фильтрах, применяемых последовательно путем добавления (и вычитания) одного наблюдения за раз.**

**Эти методы предусматривают тот факт, что компоненты временного ряда изменяются во времени стохастическим образом. Предположим, что временной ряд xt, t = 1,..., T, то для любого t, удаленного от обоих концов, скажем что m + 1 ≤ t ≤ T-m, сезонно скорректированное значение**  **вычисляется путем применения симметричной скользящей средней hm(B):**



**где веса hm,j симметричны, то есть hm, j = hm− j, а длина фильтра равна 2m + 1.**

**Для текущих и последних данных (T − m < t ≤ T ) симметричный фильтр не может быть применен, и поэтому используются усеченные асимметричные фильтры.**

**Например, для последнего наблюдения xT сезонно скорректированное значение задается):**



**Асимметричные фильтры изменяются со временем в связи с тем, что для них применяются различные фильтры для m+1 первых и последних наблюдений. Оценки за последний период пересматриваются по мере добавления новых наблюдений из-за: (i) усовершенствований и (ii) различий между симметричными и асимметричными фильтрами. Оценки, полученные с помощью симметричных фильтров, часто называют "окончательными".**

**Развитие электронных вычислительных машин способствовало значительному улучшению сезонной корректировки на основе скользящих средних и облегчило их массовое применение.**

**В 1954 году Джулиус Шискин из Бюро переписи населения США разработал программное обеспечение под названием Метод I (Method I), основанное в основном на работах Маколея (1931), которые уже использовались советом Федеральной резервной системы США.**

**За Методом переписи I (Census Method I) последовал Метод переписи II (Census Method II) и еще одиннадцать экспериментальных вариантов (X1, X2,..., X11).**

**Наиболее известным и широко применяемым был вариант Переписи X11 (Census X11) Шискина и др. (1967). При этом в конце ряда были получены плохие сезонно скорректированные данные, что имело решающее значение для оценки краткосрочного тренда и выявления поворотных точек в экономике.**

**Дагам (1980) разработал X11ARIMA, чтобы исправить это серьезное ограничение. Метод X11ARIMA предусматривает:**

**(I) моделирования исходного ряда с помощью модели ARIMA типа Бокса и Дженкинса (1970),**

**(II) продления исходного ряда с 1 года до 3 лет на основе прогнозов на базе модели ARIMA, которая подходит и хорошо экстраполируется в соответствии с определенными критериями,**

**(III) оценка каждого компонента на основе скользящих средних, которые являются симметричными для промежуточных наблюдений и асимметричными для концевых значений. Последнее было получено посредством Переписи X11 и экстраполяции модели ARIMA.**

**X11-ARIMA была расширена Дагамом (1988), а позднее Финдли с соавторами (1998), при этом модель получила новое название - X12ARIMA.**

**X12-ARIMA реализует опцию RegARIMA, которая позволяет оценивать детерминированные компоненты, такие как эффект торгового дня и «скользящие» праздники, одновременно с моделью ARIMA, используемую для экстраполяции.**

**Она также предусматривает новые диагностические тесты и спектральные методы для оценки достоверности результатов.**

**Все рассмотренные здесь методы скользящего среднего являются нелинейными и ,следовательно, сезонно скорректированная сумма агрегированных значений рядов не равна алгебраической сумме сезонно скорректированных значений рядов.**

**Основными причинами нелинейности являются:**

**(i) мультипликативная декомпозиционная модель для ненаблюдаемых компонент, (ii) определение и замена экстремальных значений, (iii) экстраполяция ARIMA и (iv) автоматический выбор длины скользящей средней для оценки тренд-цикла и сезонности.**

**Свойства комбинированных линейных фильтров, применяемых для оценки различных компонент, были первоначально рассчитаны Янгом (1968) для реализации стандартного варианта.**

**Позже Дагам с соавторами (1996) вычислили и проанализировали все возможные комбинации фильтров Переписи X11 и X11ARIMA.**

**Кливленд и Тиао (1976), Берридж и Уоллис (1984) обнаружили модели ARIMA, которые хорошо аппроксимировали некоторые линейные фильтры, используемые для тренд-цикла и сезонной составляющей Переписи X11.**

# 8.Методы сезонной корректировки на основе моделей

**Наиболее известными методами, основанными на моделях, являются: (i) методы регрессии с глобальными или локально детерминированными моделями для каждой компоненты и (ii) методы, основанные на стохастических моделях, которые предполагают использование моделей ARIMA.**

# 9.Регрессия

**Сезонная корректировка на основе регрессии основана на предположении, что систематические компоненты временных рядов могут быть аппроксимированы простой функцией времени на всем протяжении ряда.**

**В общем случае рассматриваются два типа математических функций.**

**Одна из них - полином довольно низкой степени для отображения тренда; другая - линейные комбинации функций синуса и косинуса с различной периодичностью, фиксированной амплитудой и фазой для бизнес-циклов и сезонности.**

**Чтобы преодолеть ограниченность использования глобальных детерминированных эффектов для тренда, цикла и сезонности, регрессионные методы были расширены за счет включения стохастических колебаний с помощью локальных полиномов (сплайн-функций) для последовательных коротких сегментов ряда и введения изменяющихся сезонных амплитуд.**

**Крупный прорыв в этом направлении был сделан Акаике (1980), который ввел предварительные ограничения на степень гладкости различных компонент и решил проблему с введением Байесовской модели. Еще одним важным вкладом является регрессионный метод с локально детерминированными моделями, оцениваемыми по LOESS сглаживающий фильтр (локально взвешенной регрессии) разработанная Кливленд и др (1990).**

# 10.Методы, основанные на стохастических моделях

**Методы, основанные на стохастических моделях, были в основном разработаны в 1980-х годах на основе двух различных подходов. Первый из них включает сезонную корректировку на основе извлечения сигнала (SIGEX), разработанную Берман (1980), а также модель сезонной корректировки на основе ARIMA Хилмера и Тиао (1982), обсужденная Bell и Hillmer (1984).**

**Другой называется методом декомпозиции структурной модели (см., например, Harvey (1981) и Kitagawa and Gersch (1984)).**

**Основное различие между этими двумя подходами заключается в том, что в последнем случае простые модели ARIMA непосредственно определяются для каждого ненаблюдаемого компонента, тогда как в первом случае общая модель ARIMA получается из наблюдаемых данных и, накладывая определенные ограничения, выводятся модели для каждого компонента.**

**Поскольку компоненты неизвестны, для получения уникальной декомпозиции Хиллмер и Тиао (1982) предложили каноническую декомпозицию, обладающую свойствами, среди прочих, максимизации дисперсии нерегулярной компоненты и минимизации дисперсии стохастических сезонных моделей. Модели ARIMA чувствительны к выбросам или экстремальным значениям и не могут включать детерминированные компоненты, такими как торговые дни и «скользящие» праздники. Поэтому дальнейшие разработки были сделаны путем объединения регрессионных моделей с моделями ARIMA для использования в этих случаях. В этой связи Гомес и Maрвел (1996) разработали TRAMO-SEATS.**

**С другой стороны, метод декомпозиции структурной модели начинается непосредственно с уравнения наблюдения (иногда называемого уравнением измерения), состоящего из ненаблюдаемых компонент. Для каждой компоненты формируется простая модель ARIMA или стохастические тригонометрические модели. Купман и др. (1998) разработали STAMP для структурной модели сезонной корректировки, которая включает в себя несколько типов моделей для каждой компоненты.**

# 11.Календарный эффект

**Такая компонента как "скользящий праздник" связана с календарными вариациями, которая заключается в том, что некоторые праздники из года в год охватывают промежуток между двумя месяцами, следующими один за другим. Например, Пасха может приходиться на период с 23 марта по 25 апреля, влияя на значения показателя в марте или апреле в зависимости от дат. Ранняя Пасха, приходящаяся на март или начало апреля, может вызвать значительное повышение активности деятельности в марте и соответствующее короткое падение в апреле. Это затрагивает такие отрасли экономики как импорт, экспорт и туризм. Когда христианская Пасха приходится на конец апреля (напр. позднее 10-го), эффект включается в состав сезонного фактора месяца апреля. В конечном счете Пасха выпадает на апрель 11 раз из 14.**

**Некоторые из этих праздников оказывают положительное влияние на такие виды деятельности, как например, авиасообщение, продажа бензина, заполняемость гостиниц, деятельность ресторанов, продажа цветов и шоколада в день Пасхи. Это может негативно сказаться на других отраслях или секторах, деятельность которых ликвидируется или сокращается во время этих праздников.**

**Эффект праздников может повлиять только на сам этот день или на несколько дней, предшествующих и/или следующих за праздничным днем. В случае Пасхи путешественники, как правило, уезжают за несколько дней до Пасхи и возвращаются после нее, что влияет на авиасообщение, заполняемость отелей и т.д. в течение нескольких дней. Покупка цветов и других скоропортящихся товаров, с другой стороны, плотно концентрируется непосредственно перед Пасхой.**

**Эффект «скользящих» праздников можно рассматривать как сезонный эффект, зависящий от даты(дат) проведения праздника. На рис. 4 продемонстрирован довольно слабый эффект Пасхи для рядов данных. В течение нескольких лет эффект отсутствует полностью, так как Пасха выпала на слишком поздний период в апреле. Даты Пасхи приведены в таблице 2.1.**

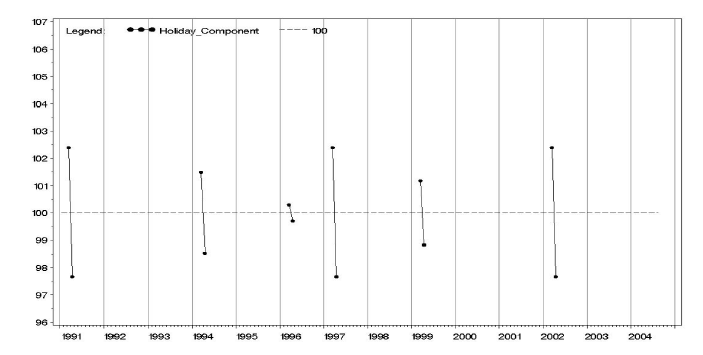
**В приведенном примере эффект присутствует за семь дней до Пасхи и в Пасхальное воскресенье, но не после праздника Пасхи. Об этом свидетельствуют показатели за 1994, 1996 и 1999 годы, когда Пасха приходится на начало апреля и влияет на значения марта. Заметим, что чем позже Пасха выпадает на апрель, тем меньше изменение активности в марте. После определенной даты эффект полностью захватывается апрельским сезонным фактором.**

**Значимость эффекта довольно умеренная, но ситуация может быть иной для других переменных. Например, в ряде стран на импорт и экспорт существенно влияет Пасха, так как таможня не работает со Страстной пятницы до Пасхального понедельника. Пасха также может существенно повлиять на значения квартальных рядов, при этом уровень активности смещается со второго на первый квартал.**

**Были случаи полного переноса во времени эффекта Пасхи. Например, браки в Канаде совершались в основном Церковью в период с 1940-х по 1960-е годы. Церковь не регистрировала браки в период Великого поста, то есть за 40 дней до Пасхи. Поэтому некоторые браки совершались до Великого поста, что оказывало влияние на значения февраля и марта.**

**Однако, если Пасха приходилась слишком рано, многие из этих браков откладывались до периода окончания Пасхи. Как правило, эффекты праздников трудно оценить, потому что природа и форма эффекта часто не очень хорошо известны. Кроме того, существует ситуации практического отсутствия наблюдений, то есть один случай в год.**

***Рисунок 4. Эффект Пасхи***

****

**Даты Пасхи и эффект Пасхи в марте**

**31 марта 1991 года**

**19 апреля 1992 года, нет эффекта**

**11 апреля 1993 года, нет эффекта**

**3 апреля 1994 года**

**16 апреля 1995 года, нет эффекта**

**7 апреля 1996 года**

**30 марта 1997 года**

**12 апреля 1998 года, нет эффекта**

**4 апреля 1999 года**

**23 апреля 2000 года, нет эффекта**

**15 апреля 2001 года, нет эффекта**

**31 марта 2002 года**

**20 апреля 2003 года, нет эффекта**

**11 апреля 2004 года, нет эффекта.**

# 12.Эффект торговых дней

**На ряды данных, формирующиеся накопленным итогом за определенный период, могут влиять и другие колебания, связанные с составом календаря. Наиболее важными календарными вариациями являются вариации торговых дней, которые обусловлены тем, что некоторые дни недели более значимы, чем другие с точки зрения значения показателя. Вариации торгового дня предусматривают существование дневной модели, аналогичной сезонной. Эти ежедневные коэффициенты обычно называют ежедневными коэффициентами.**

**В зависимости от рассматриваемой социально-экономической переменной некоторые дни могут быть с точки зрения значения показателя на 60% значимее среднего значения за день, а другие-на 80% менее значимыми.**

**Если более значимые дни недели появляются пять раз в месяц (вместо четырех), то в месяце регистрируется избыток активности при прочих равных условиях.**

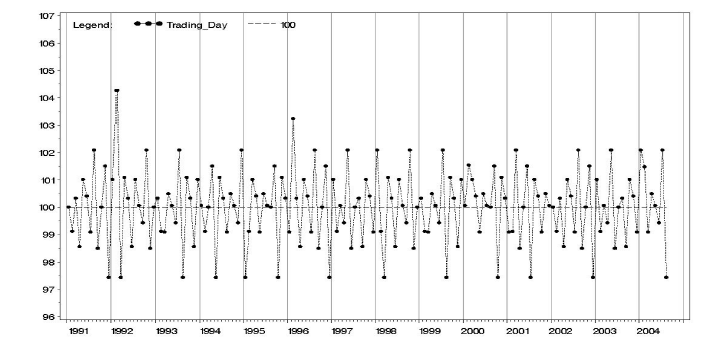
**Если менее важные дни появляются пять раз, то в данном месяце фиксируется короткое падение. В результате месячная составляющая торгового дня может вызвать колебания на +8% или -8% между соседними месяцами, а также между теми же месяцами последующих лет. Компонент торгового дня обычно считается незначительным и очень трудным для оценки в квартальных рядах данных.**

**На рис. 5 показана месячная составляющая торгового дня, полученная на основе следующего дневного паттерна: 90.2, 71.8, 117.1, 119.3, 97.6, 161.3 и 70.3 с понедельника по воскресенье (в процентах) соответственно.**

**Дневной паттерн показывает, что суббота примерно на 61% больше среднего значения (100%), а вторник и воскресенье на 30% меньше.**

**Месячные оценки эффекта торгового дня на рис. 5 демонстрируют падение на 7% в период с января по февраль 1992 года и падение на 5% в период с января 1992 года по январь 1993 года. Можно привести несколько случаев, когда изменение значений тех же самых месяцев является значительным. В действительности, сравнение значения месяца со значением того же месяца годичной давности некорректно при наличии вариаций торгового дня, даже как эмпирическое правило.**

***Рисунок 5. Эффект торговых дней***

****

**Кроме того, очевидно, что ежемесячный эффект торгового дня на рисунке аналогичен в течение ряда месяцев.**

**Действительно, для данного набора дневных коэффициентов существует только 2 различных месячных значения торгового дня: семь значений для 31-дневных месяцев (в зависимости от того, в какой день начинается месяц), семь для 30-дневных месяцев, семь для 29-дневных месяцев и одно для 28-дневных месяцев. Другими словами, имеется не более 22 возможных вариантов расположения дней в месячных данных.**

**Многие товары и услуги подвержены влиянию дневному паттерну или эффекту, который влечет за собой более высокие издержки для производителей в следствии необходимости увеличения запасов, оборудования и персонала в определенные дни недели. Например, есть данные, что потребители покупают больше бензина в определенные дни недели - по четвергам, пятницам, субботам и праздникам, что приводит к очередям и нехватке товара на бензоколонке.**

**Чтобы справиться с этой проблемой, розничные продавцы бензина повышают цены в эти дни, чтобы стимулировать продажи в другие дни. Кроме того, эластичность спроса на бензин низкая. Другими словами, чтобы сократить потребление на небольшой процент, цены должны быть повышены на непропорционально большой процент, что вызывает недовольство некоторых потребителей. С другой стороны, потребители могут покупать бензин и в другие дни. Альтернативой для розничных продавцов является приобретение больших запасов, больших резервуаров, большего количества насосов и большего парка автоцистерн, что влечет за собой более высокие затраты и приводит к гораздо более высоким ценам. Другими словами, существуют сбережения, связанные с более равномерным дневным паттерном, и затраты, связанные с скачкообразным дневным паттерном.**

**Аналогичное потребительское поведение наблюдается при покупке продуктов питания, что, вероятно, приводит к удорожанию цен, за счет увеличения запасов, холодильников, числа кассовых аппаратов и штата персонала (больше, чем это необходимо в противном случае).**

**Для таких показателей, как рождение и смерть, были выявлены скачкообразные дневные паттерны. Действительно, роды чаще происходят в определенные дни недели, а именно в рабочие дни во избежание оплаты сверхурочных. Это является результатом практики кесарева сечения и особенно стимуляции родов, которая в настоящее время широко применяется в рабочие дни. В данном конкретном случае адекватно распределенный дневной паттерн снижает затраты.**

**Кроме того, в определенные дни недели смерть наступает чаще.**

**Например, автомобильные аварии, утопления, катание на лыжах и другие спортивные происшествия, как правило, происходят в выходные и праздничные дни. По данным Канадского совета по компенсациям несчастные случаи на производстве чаще происходят в пятницу днем, когда уровень безопасности более низкий.**

**В принципе, ряды, привязанные к моменту времени, отображают определенный вид вариаций торгового дня. Помимо прочего, запасы должны учитывать уровень активности (потока) следующего дня(дней). Для таких рядов данных месячный коэффициент торгового дня совпадает с дневным весом дня.**

# 13.Классическая модель оценки эффекта торгового дня

**Часто применяются детерминированные модели для оценки вариаций торгового дня , которые разработаны Янгом (1965),**

 (1)

(2)

**где** ∽WN(o,  **,**  **обозначает эффект семи дней недели, c понедельника по воскресенье, а Nj,t-это количество раз, которое день j присутствует в месяце t. Следовательно, длина месяца равна** **, а кумулятивный месячный эффект задается уравнением 2.**

**При этом:**



**Преобразовав приведенное выше выражением имеем:**

(3)

**Следовательно, кумулятивный эффект определяется продолжительностью месяца плюс эффект, обусловленный количеством дней недели.**

**Поскольку** **, модель 3 учитывает влияние дней, присутствующих пять раз в месяце, и может быть записана как:**



**Детерминированные модели учета вариаций торгового дня предполагают, что коэффициенты дневной активности постоянны во всей длине ряда. Стохастическая модель для вариаций торгового дня редко используется. Dagum и др. (1992) разработали модель, в которой ежедневные коэффициенты изменяются во времени в соответствии со стохастическим разностным уравнением.**

# 14. Краткий обзор методов сезонной корректировки и ПО

**Основной задачей методов сезонной корректировки является устранение периодических колебаний, которые затрудняют понимание основного тренда и краткосрочных колебаний временного ряда. В макроэкономике основные несезонные колебания, особенно тренды и циклы, которые имеют большое значение для лиц, принимающих решения и определяющих политику, могут быть замаскированы присутствием сезонности. Идея выявления и удаления сезонности во временных рядах не нова и разрабатывается с 19 века. Например, Джевонс (1862) писал:**

**“*Каждый вид периодических колебаний, будь то ежедневные, еженедельные, ежемесячные, квартальные или ежегодные, должен быть обнаружен и изучен не только как предмет сам по себе, но потому, что мы должны определить и устранить периодические колебания, до того, как правильно исследовать те вариации, которые являются нерегулярными или непериодическими и, вероятно, представляют больший интерес и важность.”***

**Что касается макроэкономики, то, как отмечает Hylleberg, 1992, проблема сезонной корректировки возникает по крайней мере в двух основных экономических ситуациях, а именно: (i) анализ исторического бизнес-цикла (Burns et al. (1946), Kaiser and Maravall (2000)) и (ii) оценка текущих экономических условий (Moore,1961), Dagum (2001)).**

**Хиллеберг (Hylleberg, 1992) также указывает, что использование сезонно скорректированных данных для эконометрического моделирования может повлечь за собой риск некорректной спецификации моделей, что, в свою очередь, приведет к ложной оценке взаимосвязей и плохим результатам прогнозирования.**

**При этом оказывается, что основные макроэкономические модели, используемые практиками, например в международных институтах, правительствах и центральных банках, оцениваются с учетом сезонных колебаний данных, предоставляемых официальными статистическими управлениями.**

**Основная идея процедур сезонной корректировки состоит в том, что любой первоначальный временной ряд может быть разбит на компоненты, индивидуально ненаблюдаемые, но отличающиеся друг от друга (предложено Персоном (1919)).**

**Ненаблюдаемые компоненты, на которые представляется естественным разделить экономический временной ряд, могут представлять собой гетерогенную и сложную группу факторов.**

**Теперь сезонная корректировка должна рассматриваться как процедура извлечения сигнала или оценка одной или нескольких ненаблюдаемых составляющих, а также как форма прогнозирования.**

**Следуя этому подходу, в литературе были выделены четыре типичных ненаблюдаемых компонента: (i) долгосрочный тренд (Tt), (ii) циклическое движение, наложенное на тренд (Ct), (iii) сезонные колебания (St), определяемое как регулярное движение с фиксированным внутригодовым периодом, и (iv) остаточная вариация (It), представляющая необъяснимую часть. Эти четыре ненаблюдаемых компонента могут быть сложены или умножены в соответствии со схемой декомпозиции.**

**На самом деле эта идея разложения является старой и берет свое начало в метеорологии и астрономии. Например, в качестве первых упоминаний о процедурах сезонной корректировки часто цитируются основополагающие работы Бэйса Баллота (1847).**

**Для обсуждения исторических аспектов этой темы, мы обращаемся, например, к Nerlove и соавт. (1979), Dagum (1979, 1986, 2001), Bell и Hillmer (1984), Armatte (1992), Hylleberg (1992), Ladiray и Quenneville (2001), Darné (2003) или Dagum и Bianconcini (2016).**

**В настоящее время схемы декомпозиции могут учитывать детерминированные компоненты, такие как количество рабочих дней в рассматриваемом периоде времени или перемещающиеся/скользящие праздники (эффект Пасхи, день благодарения и т. д.), которые могут влиять на различные временные ряды. Например, при использовании аддитивной схемы такие эффекты интегрируются следующим образом:**

**Xt=Tt+Ct+St+WDt+HEt+It**

**где (WDt) - эффект рабочих дней, а (HEt) - эффект праздников.**

**Как отмечалось ранее, сезонную корректировку можно рассматривать как процедуру по извлечению сигнала. Таким образом, основная проблема при оценке данного компонента заключается в том, чтобы не повлиять на другие. С учетом этого ограничения методы сезонной корректировки были первоначально разработаны в 1920-1930-х годах как инструмент анализа сезонных экономических переменных в отсутствие подходящих статистических моделей. Методы были разработаны эмпирически, с использованием непараметрических инструментов, таких как скользящие средние.**

**Адекватные параметрические модели для сезонных моделей не использовались до 1950-х годов. Затем достижения в этой области чрезвычайно возросли на основе разработанного компьютерного программного обеспечения для моделирования временных рядов.**

**Процедуры сезонной корректировки обычно делятся на две категории: непараметрические методы, основанные на линейных сглаживающих фильтрах, и параметрические методы, в соответствии с которыми ненаблюдаемые компоненты определяются и оцениваются.**

**В свою очередь, спецификация параметрических моделей может быть выполнена либо путем вменения детерминированного поведения для каждого компонента в уравнении, приведенном выше, либо путем утверждения того, что каждый компонент этого уравнения следует стохастическому процессу, как, например, процесс типа ARIMA.**

**Однако недавнее развитие процедур, допускающих смешение подходов, принадлежащим к обеим категориям, ставит под сомнение эту классификацию. Поэтому в настоящее время исследователями рассматриваются полупараметрические методы, сочетающие явное и неявное моделирование каждой компоненты**

# 15.Непараметрические модели

**Что касается макроэкономических временных рядов, то методы сглаживания, основанные на линейной фильтрации, особенно скользящие средние, были известны уже в начале 1920-х годов, но редко использовались на практике (Фолкнер (1924), Кинг (1924)).**

**Основной инструмент устранения сезонных колебаний, а именно центрированная скользящая средняя порядка 12 для месячных рядов (или порядка 4 для квартальных), оказался плохой с точки зрения оценки тренд-цикла (Tt +Ct в уравнении, приведенном выше).**

**Действительно, было показано, что эта специфическая скользящая средняя не способна точно отслеживать поворотные точки циклов с периодом более 5 лет. Кроме того, скользящие средние очень чувствительны к наличию выбросов и поэтому нуждаются в предварительной обработке экстремальных значений.**

**Эти недостатки побудили некоторых исследователей, таких как Кинг (King, 1924), ввести более надежные оценки сезонных факторов, таких как скользящая медиана. В конце 1920-х годов разработка новых сглаживающих фильтров позволила увеличить распространение непараметрических или "эмпирических" методов (см., например, Macaulay (1931)).**

**В то же время Джой А. и Томас (1928) выдвинули подход, основанный на скользящих средних, позволяющий учитывать долгосрочные вариации сезонных колебаний, присутствующие во многих рядах данных.**

**Постепенно правительства и статистические службы начали применять такие подходы для получения сезонных временных рядов. Но это было дорого, долго и субъективно, как отмечает Дагам (1979), так как корректировки производились вручную.**

**Годы развития компьютерных наук, последовавшие за Второй мировой войной, в значительной степени способствовали распространению и совершенствованию непараметрических методов.**

**В этом отношении наиболее известным подходом, безусловно, является метод X-11, который породил большое разнообразие подходов, для которых основные принципы идентичны подходу X-11 и называются стилем X-11, по терминологии Сатклиффа (1999), включая GLAS, STL, SABL и SEASABS.**

# 16. Метод Х-11

**В 1954 году Джулиус Шискин разработал в Бюро переписи населения США метод сезонной корректировки, названный Методом I (Method I).**

**Затем за этим методом последовала последовательность из одиннадцати экспериментальных версий Метода II (Method II) (X-0, X-1,...), разработанных той же командой. В конечном итоге появилась версия программы X - 11 в 1965 году (Shiskin et al.,1967).**

**На основе методов сглаживания скользящих средних и работ Маколея (1931), эти версии стали первыми автоматизированными подходами к сезонной корректировке, и X-11 быстро приобрел популярность в мире.**

**Семейство методов X-11 представляет собой метод сезонной корректировки, основанный на различных видах взвешенных (симметричных и асимметричных) скользящих средних. Он не опирается на явную модель и разработан в основном на эмпирической основе. Кроме того, программа X-11 позволяет идентифицировать и устранять эффекты рабочих дней. При этом интеграция праздничных эффектов не решена. Каждая оцененный компонент получен с помощью различных итераций, подробно описанных Dagum (1988), Ladiray и Quenneville (2001) (также Laroque (1977), для квартальных данных и Hylleberg (1992).**

**Статистические свойства фильтров можно найти в Dagum (1978), а изучение композиции фильтров подробно описано в Dagum et al. (1996).**

**Оценки трендовых и сезонных компонент получают с помощью каскада фильтров, которая является результатом наложения различных индивидуальных линейных фильтров: (i) 12-членной центрированной сезонной скользящей средней; (ii) двух 3 × (2n + 1) сезонных скользящих средних; и (iii) скользящей средней Хендерсона. 12-членная центрированная сезонная скользящая средняя определяется как:**

**D(B)=(1/24)B-6(1+B) (1+B+B2+…+B11)**

**где B определяется как разностный оператор Bmyt=yt-m и B0=1 и сезонные скользящие средние:**





**где**  **означает 3 × (2n + 1) сезонных скользящих средних, а SI-сезонно-нерегулярную компоненту (детрендированное значение ряда). Порядок скользящей средней выбирается из соотношения I/S среди следующих скользящих средних: 3 × 3, 3 × 5 и 3 × 9**

**Оценка тренда-цикла производится с помощью применения одного из трех различных линейных фильтров Хендерсона, реализованных в ПО, а именно 9-, 13-и 23-членные выражения. Эти фильтры, разработанные Хендерсоном (1916), основаны на формуле суммирования, которая делает сумму квадратов третьих разностей сглаженного ряда минимальной для любого числа членов.**

**Другими словами, в  минимально, где ∆ - разностный оператор и** **-выходной или сглаженный ряд, если и только если  минимально, где**  **- это веса, при условии ограничений, что** **,**  **и**  **(Dagum (1978)).**

**Симметричная система весов Хендерсона длиной 2n + 1, где m = n + 2, приведена ниже:**



**Чтобы получить набор из 13 весов, принимается, что m=8, и значения вычисляются для каждого n, которое изменяется от -6 до 6. Таким образом, 13-членный фильтр тренд- цикла Хендерсона задается формулой:**

**H13(B)=-0,019B-6-0,028B-5++0,00B-4+0,065B-3+0,147B-2+0,214B-1+0,24B-1+0,24B-0+0,24B1+0,147B2+0,065B3+0,00B4-0,028B5 -0,019B6**

**Для наблюдений в начале и в конце ряда так называемые асимметричные фильтры Хендерсона были разработаны Масгрейвом (1964).**

**Расчет асимметричных весов основан на минимизации среднеквадратичного отклонения между окончательной оценкой (полученной при применении симметричного фильтра) и предварительной оценкой (полученной при применении асимметричного фильтра) с учетом того, что сумма весов равна единице (Laniel (1985), Dagum (2001)).**

**Предполагается, что в конце ряда сезонно скорректированные значения равны линейному тренд-циклу плюс случайная нерегулярная компонента, то есть** Yt = c0 + c1t +** где **～ **IID (0, σ2). Используемое уравнение:**



**где hmj и hij − веса симметричного (центрального) фильтра и асимметричных фильтров соответственно; hij = 0 для j = −m,..., − i-1, c1-наклон линии, а σ2 - дисперсия шума. Существует такое отношение между c1 и σ2, что значение коэффициента шума к сигналу (I/C) задается:**

 где 

**Отношение I/C - абсолютное значение первой разницы нерегулярных значений с абсолютными значениями первой разницы оценок тренд-цикла. I/C определяет длину фильтра тренд- цикла Хендерсона, соответствующего рассматриваемому ряду.**

**Веса рассчитываются таким образом, чтобы I/C равнялся 3,50, или 0,99, или 4,50 для 13- 9-и 23- членного фильтров Хендерсона соответственно. Таким образом, при t = 0 и m = 6 для конечных весов 13-членного фильтра Хендерсона:**



**Стандартная оценка тренда Хендерсона состоит в применении автоматически выбранного фильтра Хендерсона к надежно сезонно скорректированному ряду. Робустификация осуществляется по умолчанию путем замены экстремальных значений, когда значения нерегулярной компоненты, попадающие в интервал ±1,5 σ и ±2,5 σ, линейно уменьшаются; за пределами ±1,5 σ значения заменяются средним значением.**

# 17. Полупараметрические методы (гибридные модели)

**Вслед за работами Бокса и Дженкинса в 1970-х годах (см. Box and Jenkins (1970)) по моделям ARIMA (интегрированная модель авторегрессии — скользящего среднего) был разработан новый вариант X-11, названный X11-ARIMA.**

**Mодель ARIMA используется для прогнозирования за пределами текущих значений ряда и ретроспективы начальных значений ряда для того, чтобы заменить недостающие данные, которые появляются в начале и конце ряда с целью использования менее асимметричных фильтров. Изначально X-11 лишь произвольно экстраполировал недостающие значения. В результате, количество пересмотров значительно сокращается, когда недостающие данные становятся доступными. Эти полупараметрические модели, интегрированные в X11-ARIMA и X12-ARIMA, предполагают использование линейных фильтров метода X-11 в сочетании с фильтрами модели ARIMA, которые в целом настраиваются на данные. Тем не менее, модели ARIMA не могут быть применены непосредственно к экономическим временным рядам без предварительного их анализа, особенно из-за проблем стационарности и детерминистских эффектов.**

# 18.X11-ARIMA

**X11-ARIMA-это усовершенствованная программа X-11, предложенной Dagum (1975, 1978, 1979), которая была автоматизирована в X11-ARIMA/80 в статистическом управлении Канады.**

**Основным улучшением является возможность применения модели ARIMA к временному ряду, что позволяет дополнительно прогнозировать до трех лет (один год по умолчанию), что приводит к наилучшей сезонной корректировке данных в конце ряда.**

**Это программное обеспечение было усовершенствовано путем включения элементов:**

**(i) оценки и корректировки календарных эффектов, (ii) статистических тестов на наличие скользящей сезонности, (iii) показателей для оценки качества сезонной корректировки, (iv) выбора сезонных фильтров, определяемых в зависимости от характеристик данных.**

**Эти новые разработки были реализованы в X11-ARIMA/88 и X11-ARIMA/2000 в статистическом управлении Канады (Dagum (1988)).**

**Еще одним вариантом использования метода X-11 является английская версия X-11, в которой введен прогноз на двенадцать месяцев в качестве X-11-ARIMA/88. Прогнозы вделаются с помощью авторегрессии Кенни-Дурбина (Kenny and Durbin, 1982). Были и другие модификации, выполненные специалистами других стран.**

# 19. X12-ARIMA

**X12-ARIMA главным образом основана на X11-ARIMA (версии 1980 и 1988 годов) и была разработана Бюро переписи населения США. В ней используется тот же метод, что и X-11, с внедренными улучшениями X11-ARIMA и некоторыми новыми разработками.**

**Основным изменением является дополнительная предварительная обработка данных RegARIMA (регрессионная ARIMA).**

**Эта программа позволяет одновременно оценивать выбросы, эффект торгового дня и календарные эффекты с помощью сезонной модели ARIMA. Последняя выбирается автоматически из пяти моделей, аналогичных X11-ARIMA, и используется для экстраполяции исходного ряда.**

**Другие сезонные фильтры и фильтры Хендерсона добавлены в X12-ARIMA. В ней также предусмотрена та же самая диагностика, что и в X11-ARIMA, для проверки качества сезонной корректировки, некоторые другие новшества, такие как спектральные тесты на сезонность, остаточный эффект торгового дня и диагностика стабильности сезонной корректировки.**

# 20.Параметрические методы

**Некоторые авторы критиковали непараметрические подходы к сезонной корректировке, основанные на линейных фильтрах или скользящих средних. Например, Слуцкий (1927) и Юл (1927) показали, что использование скользящих средних может ввести искусственные циклы в ряды данных, а Фишер (1937) выразил сожаление по поводу применения специальных "эмпирических" процедур, несмотря на наличие соответствующих математических инструментов. В связи с этим недовольство этими методами привело к использованию моделей сезонной корректировки. Были разработаны два типа методов: 1) методы, основанные на детерминистских моделях, и 2) методы, основанные на стохастических моделях.**

# 21.Детерминистские методы

**Регрессионные модели – методы сезонной корректировки, основанные на модели. В конце 1930-х годов Фишер (1937) и Мендерсхаузен (1939) предложили скорректировать полином методом наименьших квадратов, чтобы удалить сезонную компоненту.**

**В 1960 - х годах использование методов множественной регрессии для корректировки экономических временных рядов широко распространилось по двум причинам: во-первых, построение эконометрических моделей для месячных и квартальных временных рядов и, во-вторых, развитие компьютеров.**

**Эти методы основаны на моделировании исходного ряда и каждой компоненты с помощью простых параметрических функций, а также на оценках параметров методом наименьших квадратов.**

**В настоящее время этот подход не представляет большого интереса, поскольку он не позволяет учитывать стохастические свойства временных рядов.**

# 22. Стохастические методы

**Развитие теории стохастических процессов, а также развитие компьютеров после Второй мировой войны в значительной степени способствовали совершенствованию параметрических методов и, следовательно, инструментов сезонной корректировки. Эти методы основаны на спецификациях моделей для ненаблюдаемых компонент ARIMA (UCARIMA) и методах извлечения сигналов. Различаются два типа подходов. Первый тип - подход, основанный на модели ARIMA (AMB). Другой тип называется подходом структурных временных рядов (STS) (в этом пособии он не рассматривается).**

# 23. Подход, основанный на модели ARIMA

**Цель подхода состоит в том, чтобы сформировать модель наблюдаемого временного ряда на основе сезонной модели ARIMA (SARIMA) для того, чтобы извлечь компоненты из структуры модели с помощью спектральных оценок. Основными вкладами в этот подход внесли Box et al. (1978), Burman (1980), Hillmer and Tiao (1982), Bell (1984) и Maravall and Pierce (1987).**

**Поскольку компоненты ненаблюдаемы и для того, чтобы получить декомпозицию ARIMA, соответствующей исходному временному ряду, Хиллмер и Тиао (1982) предложили так называемую каноническую декомпозицию. Она обладает свойствами, среди прочего, максимизировать дисперсию нерегулярной компоненты и минимизировать дисперсию сезонной компоненты. Модели ARIMA очень чувствительны к выбросам и не позволяют правильно оценить детерминистские компоненты. Поэтому были предложены другие разработки путем объединения регрессионных моделей с фиктивными (dummy) переменными и ошибками ARIMA. Таким образом, были разработаны TRAMO-SEATS.**

# 24. Программное обеспечение TRAMO-SEATS

**TRAMO (Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers);(Регрессия временных рядов с шумом (остатками) ARIMA, отсутствующими наблюдениями и выбросами) и SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series) (извлечение сигнала во временных рядах Arima) были разработаны Maravall and Gómez (1992) и Gómez and Maravall (1992, 1997) в Банке Испании (Maravall and Caporello (2004)).**

**Основная часть программного обеспечения предусматривает, что исходный ряд является стационарным или может быть приведен к стационарности, применяя разности определенного конечного порядка. Требование стационарности является основным для поиска модели ARIMA для исходного ряда. Поскольку на большинство социально-экономических данных часто влияют детерминированные эффекты, такие как выбросы, структурные выбросы, эффекты торгового дня, «скользящие праздники», которые препятствуют использованию модели ARIMA, часть программного обеспечения TRAMO применяется для устранения этих детерминированных эффектов и приведения к стационарному ряду. TRAMO предполагает оценку, прогнозирование и интерполяцию с использованием смешанной модели, состоящей из регрессионных переменных с ошибками ARIMA.**

**SEATS начинается с подгонки модели ARIMA к стационарному линейному ряду, полученную TRAMO. Эта модель определяется посредством применения автоматической процедуры идентификации модели, основанной на ограничениях, касающихся порядков сезонных и несезонных полиномов, а также на критерии SIC.**

**Затем в SEATS используется подход на основе модели для разложения временных рядов на тренд-цикл, сезонную и нерегулярную компоненты. Этот метод основан на методе MSX (минимальное сезонное извлечение), первоначально разработанном Бирманом (1980) из Банка Англии.**

**Пусть xt обозначает исходный ряд, а zt = δ(B)xt представляет данные, полученные в результате разности значений, где δ(B) означает разностный оператор, применяемые к xt, чтобы сделать его стационарным, таким образом, что**

**где и– разностный оператор для сезонной и нерегулярной компонент. Модель для преобразованных данных zt:**

**где среднее значение и предполагается, что at - это гауссовский белый шум с нулевым средним и дисперсией . полиномы авторегрессии и скользящего среднего, удовлетворяющие условиям стационарности и обратимости.**

**Следует отметить, то что, явно записано как функция B, полиномы авторегрессии и скользящего среднего также в Bs. Обобщенную модель можно записать в виде:**

**где представляет собой обобщенный авторегрессионный полином.**

**Факторизация (разложение на компоненты) может быть выполнено: полиномы с трендовыми, сезонными и циклическими корнями соответственно.**

**где это гауссов белый шум. Затем модели из ненаблюдаемых компонент:**

**Не существует уникальной декомпозиции модели ARIMA исходного ряда, если используется каноническое разложение, предложенное Хиллмером и Тиао (1982). В этой декомпозиции максимизируется дисперсия нерегулярной компоненты и минимизируется дисперсия других компонент и, таким образом, создаются высокостабильные сезонные и трендовые компоненты.**

**Маравалл и Планас (1996) показали, что при наборе допустимых разложений среднеквадратичная ошибка (MSE) оценок компонент всегда минимизируется для канонического разложения. SEATS оценивает параметры тренд-цикла и сезонной компоненты с помощью фильтра Винера-Колмогорова.**

# 25. Список использованной литературы

**1)Handbook on Seasonal Adjustment, 2008, Eurostat**

**2)ESS guidelines on seasonal adjustment, 2015 , Eurostat**

**3)Seasonal Adjustment of European Aggregates: Direct versus Indirect Approach, European Communities, 2003**

**4) Статистика: теория и практика, под редакцией И.И.Елисеевой, учебник для вузов, 2016 год**

**5) Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2 т.  
2-е изд., испр. — Т. 1: Айвазян С. А., Мхитарян B.C.**

1. **Данные компоненты вычисляются на основе полученных данных.** [↑](#footnote-ref-1)
2. **Статистические ряды, значения которых накапливаются в течение отчетного периода. Например, регистрация легковых автомобилей-суммарное значение за отчетный период представляет собой сумму ежедневных регистраций.** [↑](#footnote-ref-2)