

УДК 314.4(045)

# ПОКАЗАТЕЛЬ СМЕРТНОСТИ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРОВ В АНАЛИЗЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

**Бесполденова И.О.,**

студентка 3-го курса направления «Финансовый менеджмент»,  
Липецкий филиал Финансового университета, Липецк, Россия  
visneva2011@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические аспекты модели Хольта-Винтерса и условия ее применения. Собраны данные о смертности населения Российской Федерации за период с 2013 по 2017 г. Аргументирована актуальность рассмотрения и дальнейшего изучения динамики смертности российского населения, которая является одним из основных индикаторов анализа социально-экономического состояния и благосостояния населения РФ. Изучив его и установив цикличность, сделаны выводы, что возможно снижение вероятности попадания населения в группу риска за счет ликвидации прямого влияния отдельных факторов, что может быть достигнуто лишь комплексным подходом. Также был проведен анализ на основе трехфакторной модели, выявлена цикличность наблюдаемого явления и произведен прогноз до октября 2018 г. Установлены вероятные причины сезонного фактора смертности, выявлены проблемы и представлены пути их решения.

**Ключевые слова:** смертность; население; адаптивные модели; модель Хольта-Винтерса; экспоненциальное сглаживание; мультипликативный метод; коэффициенты сглаживания; индекс смертности; причины смертности

## MORTALITY RATE AS ONE OF THE MAIN INDICATORS IN THE ANALYSIS OF SOCIO-ECONOMIC STATUS OF THE POPULATION

**Bespoldenova I.O.,**

student of the third year of the course "Financial Management"  
Lipetsk branch of the Financial University, Lipetsk, Russia  
visneva2011@yandex.ru

**Abstract.** The scientific work examines the theoretical aspects of the Holt-Winters Model and the conditions for its application. Data on the mortality of the population of the Russian Federation was collected for the period from 2013 to 2017. Argued the relevance of the article and the study of the dynamics of the mortality of the Russian population, which is one of the main factors of the analysis of the socioeconomic status and welfare of the population of the Russian Federation. After studying it and

Научный руководитель: **Рязанцева Е.А.**, старший преподаватель кафедры «Информатика, математика и общегуманитарные науки», Липецкий филиал Финансового университета, Липецк, Россия.

*establishing a cycle, can reduce the chance of getting of the population falling into the risk group by eliminating the direct influence of certain factors. This can only be achieved by an integrated approach. The analysis was also carried out on the basis of a three-factor model, the cyclicity of the observed phenomenon was revealed and the forecast was made until October 2018. The probable causes of the seasonal mortality factor are established, problems are identified and ways of their solution are presented.*

**Keywords:** mortality; population; adaptive models; Holt-winters model; exponential smoothing; multiplicative method; the coefficients of the smoothing; mortality index; cause of mortality

В качестве одного из самых перспективных методов модельного прогнозирования (на горизонт 11–36 месяцев) выделяют адаптивный метод и его производные. С его помощью возможно построение самоизменяющейся модели, способной наиболее оперативно подстраиваться и реагировать на вызовы окружающей среды. Также адаптивные методы учитывают различную доступную информацию о ценности уровней ряда и актуальность данных. Все эти факторы позволяют производить наиболее оптимальное прогнозирование астатических рядов с учетом изменяющихся условий, тенденций и сезонности.

К одному из видов адаптивных методов относится модель Хольта-Винтерса, являющаяся своего рода вариацией простого метода экспоненциального сглаживания для рядов с сезонными колебаниями. Данная модель получила свое название в честь двух своих разработчиков – Хольта, предложившего учитывать тренд при расчетах, и Винтерса, добавившего в модель фактор сезонности.

Если при простом экспоненциальном сглаживании существует возможность лишь краткосрочного прогнозирования (так как нет никакого смысла растягивать данные на прогнозируемый период – будет большое значение относительной ошибки, следовательно, прогноз будет не точным), то при использовании модели Хольта-Винтерса, более уточненной модели, можно осуществлять прогноз и на среднесрочные, и даже на долгосрочные периоды. Это достигается за счет обнаружения и учета микротрендов, предшествующих прогнозным, и экстраполяции этих данных на будущие периоды. В полном виде название данного метода звучит следующим образом: мультипликативный метод экспоненциального сглаживания данных Хольта-Винтерса. Что означает «мультипликативный»? Если обратимся к английскому словарю, то

увидим, что производящее слово – “multiply”, в переводе – «умножать». То есть модель Хольта-Винтерса для учета фактора сезонности прибегает к операции умножения.

Цель данной работы – рассмотрение показателя смертности как одного из основных факторов анализа социально-экономического состояния населения РФ. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить теоретические аспекты модели Хольта-Винтерса и условия ее применения;
- построить модель Хольта-Винтерса на основе исследуемых статистических данных;
- рассчитать сезонную составляющую и получить данные, очищенные от фактора сезонности;
- на основе рассчитанных данных, используя модель Хольта-Винтерса, осуществить прогноз на 11 месяцев;
- проанализировать полученный результат;
- определить причины выявленных проблем и выявить пути их решения.

Представим алгоритм расчета по модели Хольта-Винтерса в *таблице*.

В конечном итоге модель Хольта-Винтерса имеет следующий вид:

$$S_{i,T} = (S'_i + T \times R_i) \times F_{i-L-T}. \quad (1)$$

Ее называют трехфакторной моделью прогнозирования, поскольку она учитывает сразу три фактора: трендовую составляющую, сезонные колебания и сглаженные данные, что видно из представленного выше уравнения (1). Именно это позволяет назвать модель Хольта-Винтерса одной из самых точных, способных обеспечить долгосрочный прогноз [2, с. 25].

Показатели смертности относятся к основным индикаторам при анализе состояния социально-экономического развития и благополучия на-

## Алгоритм расчета по модели Хольта-Винтерса

| Действие  |  | Формула   |
|---|--|---|
| 1. Расчет экспоненциально-сглаженного ряда ( $S'_t$ ) | $A, B, C$ – коэффициенты чувствительности модели;<br>$t$ – момент времени;<br>$L$ – число периодов;<br>$T$ – порядковый номер периода прогноза | $S'_t = A \times \frac{S_t}{F_{t-L}} + (1-A) \times (S'_{t-1} + R_{t-1})$ |
| ↓   |  |   |
| 2. Расчет линейного тренда ( $F_t$ )                  |  | $F_t = B \times \frac{S'_t}{S'_t} + (1-B) \times F_{t-1}$                 |
| ↓   |  |   |
| 3. Расчет сезонного коэффициента ( $R_t$ )            |  | $R_t = C \times (S'_t - S'_{t-1}) + (1-C) \times R_{t-1}$                 |
| ↓   |  |   |
| 4. Расчет функции прогноза ( $S_{p,T}$ )              |  | $S_{p,T} = (S'_t + T \times R_t) \times F_{t-L-T}$                        |

Источник: составлено автором на основе данных Т.Р. Косовцевой, В.В. Беляевой [1, с. 17].

селения, проживающего на одной территории, уровня здравоохранения и доступности медицинского обслуживания. Поэтому данный показатель целесообразно обработать с помощью модели Хольта-Винтерса, чтобы помимо прогноза на 2018 г. получить информацию о периодах времени, когда население нашей страны имеет наибольшую вероятность попадания в данную группу риска, выяснить возможные причины этих явлений и пути их решения.

Для работы были взяты месячные показатели смертности населения РФ за период с января 2013 по ноябрь 2017 г.<sup>1</sup>

Осуществим прогнозирование в Excel:

1. Внесем исходные помесечные данные о смертности, а затем в следующем столбце рассчитаем сглаженные значения на основе скользящей средней. Так как в нашем случае сезонность представлена 12-месячными циклами, то с расчетом среднего возникают некоторые затруднения: 12 – четное число. Чтобы справиться с этим, сгладим данные на

основе скользящего среднего 2×12: учитываем половину от двух средних значений (с 1-го по 12-й и со 2-го по 13-й месяцы).

2. Сопоставим сглаженный вариант ряда с исходным, получив приближенную оценку фактора сезонности (необходимо произвести деление исходных данных на сглаженные). На *рис. 1* видим ежегодные всплески показателя в декабре, что позволяет найти среднюю сезонную поправку.

3. Получим данные с корректировкой на сезонность, разделив исходные данные на среднюю сезонную поправку, где отмечены колебания и для наглядности построим *рис. 2*, на котором отражены уровни сезонных колебаний. Можно видеть, что ежегодные всплески показателя смертности в РФ приходятся на зимний (декабрь, январь), весенний (март, апрель) и летний (июль) периоды. А проведя линию тренда, можно заметить постепенное снижение показателя смертности с 2013 по 2017 г. Данная тенденция наблюдается с конца 90-х гг. XX в. Это объясняется снижением криминализации, изменениями в менталитете, улучшением здравоохранения и качества предоставляемых медицинских услуг и в целом качества жизни страны.

<sup>1</sup> Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы. URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 27.03.2018).



Рис. 1. Результат сглаживания ряда данных

Источник: составлено автором в Excel.

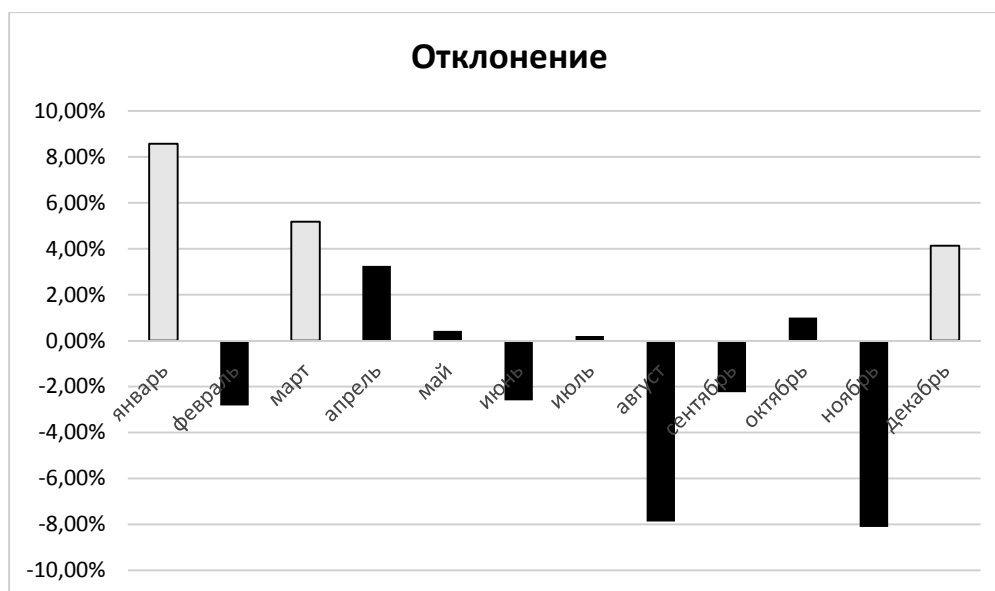


Рис. 2. Данные, очищенные от сезонного фактора

Источник: составлено автором в Excel.

4. Основные данные получены. Теперь с учетом уравнения линии тренда ( $y = -39,579x + 157\,989$ ) и рассчитанных сезонных колебаний осуществим прогноз на 11 месяцев вперед (с ноября 2017 по октябрь 2018 г.).

Показатели, необходимые для прогнозирования:

- номер периода (1–70);
- исходные данные о смертности;
- сглаженные данные о смертности;
- трендовая составляющая (построив график на основе данных с корректировкой на сезон-

ность, получим уравнение тренда, которое будет использовано в дальнейших вычислениях);

- сезонный коэффициент;
- одношаговый прогноз [рассчитывается по формуле: (сглаженное значение предыдущего периода – сглаженное значение настоящего периода) × сезонный коэффициент настоящего периода];
- ошибка прогноза (рассчитывается как разница между исходным значением и величиной одношагового прогноза соответствующего периода);
- квадрат ошибки (рассчитывается как квадрат величины ошибки прогноза);

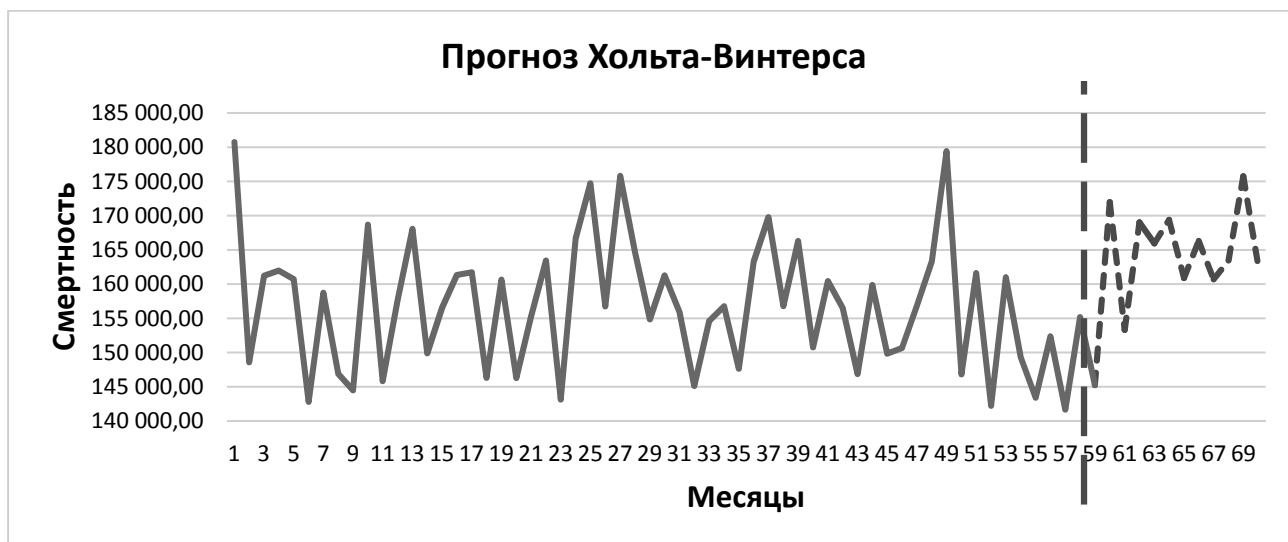


Рис. 3. Прогноз Хольта-Винтерса

Источник: составлено автором в Excel на основе ранее рассчитанных данных.

- коэффициенты сглаживания;
- стандартная ошибка.

Модель Хольта-Винтерса (пример уравнения прогноза на декабрь 2017 г.) примет вид:  $S_{60} = (155\,537,35 + 60 \times 1729,35) \times 1,093$ .

Коэффициенты сглаживания принимаем равными 0,5 (это стандартное значение), скорректировав их после прогнозирования с помощью функции «Поиск решения», что позволит снизить относительную ошибку модели.

5. Для наглядности осуществленного прогноза представим рис. 3, где также наблюдаются высокие зимние колебания показателя.

Для облегчения прогнозирования по модели Хольта-Винтерса можно воспользоваться специализированной компьютерной программой «Forecast NOW!» (программа для прогнозирования спроса и расчета оптимальных товарных запасов), где требуется внести лишь исходные данные и отметить пожелания в настройках, после чего в автоматическом режиме программа осуществит прогноз за вас, обеспечив еще большую точность<sup>2</sup>.

При применении модели Хольта-Винтерса можно сделать следующие выводы:

- необходим достаточно большой объем исходных данных, чтобы обеспечить наиболее точный прогноз (в данной работе были использованы данные за 5 лет);

<sup>2</sup> Официальный сайт Forecast NOW! – программы для управления запасами. URL: <https://fnow.ru/> (дата обращения: 27.03.2018).

- преимуществом данной модели является учет сразу трех факторов: тенденции развития (позволяет проследить направленность развития наблюдаемого явления), сезонных колебаний (обеспечивают наиболее точный прогноз) и сглаженных данных (позволяют сгладить мелкие скачки в динамике ряда для поиска частых значительных колебаний);

- данный метод, помимо краткосрочного, позволяет производить среднесрочный и долгосрочный прогнозы;

- модель Хольта-Винтерса обычно применяется для прогнозирования финансовых показателей [3, с. 129] (например, курса иностранных валют и котировок доходностей). Однако на примере данной работы можно говорить о возможности ее использования и при социально-экономических показателях (смертности, рождаемости, эмиграции и других демографических факторов), т.е. модель Хольта-Винтерса имеет достаточно широкую сферу применения при ее относительно несложном исполнении.

Помимо положительной стороны модель Хольта-Винтерса, как и модель Хольта, имеет некоторые недостатки. Эти методы допускают, что выявленная тенденция будет соблюдаться еще долгое время с незначительными отклонениями. Однако в реальной практике такое явление редко наблюдается, особенно в условиях анализа социально-экономических факторов (здесь смертности), где плавные тенденции в короткий промежуток времени сменяются



резкими скачкообразными линиями, а цикличность не постоянна. По этой причине у расчетов по модели Хольта-Винтерса и реальных данных со временем могут наблюдаться значительные расхождения [4, с. 68], что нежелательно при анализе социально-значимых показателей.

Также неудобства вызывает сложный подбор коэффициентов сглаживания, для чего не существует определенного какого-либо алгоритма — исследователю приходится вручную подбирать значения этих коэффициентов, которые обеспечили бы адекватный прогноз.

Что касается полученных результатов, мы видим самые высокие колебания в январе и декабре, также пики наблюдаются в марте и июле. Почему же именно в эти периоды года отмечается наибольшая смертность населения?

---

***Показатели смертности относятся к основным индикаторам при анализе состояния социально-экономического развития и благополучия населения, проживающего на одной территории, уровня здравоохранения и доступности медицинского обслуживания.***

---

Несомненно, одним из ключевых факторов риска являются низкие зимние температуры, изменение которых с каждым годом становится все менее предвидимым и экстремальным. Это неблагоприятно сказывается на течении многих заболеваний, подвергая риску людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями и бронхолегочной патологией. В данную группу риска сразу попадает население пенсионного возраста.

Следующей причиной высокой смертности в зимние месяцы являются, как ни странно, продолжительные новогодние праздники (1–10 января), так как происходят резкие изменения в рационе питания (употребление жирной пищи, провоцирующей повышение содержания холестерина в крови; сладкого и мучного, что подвергает риску диабетиков и предрасположенных к диабету людей; соленых продук-

тов, препятствующих выходу жидкости и т.д.), чрезмерное потребление алкоголя (большой процент летальных исходов в зимнее время приходится на алкогольное отравление); эмоциональное напряжение; поездки в другие климатические условия.

Среди других причин значительную роль играет психология человека. Считается, что январь — самый депрессивный месяц в году [5, с. 6]. После новогодних праздников человек зачастую подвержен беспокойству о нехватке денег, плохой погоде и длительном ожидании лета. «Эффект несбывшихся надежд» — такой термин психологи придумали для постновогоднего периода.

Также стоит учитывать и «перенос» смертей с декабря на январь, что несколько влияет на точность анализа.

Причины весенней смертности:

- скачки атмосферного давления;
- смена температуры (в весеннее время наблюдаются значительные температурные колебания: в утренние часы — прохладно, в дневные — тепло, в ночные часы — холодно);
- грипп и ОРВИ;
- суицид (данный период часто называют «весенним обострением». Это не удивительно, ведь именно весной нервная система человека находится в постоянно возбужденном состоянии и малейшие эмоциональные всплески могут вызвать непредвиденное поведение индивида);
- обострение хронических заболеваний (особенно влияет на аллергические заболевания и заболевания желудочно-кишечного тракта).

Основным фактором смертности в летний период, безусловно, являются высокие, иногда экстремально высокие, температуры воздуха. Это влияет на обострение болезней сердца, диабета, заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, почек, нервной системы и эпилепсии [6, с. 175]. Также уровень смертности повышают случаи пожаров, дорожно-транспортные происшествия и купание в водоемах. В летний период риску подвержены все возрастные категории граждан.

Изучив медицинскую литературу, стоит отметить, что при анализе смертности имеет смысл учитывать половозрастной фактор.

Так, индекс женской смертности в зимнее время на 10% превышает показатели мужской смертности, а летом наблюдается совершенно

противоположное явление [7, с. 1757]. Это объясняется тем, что мужчины в зимнее время меньше подвержены сердечно-сосудистым заболеваниям, нежели женщины, а летом они, наоборот, подвержены сильному влиянию высоких волн тепла.

Население старшего возраста (свыше 65 лет) имеет четкую годовую динамику смертности с пиком в зимнее время и провалом летом, соответственно разница на 20–25% [7, с. 1757].

Для снижения уровня смертности необходимо:

1) ввести для населения ускоренную программу по оказанию квалифицированных медицинских услуг;

2) произвести закупку медицинского оборудования в регионы России для раннего диагностирования заболеваний;

3) организовать повышение уровня подготовки медицинских работников, способных к раннему диагностированию онкологических и других распространенных заболеваний;

4) организовать привлечение медицинских сотрудников в государственные медучреждения (большая часть выпускников медицинских учебных заведений предпочитает искать работу в частных клиниках или открывать собственное дело, что снижает качество обслуживания государственного медицинского сектора и доверие к нему у граждан);

5) провести мероприятия по улучшению условий и охраны труда;

6) провести проверки и инструктаж «на совесть» в местах массового скопления людей, чтобы снизить процент несчастных случаев;

7) наиболее глубоко изучить влияние климатических изменений на организм человека и разработать программу по профилактике;

8) механизировать (по возможности) работы, связанные с уборкой помещений и удалением загрязнений вредных химических источников, складированием и транспортировкой продукции.

Таким образом, снижение уровня смертности представляет собой комплексную задачу, включающую и закупку нового оборудования, и проведение проверок и инструктажа «на совесть».

Для России, где показатели продолжительности жизни не так высоки, анализ и количественная оценка факторов смертности играет большую роль. Ведь выявив тенденции и добросовестно организовав ряд профилактических мероприятий, можно значительно снизить воздействие некоторых факторов риска. Поэтому в дальнейшем данную работу целесообразно продолжить с оценки влияния каждой перечисленной выше причины, в чем также поможет использование модели Хольта-Винтерса. Также к рассмотрению можно выдвинуть половозрастной фактор. В работе было наглядно доказано, что модель Хольта-Винтерса имеет достаточно широкую сферу применения, отличаясь точностью и продолжительностью прогноза.

### Список источников

1. Косовцева Т.Р., Беляев В.В. Технологии обработки экономической информации. Адаптивные методы прогнозирования. СПб.: Университет ИТМО; 2016. 31 с.
2. Кузнецова И.Ю. Прогнозирование потребления энергоресурсов на основе модели Хольта-Уинтерса. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014;(8–1):25–27.
3. Пузанова И.А. Интегрированное планирование цепей поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры. Аникин Б.А., ред. М.: Юрайт; 2014. 320 с.
4. Светульников С.Г., Светульников И.С. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник для вузов. Т. I. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ; 2014. 147 с.
5. Бойцов С.А., Лукьянов М.М. Особенности сезонной смертности населения от болезней системы кровообращения в зимний период в регионах РФ с различными климато-географическими характеристиками; 2015. 6 с.
6. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Высокие температуры воздуха в городах – реальная угроза здоровью населения. М.: Изд. «АдамантЪ»; 2014:175–184.
7. Григорьева Е.А., Суховеева А.Б. Сезонная динамика показателей смертности населения города Биробиджана. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013;15:1756–1759.