

- рада предстательной железы // Уральский медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 92-98.
9. Хасанов М.З., Тубхатуллин М.Г. Роль ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в диагностике рака предстательной железы // Практическая медицина. – 2017. – № 7 (108). – С. 156-159.
 10. Мухомор А.И., Ахвердиева Г.И., Санай Э.Б., Панов В.О. Комплексное трансректальное ультразвуковое исследование с цветовым доплеровским кодированием, доплерографией и соноэластографией в выявлении рака предстательной железы // Онкоурология. – 2013. – № 2. – С. 42-52.
 11. Заболотская Е.Г., Коваленко Л.И., Черняева Л.Н., Киченко Н.В. Позитронная эмиссионная томография при раке предстательной железы // Медицинский алфавит. – 2014. – Том 1-2, № 8. – С. 24-25.
 12. Брызгунова О.Е., Лехнов Е.А., Запороженко И.А. и др. Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IX международного конгресса. М, 2017. С. 240-242.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ ОБЩЕЙ СМЕРТНОСТИ В БЕЛАРУСИ

Ю.Е. Разводовский, В.Ю. Смирнов

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Беларусь

Высокий уровень общей смертности, наряду с низкой рождаемостью, стал причиной депопуляции, отмечавшейся в Беларуси в постсоветский период. Прогнозирование уровня различных медикосоциальных параметров представляет собой актуальную научно-практическую задачу. В настоящей работе предпринята попытка найти аргументы в пользу алкогольной гипотезы колебания уровня общей смертности в Беларуси с помощью экстраполяционного прогнозирования, основанного на анализе временных серий, охватывающих период с 1960 по 2015 гг. Анализ временных серий показал, что реальный тренд уровня общей смертности мужчин после 2010 г. демонстрировал резкое снижение и значительно отличался от прогноза, полученного с помощью экстраполяции временного ряда. При этом отклонение реального тренда уровня общей смертности женщин от прогноза находится в рамках доверительного интервала. Результаты настоящего исследования подтверждают гипотезу, согласно которой изменения в уровне доступности алкоголя были ключевой детерминантой колебаний уровня общей смертности в Беларуси на протяжении последних десятилетий. Наиболее четким эффектом мероприятий по ограничению доступности алкоголя на уровень смертности был в период антиалкогольной кампании 1985-1988 гг., а также в период с 2011 по 2015 гг., когда были резко повышены акцизы на алкоголь, что привело к реальному снижению уровня его потребления.

Ключевые слова: временные серии, прогноз, общая смертность, Беларусь

Уровень общей смертности является интегральным показателем состояния здоровья населения и, кроме того, может отражать спектр медицинских проблем, вызванных злоупотреблением алкоголем [1]. Высокий уровень общей смертности, наряду с низкой рождаемостью, стал при-

чиной депопуляции, отмечавшейся в Беларуси в постсоветский период [2]. Имеются основания полагать, что злоупотребление алкоголем является главным фактором высокого уровня общей смертности в Беларуси [3, 4]. Данная гипотеза основана на тесной корреляции между динамикой уровня потребления алкоголя и уровня общей смертности на протяжении последних десятилетий [5-7].

Прогнозирование уровня различных медикосоциальных параметров представляет собой актуальную научно-практическую задачу. Одним из перспективных методов прогнозирования является анализ временных рядов, который в настоящее время часто используется с целью экстраполяционного прогнозирования [8, 9].

Цель исследования. В настоящей работе предпринята попытка найти дополнительные аргументы в пользу алкогольной гипотезы колебания уровня общей смертности в Беларуси с помощью экстраполяционного прогнозирования, основанного на анализе временных серий.

Материал и методы.

В настоящее время существует множество методик прогнозирования: статистические методы, методы на основе машинного обучения и прецедентов, методы на базе фильтрации и математическое моделирование [8]. Большинство методов прогнозирования уровня смертности являются экстраполяционными и основаны на использовании выявленных закономерностей поведения временного ряда [10].

Часто возникает потребность учета воздействия внешнего события (интервенции) на прогноз поведения временного ряда. Различают следующие три типа воздействий: 1) устойчивое скачкообразное, 2) устойчивое постепенное, 3) скачкообразное временное. При скачкообразном устойчивом воздействии общее среднее ряда просто сдвигается после интервенции. Постоянное устойчивое воздействие приводит к постепенному устойчивому увеличению или уменьшению значений ряда после интервенции. Скачкообразное временное воздействие приводит к тому, что в течение интервенции в ряде наблюдается резкий отрицательный или положительный скачок значений, который постепенно уменьшается и не приводит к устойчивому изменению среднего ряда. Такой учет внешних воздействий реализуется в методе прерванных временных рядов АР-ПСС (авторегрессия и проинтегрированное скользящее среднее) [10].

В настоящей работе был использован метод АРПСС с целью прогнозирования динамики уровня общей смертности в Беларуси на основании анализа закономерностей поведения времен-

ного ряда с 1960 по 2015 гг. Уровень общей смертности представлен согласно данным Национального статистического комитета Беларуси в расчете на 1000 населения. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного пакета "Statistica 12. StatSoft" в модуле "Анализ временных рядов".

Результаты исследования. Динамика уровня общей смертности мужчин и женщин в Беларуси в рассматриваемый период продемонстрировала практически линейный рост вплоть до 2003 г., после чего отмечалась тенденция к снижению уровня данного показателя. На фоне линейного роста уровень общей смертности несколько снизился в начале 1980-х гг., а затем существенно снизился в середине 1980-х гг. На протяжении последних пяти лет рассматриваемого периода темпы снижения уровня смертности мужчин опережали темпы снижения уровня смертности женщин.

Поскольку изучаемые временные ряды имеют выраженный тренд, для приведения их к стационарному виду, была использована процедура дифференцирования. Анализ остатков после взятия разности первого порядка по первому лагу тренда смертности мужчин показал наличие выбросов в 1986, 1993 и 2000-2002 и 2007 гг. В этой ситуации может быть оправдано использование АРПСС с интервенциями. Для прерванной АРПСС (1,1,1) наилучшая модель получена при выборе скачкообразных временных (ТС) интервенций в 1986, 2000, 2002 и 2007 гг. и скачкообразной устойчивой (LS) – в 1993 г. Из табл. 1 видно,

что рассчитанные параметры модели являются высоко достоверными.

Таблица 1

Итоговая таблица прерванной АРПСС общей смертности мужчин: модель (1,1,1), MS Остаток = 0,651; L = 0,8; AIC = 14,4; AICc = 17,8; BIC = 29,9

Интервенции:

№	Тип	Номер набл.	Год	Коэф.
1	ТС	27	1986	-1,16
2	LS	34	1993	0,99
3	ТС	41	2000	-0,95
4	ТС	43	2002	0,759
5	ТС	48	2007	-0,701

Тест параметров:

	Оценка	SE	z	P(> z)
AR	0,944	0,0575	16,4	<2,2·10 ⁻¹⁶
MA	-0,758	0,135	-5,63	1,81·10 ⁻⁸
TC27	-1,16	0,207	-5,63	1,764·10 ⁻⁸
LS34	0,99	0,233	4,25	2,147·10 ⁻⁵
TC41	-0,951	0,211	-4,5	6,928·10 ⁻⁶
TC43	0,759	0,207	3,66	0,000254
TC48	-0,701	0,204	-3,44	0,000573

На рис. 1 представлен прогноз общей смертности мужчин в период 2011-2022 гг., выполненный на основании полученной модели. Видно, что реальный тренд уровня общей смертности мужчин в период 2011-2015 гг. значительно отличался от прогнозируемого, выходя за рамки 90% доверительной области.

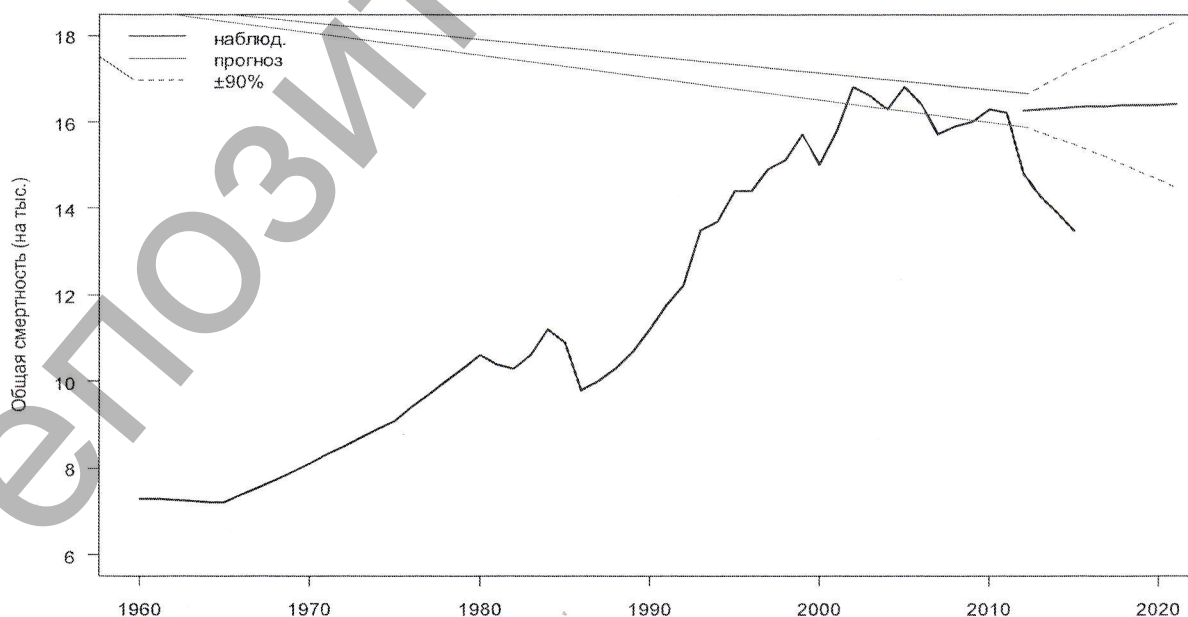


Рис. 1. Прогноз общей смертности мужчин по результатам прерванной АРПСС.

Анализ графика остатков после взятия разности первого порядка тренда уровня общей смертности женщин показал наличие выбросов в 1981, 1986, 1990, 1993, 2000 и 2002 гг. Наиболее оптимальная модель была получена при выборе скачкообразных устойчивых (LS) интервенций в 1990 г. и 1993 гг. и скачкообразных временных (TC) интервенций – в 1981, 1986, 2000 и 2001 гг.

В табл. 2 показаны результаты оценки параметров модели. Видно, что все рассчитанные параметры являются высокодостоверными. Анализ остатков показал нормальность их распределения, что обеспечивает стационарность расчетной модели временного ряда.

На рис. 2 представлен прогноз общей смертности женщин в период 2011-2022 гг., выполненный на основании данной модели. Как видно, реальный тренд уровня общей смертности в период 2011-2015 гг. входит в рамки 90% доверительной области.

Обсуждение. Роль алкогольного фактора в колебаниях уровня общей смертности в Беларуси на протяжении последних десятилетий считается доказанной [2-7]. Не вызывает сомнения тот факт, что существенное снижение уровня общей смертности в середине 1980-х годов прошлого века было обусловлено снижением уровня алкогольной смертности вследствие ограничения доступности алкоголя в период антиалкогольной кампании [7]. Алкогольный фактор сыграл ключевую роль в резком росте уровня общей смертности в первой половине 1990-х годов прошлого века [4].

Таблица 2

Итоговая таблица прерванной АРПСС общей смертности женщин: модель (1,1,0), MS Остаток = 0,043; L = 12,2; AIC = -8,4; AICc = 5,27; BIC = 7,66

интервенции:

№	Тип	Номер набл.	Год	Коэф.
1	TC	22	1981	-3,74
2	TC	27	1986	-5,96
3	LS	31	1990	3,39
4	LS	34	1993	5,58
5	TC	41	2000	-5,15
6	TC	43	2002	3,37

тест параметров:

	Оценка	SE	z	P(> z)
AR	0,430	0,125	3,44	0,000591
TC22	-0,583	0,156	-3,74	0,000181
TC27	-0,937	0,157	-5,96	$2,55 \cdot 10^{-9}$
LS31	0,603	0,178	3,39	0,000693
LS34	0,992	0,178	5,58	$2,45 \cdot 10^{-8}$
TC41	-0,828	0,161	-5,15	$2,57 \cdot 10^{-7}$
TC43	0,524	0,156	3,37	0,00076

Анализ временных серий показал, что реальный тренд уровня общей смертности мужчин после 2010 г. демонстрировал резкое снижение и значительно отличался от прогноза, полученного с помощью экстраполяции временного ряда. При этом отклонение реального тренда уровня общей смертности женщин от прогноза находится в рамках доверительного интервала.

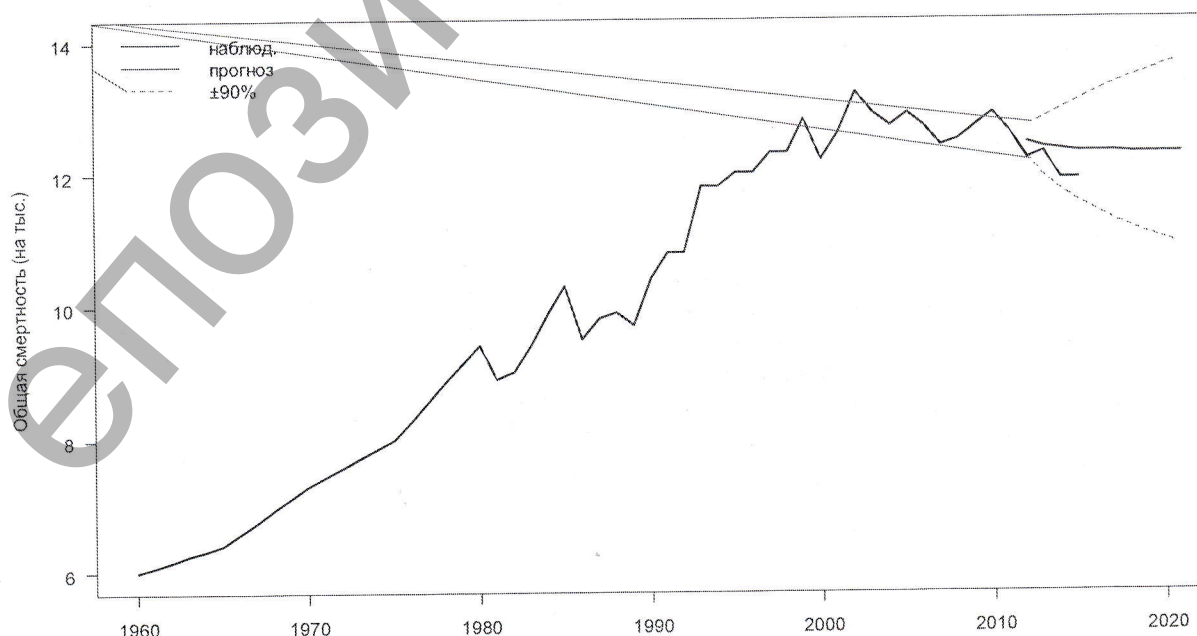


Рис. 2. Прогноз общей смертности женщин по результатам прерванной АРПСС.

Обсуждение причин гендерных различий в динамике общей смертности в последние годы не входит в задачи настоящего исследования и требует отдельного анализа. Тем не менее, учитывая то обстоятельство, что снижение уровня общей смертности в последние годы было в значительной степени обусловлено снижением уровня насильственной и связанной с алкоголем смертности [11], можно предположить вовлеченность в этот феномен алкогольного фактора.

В одном из недавних исследований было показано, что гендерный градиент уровня общей смертности в Беларуси тесно коррелирует с уровнем смертности в результате острых алкогольных отравлений [12]. Кроме того, было установлено, что существенное снижение уровня насильственной и связанной с алкоголем смертности после 2010 г. явилось следствием снижения уровня продажи алкоголя, что, в свою очередь, было обусловлено снижением уровня его экономической доступности вследствие резкого роста акцизов [11]. Вместе с тем, наличие обратной связи между уровнем доходов населения и уровнем общей смертности, а также схожий региональный паттерн уровня смертности (аналогичный тренд отмечался в соседних странах [13-16]), даёт основание полагать, что снижение уровня смертности, отмечавшаяся в Беларуси на протяжении последнего десятилетия, было в определенной степени связано с макроэкономическим ростом.

Таким образом, результаты настоящего исследования подтверждают гипотезу, согласно которой изменения в уровне доступности алкоголя были ключевой детерминантой колебаний уровня общей смертности в Беларуси на протяжении последних десятилетий. Наиболее четким эффектом мероприятий по ограничению доступности алкоголя на уровень смертности был в период антиалкогольной кампании 1985-1988 гг., а также в период с 2011 по 2015 гг., когда были резко повышены акцизы на алкоголь, что привело к реальному снижению уровня его потребления.

Литература:

- Иванова А.Е., Семенова В.Г., Гаврилова Н.С., Евдокимкина Г.П., Гаврилов Л.А. Российская смертность в 1965-2002 гг.: основные проблемы и резервы снижения // Общественное здоровье и профилактика заболеваний. – 2004. – №1. – С. 20-30.
- Razvodovsky Y.E. Alcohol related problems in Belarus // *Alcologia*. – 2000. – № 2. – P. 3-7.
- Razvodovsky Y.E. Alcohol attributable mortality in Belarus // *Alcoholism*. – 2012. – Vol. 48, № 1. – P. 13-22.
- Разводовский Ю.Е. Фракция алкогольной смертности в структуре общей смертности в Республике Беларусь // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2011. – № 4. – С.14-17.
- Разводовский Ю.Е. Продажа алкоголя и смертность городского и сельского населения Беларуси // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2009. – № 3. – С. 45-50.
- Разводовский Ю.Е. Продажа алкоголя и смертность в Беларуси: популяционный уровень связи // Здравоохранение. – 2009. – № 1. – С. 27-31.
- Norstrom T., Razvodovsky Y. Per capita alcohol consumption and alcohol-related harm in Belarus, 1970-2005 // *European Journal of Public Health*. – 2010. – Vol. 20, № 5. – P. 564-568.
- Кондратьев М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Том 5, № 5. – С. 863-882.
- Разводовский Ю.Е., Смирнов В.Ю., Зотов П.Б. Прогнозирование уровня суицидов с помощью анализа временных серий // *Суцидология*. – 2015. – Том 6, № 3. – С. 41-48.
- Booth H. Tickle L. Mortality modeling and forecasting: A review of methods ADSRI Working Paper. – 2008. – № 3.
- Разводовский Ю.Е. Алкогольная ситуация в Беларуси в контексте алкогольной политики // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2016. – № 1. – С. 35-42.
- Разводовский Ю.Е. Алкоголь и гендерный парадокс уровня общей смертности // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2017. – № 4. – С. 24-29.
- Немцов А.В., Разводовский Ю.Е. Алкогольная ситуация в России и ее отражение в кривом зеркале // *Собриология*. – 2015. – №3. – С. 70-73.
- Razvodovsky Y.E. Was the mortality decline attributable to alcohol control policy? // *Journal of Sociolomics*. – 2014. – № 3. – P. 2.
- Разводовский Ю.Е., Немцов А.В. Алкогольная составляющая снижения смертности в России после 2003 г. // Вопросы наркологии. – 2016. – № 3. – С. 63-70.
- Nemtsov A.V., Razvodovsky Y.E. Russian Alcohol Policy in False Mirror // *Alcohol and Alcoholism Advance Access published*. – 2016. – № 1-2. – P. 1-2.

FORECASTING THE LEVEL OF TOTAL MORTALITY IN BELARUS

Y.E. Razvodovsky, V.Y. Smirnov

This article tests the possibility of forecasting of total mortality rate in Belarus using the analysis of time series from 1960 to 2015. The results from time series analysis suggest that the actual trend in male mortality deviate substantially from the predicted trajectory. This study supports the hypothesis that a change in the affordability of alcohol was the key determinant of dramatic fluctuations in the total mortality rate in Belarus during the last decades. Most visible effect of measures on restriction of alcohol's availability was during antialcohol campaign 1985-1988 and following the rising of excise tax rates on alcohol between 2011 and 2015. This study highlighted the limitations associated with forecasting of fatal alcohol poisonings rate using extrapolation of time series. The increase of excise tax rates on alcohol between 2011 and 2015 appeared as an intervention which effected the trends in total mortality rate. This suggests that different kinds of social interventions hamper reliable forecasting of total mortality rate.

Key words: time series, forecasting, total mortality rate, Belarus

ДИНАМИКА КОГНИТИВНОГО СТАТУСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫРАЖЕННОСТИ СТЕНОЗА КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Л.И. Рейхерт, А.А. Кибальная, О.А. Кичерова

Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень

После проведения больным с клинически выраженной и лабораторно подтвержденной ишемической болезнью