

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PREVENTIVE MEDICINE

УДК 614.1:616.24-002.5:314.4(470+571)

ПРОГНОЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ (ЧИСЛА СЛУЧАЕВ) В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

FORECAST OF THE PULMONARY TUBERCULOSIS INCIDENCE NUMBER IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

З.Р. Махкамова¹, Н.М. Овсянникова², Т.Н. Голубова¹, И.Ю. Ткаченко³
Z.R. Makhkamova¹, N.M. Ovsyannikova², T.N. Golubova¹, I.Yu. Tkachenko³

¹⁾ ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, Российская Федерация, Республика Крым, 295006, г. Симферополь, бульвар Ленина, 5/7

²⁾ ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», Физико-технический институт, Российская Федерация, Республика Крым, 295007, г. Симферополь, проспект академика Вернадского, 4

³⁾ ГБУЗ РК «Крымский республиканский клинический центр фтизиатрии и пульмонологии», Республика Крым, Симферопольский район, село Пионерское, ул. Майская, 1а

¹⁾ Vernadsky CFU, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russian Federation, Republic of Crimea, 295006, Simferopol, 5/7, Lenin Avenue

²⁾ Vernadsky CFU, Physical-technical Institute, Russian Federation, Republic of Crimea, 295007, Simferopol, Prospekt Akademika Vernadskogo, 4

³⁾ SBME RC «Crimean Republican Clinical Center of Phthisiology and Pulmonology», Republic of Crimea, Simferopol district, Pionerskoe village, st. Mayskaya, 1a

E-mail: tn.golubova@yandex.ru

Аннотация

Медико-социальное значение туберкулеза обусловлено значительными расходами на профилактику и лечение, что требует совершенствования медицинских и общегосударственных мероприятий. Эпидемиологическая угроза ТБ обусловлена высокой долей пациентов с активной формой заболевания и преобладающим поражением органов дыхания. Для практического здравоохранения представляет интерес возможность прогнозирования эпидемиологической ситуации по туберкулезу с целью совершенствования профилактических программ, контроля и оценки их эффективности для оптимизации работы фтизиатрической службы. Цель настоящего исследования – прогноз первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в Республике Крым для анализа эпидемиологической ситуации и планирования профилактических мероприятий. Использована модель прогнозирования временных рядов ARIMA на основании данных поквартальной регистрации новых случаев туберкулеза легких в Крыму за период 2004–2016 гг. Анализ временных рядов первичной заболеваемости туберкулезом легких (число случаев) в РК по кварталам за исследуемый период выявил цикличность процесса. Рост заболеваемости сменялся снижением числа случаев, что может быть обусловлено мутациями микобактерии ТБ, меняющейся социально-экономической ситуацией и применением новых методов лечения и профилактики данной патологии. На основании анализа тенденций изменения сезонных индексов изучены составляющие: сезонный фактор, сгла-



женный тренд и экстремальные значения квартальной заболеваемости туберкулезом легких по годам. Установлена четкая сезонность процесса изменения первичной заболеваемости ТБ легких (числа случаев). Выявлен рост заболеваемости в 1-м квартале, снижение во 2-м, а в 3-м и 4-м квартале выявлена тенденция приближения к средним показателям. Математическая модель прогнозирования, проведенная двумя методами, определила общие тренды и сезонные изменения первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в Республике Крым за период 2004–2016 гг. Учитывая сезонность и цикличность процессов, полученный прогноз можно рекомендовать для оптимизации работы фтизиатрической службы и совершенствования профилактических мероприятий в периоды подъема показателей.

Abstract

The health and social importance of tuberculosis is attributable to significant prevention and treatment expenses, which require both medical and national-level interventions improvement. The TB epidemical threat is associated with a large proportion of patients with active form of disease and dominant respiratory system lesions. The forecast of the epidemiological situation on TB is of interest for practical Healthcare to improve preventive programs, monitoring and evaluating their effectiveness to optimize the work of the TB services. The purpose of the study is to forecast pulmonary TB incidence number in the Republic of Crimea for the analysis of the epidemiological situation and preventive measures planning. Based on quarterly data of new cases of pulmonary tuberculosis in the Crimea for the period 2004-2016 the ARIMA time series forecasting model was used. As a result of the time series analysis of the pulmonary TB incidence number in the Republic of Crimea by quarters for the study period a cyclic process was revealed. The incidence number increase was replacing by the cases number decrease, which may be due to mutations of TB mycobacterium, the changing socioeconomic situation and the application of new methods of treatment and prevention of the pathology. Based on the analysis of seasonal indices trends the seasonal factor, smoothed trend and extreme values of the quarterly pulmonary TB incidence number over the years were studied. A clear seasonality of the process of pulmonary TB incidence number changes has been established. The incidence number increase in the 1st quarter and incidence number decrease in the 2nd quarter were revealed, and in the 3rd and 4th quarter the tendency toward approaching the average indicators was found. The mathematical forecasting model, carried out by two methods, allowed to determine the general trends and seasonal changes in the pulmonary tuberculosis incidence number in the Republic of Crimea for the period 2004-2016. Given the seasonality and cyclicity of the processes, the forecast can be recommended to optimize TB services in Crimea and improve preventive interventions during periods of the TB incidence number increase.

Ключевые слова: туберкулез, туберкулез легких, первичная заболеваемость туберкулезом легких (число случаев), временные ряды, прогнозирование, Республика Крым.

Keywords: tuberculosis, pulmonary tuberculosis, pulmonary tuberculosis incidence number, time series, forecasting, Republic of Crimea.

Введение

В современном мире туберкулез (ТБ) не теряет медико-социальную значимость во всех странах, независимо от уровня экономического развития. Универсальность заболевания и широкое распространение возбудителя в природе обуславливают значительные экономические затраты на профилактику и лечение, требуют совершенствования не только медицинских, но и общегосударственных мероприятий.

Программа Целей устойчивого развития (SDG) на 2030 г., принятая Организацией Объединенных Наций в 2015 г., одной из целевых задач ставит положить конец глобальной эпидемии туберкулеза. Стратегия ВОЗ по борьбе с туберкулезом, утвержденная Всемирной ассамблеей здравоохранения в 2014 году, заключается в снижении смертности от туберкулеза на 90% и заболеваемости туберкулезом на 80% к 2030 году по сравнению с 2015 г. По данным экспертов ВОЗ ТБ является одной из 10 ведущих причин смерти в мире. В 2015 г. в мире туберкулезом заболело 10.4 млн человек, 1.8 млн умерли от этой болезни, и у 480 000 пациентов развился туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ-ТБ) [Global tuberculosis report 2016]. ВИЧ-ассоциированный туберкулез

стал причиной 389 тыс. летальных исходов, что составляет 22% всех смертей от туберкулеза (среди ВИЧ-отрицательных и ВИЧ-положительных лиц) [UNAIDS Fact sheet 2016].

Более 95% случаев смерти от туберкулеза происходит в странах с низким и средним уровнем дохода. Эксперты ВОЗ определили 22 страны, которые вносят наибольший «вклад» в «глобальное бремя» туберкулеза в мире, исходя из их вклада в общее число заболевших в мире. В этих странах возникает 80% всех новых случаев туберкулеза в мире. В эту группу стран входит и Россия [Deu et al., 1999; Белиловский и др., 2011a; Туберкулез. Информационный бюллетень 2016].

ТБ представляет собой невыносимое бремя болезней во всех странах Европы. В этом регионе отмечается самый высокий процент лекарственно-устойчивого туберкулеза в мире, а показатели успешности лечения самые низкие. В связи с этим необходимо срочно увеличивать инвестиции в исследования и разработку новых инструментов и подходов к борьбе с туберкулезом и МЛУ-ТБ [Skrahin, 2016].

Более 2/3 всех случаев ТБ в Европейском регионе приходится на страны постсоветского пространства, где эпидемиологическая ситуация и сегодня остается сложной. Лица трудоспособного возраста составляют более 40% больных ТБ. Кроме того, около 75% случаев заболеваний туберкулезом встречается в возрастной группе 20–49 лет [Махкамова и др., 2012].

Эпидемиология туберкулеза имеет ряд особенностей, обусловленных как инфекционным, так и социальным характером данной патологии. Эпидемическая угроза ТБ обусловлена высокой (до 60%) долей пациентов с активной формой заболевания и преобладающим поражением органов дыхания. Наиболее распространенной формой туберкулеза является туберкулез легких, который встречается почти в 90% случаев.

Эпидемическая обстановка по туберкулезу во многом зависит от уровня жизни населения. Изучение темпов изменения показателей заболеваемости туберкулезом населения России за последние 20 лет позволило определить наиболее неблагоприятные периоды течения эпидемического процесса и их причины [Шилова, 2014]. Анализ заболеваемости туберкулезом в разрезе федеральных округов России продемонстрировал определенную связь показателей с социально-экономическими факторами, прежде всего с уровнем жизни населения [Белиловский и др., 2011b]. Используя значительные ресурсы и опыт, РФ должна внести свой вклад в распространение новой стратегии ликвидации туберкулеза, которую поддерживает и проводит ВОЗ по программе Целей устойчивого развития (ЦУР) на 2016–2030 гг. как на национальном, так и на международном уровнях [Равильоне, Коробицын, 2016].

Количественные и в меньшей степени качественные изменения заболеваемости туберкулезом в России за последние десятилетия стали объектом исследования ряда отечественных ученых [Манакон, Ильин, 2013; Туберкулез в Российской Федерации, 2010; Гордина и др., 2015]. Для изучения состояния здоровья населения используются разнообразные методы статистического анализа. Например, применяемый и нами метод кластеризации территорий по уровню демографических показателей и эпидемиологической ситуации по заболеваемости позволяет выявить регионы как с благоприятной, так и с критической картиной для оптимального финансирования деятельности практического здравоохранения и повышения эффективности лечебно-профилактических мероприятий [Ovsyannikova et al., 2013; Голубова и др., 2015; Голубова и др., 2016]. Не меньший интерес для практического применения в здравоохранении представляют и методы прогнозирования показателей популяционного здоровья, в частности заболеваемости. Так, данные прогнозирования эпидемиологической ситуации по туберкулезу, особенно в неблагоприятных по этой патологии регионах России, к которым относится и Республика Крым (РК), могут быть использованы для разработки программ по профилактике и контролю туберкулеза и оценки их эффективности в регионе с целью оптимизации работы фтизиатрической службы в РК.



Для прогнозирования эпидемиологической ситуации по ТБ одним из эффективных статистических инструментов является математическое моделирование. Для предсказания случаев различных заболеваний, в том числе туберкулеза, в мире при анализе временных рядов широко используется ARIMA – интегрированная модель авторегрессии и скользящего среднего, преимуществом которой является способность учета сезонных колебаний [Жусупов и др., 2014].

Цель

Цель исследования – осуществить прогноз первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) на 2017 г. в Республике Крым на основании математического моделирования временных рядов для анализа эпидемиологической ситуации и разработки профилактических мероприятий.

Задачи исследования:

1. Провести анализ временного ряда поквартальной первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в РК за период 2004–2016 гг.
2. Сделать прогноз первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в РК на 3-й квартал 2016 г. и на 3-й квартал 2017 г.

Материалы и методы исследования

Для построения и прогнозирования модели временных рядов (ВР) были использованы данные поквартальной (с 1 квартала 2004 г. по 3 квартал 2016 г.) регистрации новых случаев туберкулеза легких в Республике Крым, представленные ГБУЗ РК «Крымский республиканский клинический центр фтизиатрии и пульмонологии». Анализ временных рядов и прогнозирование модели осуществлены в программе STATISTICA 10, модуль (Time Series/Forecasting).

Временные ряды анализировались по следующим компонентам:

- 1) тренд (Т) – плавно изменяющаяся компонента, описывающая чистое влияние долговременных факторов;
- 2) циклическая компонента (С) – плавно изменяющаяся компонента, описывающая длительные периоды относительного подъема и спада;
- 3) сезонная компонента (S) – последовательность коротких периодов подъема и спада;
- 4) случайная компонента (e) – остается после полного вычленения закономерных компонент [6].

Для анализа квартальной сезонности использовали мультипликативную модель, где ВР представляется как произведение выше перечисленных компонент $X=T*C*S*e$ [6].

Прогноз абсолютного числа случаев туберкулеза легких по кварталам 2017 г. проводился с помощью расчета квартальных сезонных индексов в подмодуле (Seasonal decomposition) и с использованием модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего АРПСС (p, d, q) (ARIMA).

Модель прогнозирования ARIMA использует исторические данные о заболеваемости. Параметры p – порядок авторегрессии; d – порядок интегрирования; q – порядок скользящего среднего выбирали в зависимости от характера автокорреляционной функции временного ряда. Для оценки сезонности и, соответственно, поквартального прогнозирования данная модель использовалась в виде АРПСС (p,d,q) (Ps,Ds,Qs), где были добавлены сезонные параметры: Ps – сезонный параметр авторегрессии, Ds – сезонная разность, Qs – сезонный параметр скользящего среднего, которые также идентифицировались на основании поведения автокорреляционных и выборочных автокорреляционных функций переменной [Жусупов и др., 2014; Hyndman, Athanasopoulos, 2017; Афанасьев, Юзбашев, 2001]. Для прогноза использовали модель АРПСС (1, 1, 1) (0, 1, 1).

Для выявления различий сезонности был проведен дисперсионный анализ.



Результаты и их обсуждение

Несмотря на то, что в Крыму за исследуемый период наблюдалась стабильная тенденция сокращения числа случаев заболевания туберкулезом, в целом эпидемиологическая ситуация в регионе остается сложной.

В постсоветский период на полуострове отмечался рост заболеваемости всеми формами туберкулеза. В 1989 г. уровень первичной заболеваемости туберкулезом составлял 28.9 случаев на 100 тыс. населения, в 1999 г. – 44.7, а в 2000 г. – 68.4 случаев на 100 тыс. населения. Наивысший пик показателя первичной заболеваемости ТБ наблюдался в 2005 г. (84.1 ‰). В рейтинговой оценке Крым занимал 4-е ранговое место среди всех регионов Украины [Махкамова и др., 2012; Присенко, Махкамова, 2012].

За период 2004–2015 гг. показатель первичной заболеваемости всеми формами ТБ в Крыму снизился на 13.2%, при этом уровень заболеваемость туберкулезом легких уменьшился только на 6.2% (табл. 1).

Таблица 1
Table. 1

Динамика уровня первичной заболеваемости туберкулезом в РК за 2004–2015 гг.
(на 100 тыс. населения)
Dynamics of the TB incidence rate in the Republic of Crimea for the period 2004–2015
(per 100,000 population)

Года	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Все формы ТБ	82.2	88.0	85.1	85.4	87.0	85.5	83.8	76.3	76.6	76.2	72.9	71.4
ТБ легких	69.3	74.5	73.7	76.1	78.3	75.2	74.6	67.7	66.7	68.2	66.7	65.0

Следует отметить волнообразный характер снижения показателей заболеваемости ТБ. Как видно из таблицы 1, если с 2004 по 2008 гг. наблюдался рост показателей, то за период с 2009 по 2015 гг. прослеживается четкая тенденция к снижению заболеваемости как всеми формами туберкулеза в целом, так и туберкулезом легких в частности.

Позитивный тренд можно связать не только с применением современных методов лечения ТБ, но и с эффективной организацией противотуберкулезной работы среди населения в регионе. В начале 90-х гг. прошлого века резко ухудшилась эпидемическая ситуация по туберкулезу в России из-за сокращения расходов на противотуберкулезные профилактические мероприятия [Корецкая, 2012]. В конце 90-х – начале 2000 гг. противотуберкулезная служба и в Крыму испытывала дефицит финансирования, что сопровождалось нехваткой необходимых лекарственных препаратов. Естественно, это негативно отразилось на эпидемиологической ситуации в регионе. Улучшение финансирования и обеспечения препаратами, активизация профилактической работы привели сначала к стабилизации, а затем и к снижению уровня заболеваемости ТБ. Явные позитивные изменения произошли после вхождения РК в состав России.

Для более точной оценки эпидемиологической ситуации по ТБ в Крыму был проведен анализ временных рядов первичной заболеваемости туберкулезом легких (число случаев) по кварталам (1 кв. 2004 – 3 кв. 2016 гг.). Изучение проводилось по 4-м компонентам: тенденция (тренд), сезонность, цикличность и случайность. Динамика поквартальной регистрации новых случаев заболевания туберкулезом за период 2004–2016 гг. представлена на рис. 1.

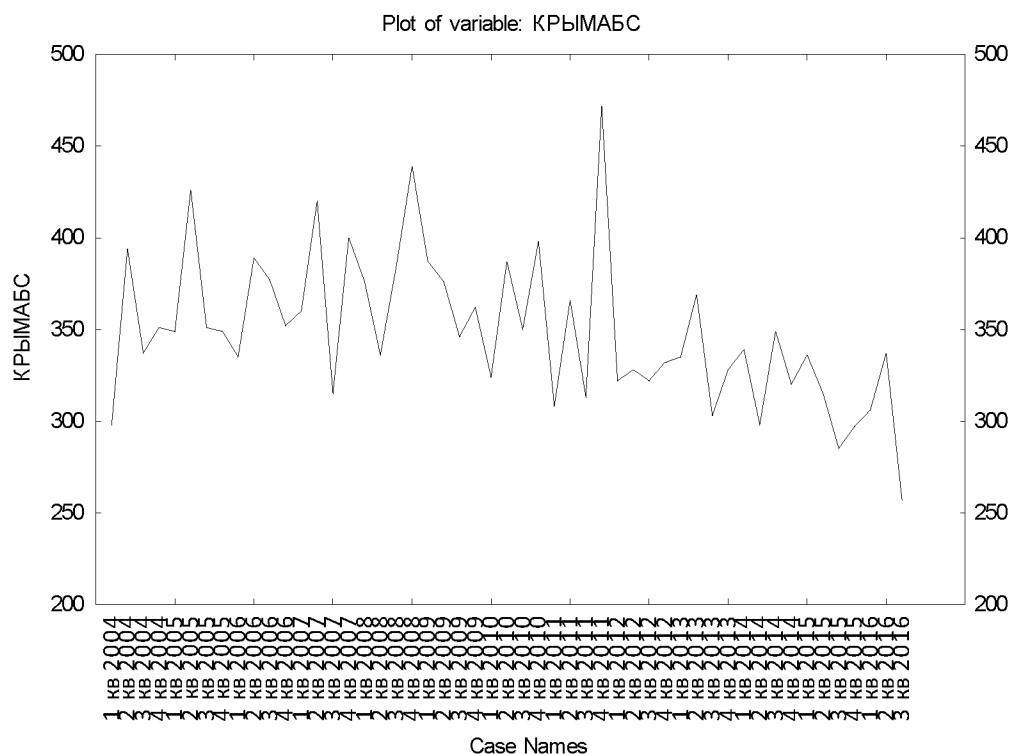


Рис. 1. Первичная заболеваемость туберкулезом легких в Крыму (число случаев в квартале) за период 1 кв. 2004 – 3 кв. 2016 гг.

Fig. 1. Lung TB incidence number in Crimea for the period 1st quarter 2004 – 3rd quarter 2016

Отмечаются значительные колебания уровня регистрируемой заболеваемости туберкулезом легких с учетом всех компонентов. Данная ситуация характерна для многих стран мира [Жусупов и др., 2014].

Используя данные первичной заболеваемости туберкулезом легких за год (абсолютное число случаев), выявлена динамика изменения заболеваемости туберкулезом легких в Крыму за исследуемый период (рис. 2).

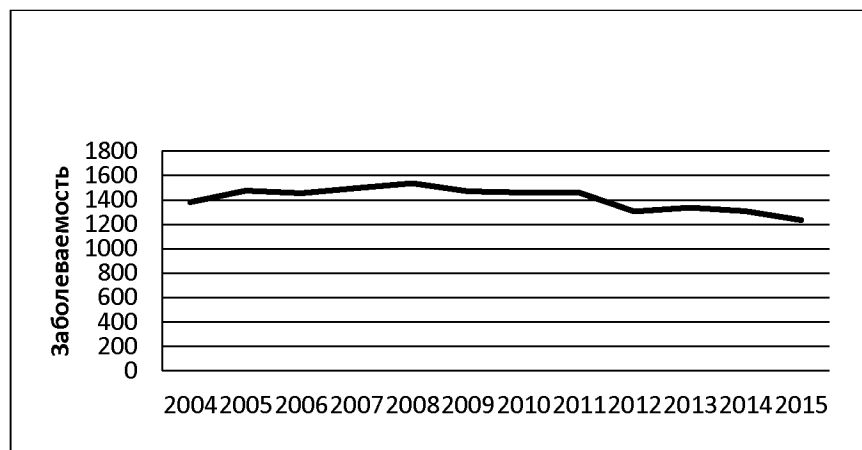


Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости ТБ легких в Крыму (число случаев) за период 2004–2015 гг.

Fig. 2. Lung TB incidence number dynamics in Crimea for the period 2004–2015

Если за период 2004–2008 гг. наблюдался рост впервые выявленных случаев ТБ легких, то в 2008–2015 гг. видна тенденция к спаду (см. рис. 2). Подобную динамику можно объяснить вероятной цикличностью заболеваемости туберкулезом легких как следствием изменения социально-экономической ситуации, оптимизации работы фтизи-

атрической службы, влияния экологических факторов, а также способности микобактерии туберкулеза к мутациям и адаптации к новым средствам химиотерапии. Однако для подтверждения данного предположения необходимо исследовать показатели заболеваемости за более продолжительный период времени.

Анализ влияния фактора сезонности выявил статистически значимые различия между средним уровнем заболеваемости по кварталам за анализируемый период времени (дисперсионный анализ, $p=0.001$) (табл. 2).

Таблица 2
Table. 2

Среднее число первичных случаев туберкулёза легких за квартал и по сезонам года
(1-й, 2-й, 3-й, 4-й кварталы)
The Mean of the lung TB incidence number for the quarter and seasonal
(1st, 2nd, 3rd and 4th quarters)

Среднее число случаев в квартале $M \pm SD$	Среднее число случаев в 1-м квартале $M \pm SD$	Среднее число случаев во 2-м квартале $M \pm SD$	Среднее число случаев в 3-м квартале $M \pm SD$	Среднее число случаев в 4-м квартале $M \pm SD$
349±41	337±62	365±67	330±61	367±62

Сравнивая квартальные данные заболеваемости, можно видеть, что максимальное число впервые зарегистрированных случаев туберкулеза легких приходилось на 2-й и 4-й кварталы (см. таб. 2, рис. 3).

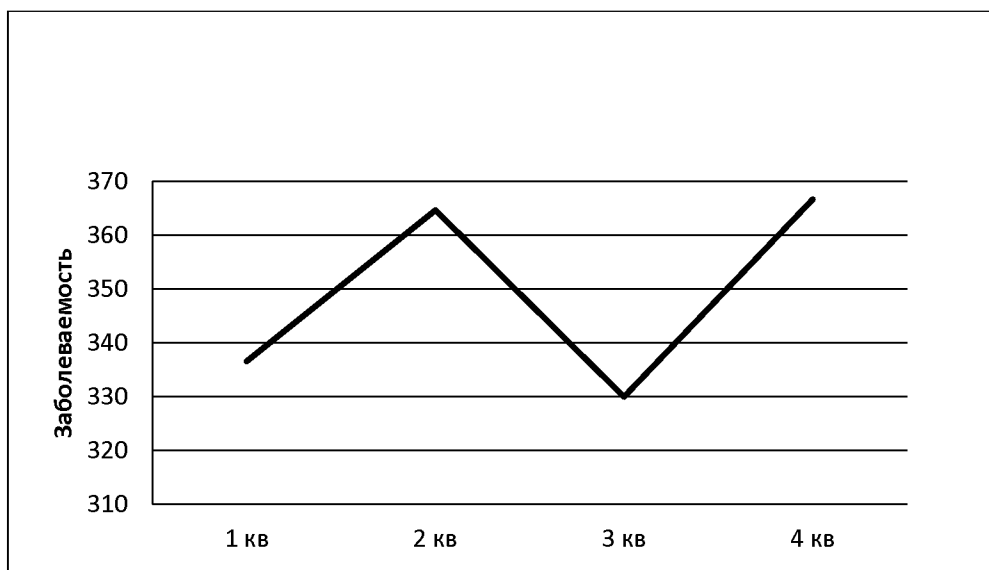


Рис. 3. Среднее значение первичной заболеваемости туберкулезом легких (число случаев за квартал) в Крыму за период 2004–2016 гг.

Fig. 3. The Mean of the lung TB incidence number in Crimea for the period 2004–2016

Модуль «Сезонная декомпозиция» (Seasonal decomposition) пакета Statistica позволил проанализировать динамику изменения сезонных индексов за анализируемый период (сезонный индекс SI – % отклонения числа случаев заболевания от среднего числа случаев за весь период (100%) по кварталам).

На основании анализа тенденций изменения сезонных индексов (среднее число случаев туберкулеза в квартале принято за 100%) были изучены следующие составляющие: сезонный фактор (кривая серого цвета), сглаженного тренда (сплошная кривая) и



экстремальных значений квартальной заболеваемости туберкулезом по годам (пунктирная кривая) (рис. 4).

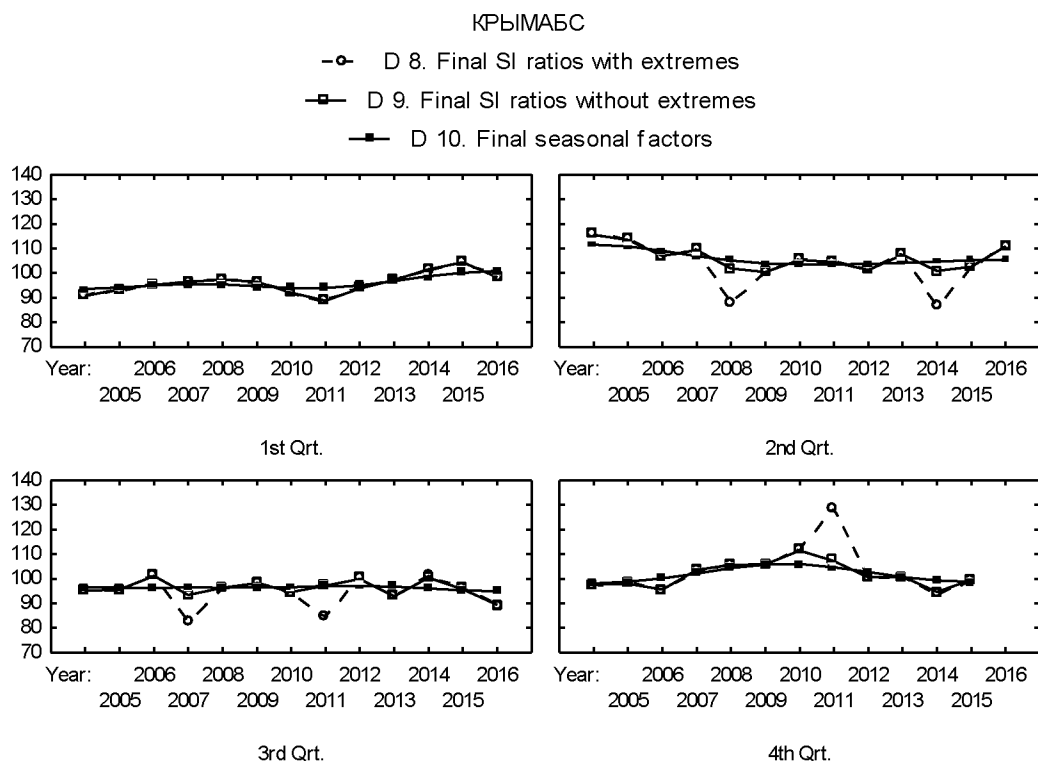


Рис. 4. Динамика изменения сезонных индексов первичной заболеваемости туберкулезом легких (число случаев) по кварталам в РК за 2004–2016 гг.

Fig. 4. Dynamics of the seasonal indices of the lung TB incidence number in the Republic of Crimea per quarter for the period 2004–2016

Таким образом, можно увидеть тенденцию небольшого увеличения заболеваемости в 1-м квартале и снижения – во 2-м. Заболеваемость в 3-м и 4-м кварталах в основном постоянна и приближается к среднему значению. В некоторые годы наблюдались экстремальные значения сезонных индексов, что требует выявления причин подобных ситуаций.

Динамика изменения сезонных индексов позволила сделать прогноз первичной заболеваемости (числа случаев) на 1 год вперед. Прогнозируется небольшое снижение заболеваемости (числа случаев) в 4-м квартале 2016 и 3-м квартале 2017 г и увеличение – в 1-м и 2-м кварталах 2017 г. в сравнении со средним значением в квартале за исследуемый период (табл. 3).

Таблица 3
Table. 3

Прогноз сезонных индексов и числа новых случаев туберкулеза легких в РК на 2016–2017 гг.
Forecast of the SI (%) and lung TB incidence number in the Republic of Crimea for the period 2016–2017

	4 кв. 2016 г.	1 кв. 2017 г.	2 кв. 2017 г.	3 кв. 2017 г.
SI, %	98.5	101.3	105.3	94.8
Число случаев	344	354	367	331

Для повышения точности прогнозирования с использованием данных о выявленном тренде была применена модель АРПСС (1,1,1) (0,1,1) (Рис. 5).

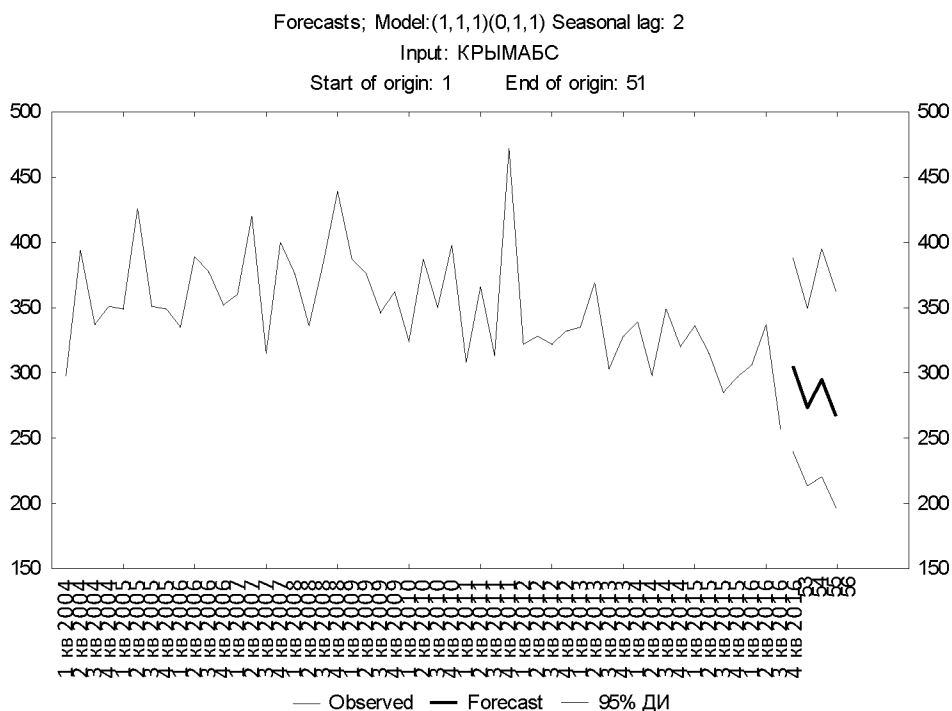


Рис. 5. Прогноз первичной заболеваемости туберкулезом легких в Крыму (число случаев за квартал) на 4 кв. 2016 – 3 кв. 2017 гг.

Fig. 5. Forecast of the lung TB incidence number in Crimea in the 4th quarter 2016 – 3rd quarter 2017

Данная модель позволяет не только определить прогноз тренда, но и определить доверительные интервалы. На данной модели видно снижение заболеваемости ТБ легких (числа случаев): высокие значения, выявленные в 4 квартале 2016 г., в последующем снижаются в 1 квартале 2017 г., затем отмечается незначительный рост во 2-м и дальнейшее снижение в 3-м квартале 2017 г. (табл. 4).

Таблица 4
Table. 4

Прогноз числа случаев туберкулеза легких в РК на 2016-2017 гг.
Forecast of the lung TB incidence number in 2016-2017

Кварталы	4 кв. 2016	1 кв. 2017	2 кв. 2017	3 кв. 2017
Число случаев	304	272	294	266
	95% ДИ (239;387)	95% ДИ (212;349)	95% ДИ (219;394)	95% ДИ (196;361)

Прогноз заболеваемости ТБ учитывает как сезонность, так и общий тренд снижения количества новых случаев. Вместе с тем обращает внимание большая величина размаха оценок (95% ДИ). Для повышения точности прогнозирования необходимо делать прогноз для каждого региона Крыма в отдельности. Временные ряды по районам могут отличаться, поэтому можно использовать разные модели АРПСС. Уточненный вариант прогноза может представлять собой обобщение региональных моделей [Жусупов и др., 2014]. При этом можно предположить, что его дисперсия будет ниже, чем у модели, построенной только на основе данных по всему Крыму.

Интерес представляет расчет ошибки прогноза для оценки адекватности применения использованных моделей. Для этого необходимо при дальнейших исследованиях сравнивать реальные данные с прогнозными расчетами.



Выводы

1. Заболеваемость ТБ в целом и туберкулезом легких в частности в Республике Крым имеет четкую тенденцию к снижению. При этом снижение заболеваемости туберкулезом легких имеет волнообразный характер и не имеет выраженного тренда. Выявленный позитивный тренд можно связать не только с улучшением социально-экономической ситуации по сравнению с 90-ми и началом 2000-х, но и с оптимизацией работы фтизиатрической службы за последние годы, особенно после 2014 г.

2. Анализ временных рядов показателей первичной заболеваемости туберкулезом легких (число случаев) по кварталам (1 кв. 2004 – 3 кв. 2016 гг.) выявил цикличность процесса. Пик подъема сменяется снижением числа случаев, что может быть обусловлено как мутациями микобактерии ТБ, так и меняющейся социально-экономической ситуацией: применение новых методов лечения и профилактики данной патологии вероятно и определяют данную цикличность. Для проверки данной гипотезы необходимо изучить данные по заболеваемости ТБ за более длительные периоды времени (примерно 50–100 лет).

3. Определена четкая сезонность процесса изменения первичной заболеваемости ТБ легких (числа случаев). Выявлен рост заболеваемости в 1-м квартале, снижение во 2-м, а в 3-м и 4-м квартале выявлена тенденция приближения к средним показателям.

4. Математическая модель прогнозирования, проведенная двумя методами, определила общие тренды и сезонные изменения первичной заболеваемости туберкулезом легких (числа случаев) в Республике Крым. Учитывая сезонность и цикличность процессов, полученный прогноз можно использовать для оптимизации фтизиатрической службы и рекомендовать быть особо настороженными в выявлении случаев ТБ и проведении профилактических мероприятий в период подъема показателей, т. е. в 3-й и 4-й кварталы года.

Список литературы

References

1. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. 2001. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: Финансы и статистика, 228.

Afanas'ev V.N., Yuzbashev M.M. 2001. Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye [Time series analysis and forecasting]. M.: Finansy i statistika, 228. (in Russian)

2. Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Скачкова Е.И., Сон И.М., Галкин В.Б., Данилова И.Д., Пашкевич Д.Д. 2011. Сравнение заболеваемости туберкулезом в мире, европейском регионе ВОЗ и в Российской Федерации. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2011/0491/analit01.php> (15 марта 2017).

Belilovsky E.M., Borisov S.E., Skachkova E.I., Son I.M., Galkin V.B., Danilova I.D., Pashkevich D.D. 2011. Sravneniye zaboлеваemosti tuberkulezom v mire, Evropejskom regione VOZ i v Rossijskoj Federacii [Comparison of the tuberculosis incidence in the world, WHO European Region and in the Russian Federation]. Available at: <http://demoscope.ru/weekly/2011/0491/analit01.php> (accessed 15 March 2017). (in Russian)

3. Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Скачкова Е.И., Сон И.М., Галкин В.Б., Данилова И.Д., Пашкевич Д.Д. 2011. Регистрируемая заболеваемость туберкулезом в федеральных округах и субъектах Российской Федерации. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2011/0491/analit02.php> (17 марта 2017).

Belilovsky E.M., S.E. Borisov S.E., Skachkova E.I., Son I.M., Galkin V.B., Danilova I.D., Pashkevich D.D. 2011. Registriruemaya zaboлеваemost' tuberkulezom v federal'nykh okrugakh i sub"ektakh Rossiyskoj Federatsii [Reportable tuberculosis incidence in the federal districts and subjects of the Russian Federation]. Available at: <http://demoscope.ru/weekly/2011/0491/analit02.php> (accessed 17 March 2017). (in Russian)

4. ВОЗ. Туберкулез. Информационный бюллетень Октябрь 2016. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/ru/> (22 февраля 2017).

ВОЗ. Tuberkulez. Informacionnyj byulleten' Oktyabr' 2016 [WHO] Tuberculosis. Fact sheet Reviewed October 2016]. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/ru/> (accessed 22 February 2017). (in Russian)

5. Голубова Т.Н., Овсянникова Н.М., Махкамова З.Р. 2015. Использование кластерного анализа для классификации районов Республики Крым по уровню смертности. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 32; 22 (219): 98–103.



Golubova T.N., Ovsyannikova N.M., Makhkamova Z.R. 2015. Ispol'zovanie klasternogo analiza dlya klassifikatsii rayonov Respubliki Krym po urovnyu smertnosti [Using cluster analysis for the classification of the Republic of Crimea territories on mortality rate]. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya. 32; 22 (219): 98–103. (in Russian)

6. Голубова Т.Н., Махкамова З.Р., Овсянникова Н.М. 2016. Кластерный анализ рождаемости и смертности населения в Республике Крым. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 34;12(233): 88–94.

Golubova T.N., Makhkamova Z.R., Ovsyannikova N.M. 2016. Klasternyy analiz rozhdaemosti i smertnosti naseleniya v Respublike Krym [Cluster analysis of the birth and death rates of the population in the Republic of Crimea]. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya. 34; 12(233): 88–94. (in Russian)

7. Гордина А.В., Зайченко Н.М., Кучерявая Д.А., Марьяна Н.С., Нечаева О.Б., Сон И.М., Стерликов С.А., Одинцов В.Е., Чебагина Т.Ю. 2015. Ресурсы и деятельность противотуберкулезных организаций Российской Федерации в 2013–2014 гг. (статистические материалы). М.: РИО ЦНИИОИЗ, 140. URL: http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/tb_resursy_2013-2014.pdf (17 марта 2017).

Gordina A.V., Zaychenko N.M., Kucheryavaya D.A., Mar'ina N.S., Nechaeva O.B., Son I.M., Sterlikov S.A., Odintsov V.E., Chebagina T.Yu. 2015. Resursy i deyatelnost' protivotuberkuleznykh organizatsiy Rossiyskoy Federatsii v 2013-2014 gg [Resources and activity of anti-TB institutions of the Russian Federation in 2013-2014]. (statisticheskie materialy). M.: RIO TsNIIOIZ, 140. Available at: http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/tb_resursy_2013-2014.pdf (accessed 17 March 2017). (in Russian)

8. Жусупов Б.С., Абилдаев Т.Ш., Исаева Р.Б., Терликбаева А.М., Даришева М.А., Гуляев П.И., Берикова Э.А., Аленова А.Х., Исмаилова А.Т. 2014. Прогнозирование заболеваемости туберкулезом в Республике Казахстан: Методические рекомендации. Алматы, 21.

Zhusupov B.S., Abildaev T.Sh., Isaeva R.B., Terlikbaeva A.M., Darisheva M.A., Gulyaev P.I., Berikova E.A., Alenova A.Kh., Ismailova A.T. 2014. Prognozirovaniye zaboлеваemosti tuberkulezom v Respublike Kazakhstan: Metodicheskie rekomendatsii [Forecasting of the tuberculosis incidence in the Republic of Kazakhstan: Methodological recommendations]. Almaty, 21.

9. Корецкая Н.М. 2013. Качественные изменения заболеваемости туберкулезом органов дыхания в Красноярском крае за период 1999 по 2012 гг. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 49: 33–36.

Koretskaya N.M. 2013. Kachestvennyye izmeneniya zaboлеваemosti tuberkulezom organov dykhaniya v Krasnoyarskom krae za period 1999 po 2012 gg [Qualitative changes of pulmonary tuberculosis morbidity in the Krasnoyarsk region from 1999 till 2012]. Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya. 49:33–36. (in Russian)

10. Манаков Л.Г., Ильин В.В. 2013. Мониторинг заболеваемости туберкулезом и неспецифическими заболеваниями легких в Амурской области. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 48: 8–15

Manakov L.G., Il'in V.V. 2013. Monitoring zaboлеваemosti tuberkulezom i nespetsificheskimi zabolevaniyami legkikh v Amurskoy oblasti [Monitoring of tuberculosis and non-specific diseases morbidity in the Amur region]. Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya. 48: 8–15. (in Russian)

11. Махкамова З.Р., Голубова Т.Н., Ткаченко И.Ю., Маматенко Л.Д. 2012. Эпидемиологическая ситуация по туберкулезу в АР Крым. Научная дискуссия: вопросы медицины. 3: 62–66.

Makhkamova Z.R., Golubova T.N., Tkachenko I.Yu., Mamatenko L.D. 2012. Epidemiologicheskaya situatsiya po tuberkulezu v AR Krym [Epidemiological situation in the respect of tuberculosis in Autonomous Republic of Crimea]. Nauchnaya diskussiya: voprosy mediciny. 3: 62–66. (in Russian)

12. Присенко В.Г., Махкамова З.Р. 2012. Комплексная оценка заболеваемости населения Крыма с позиции оперативного управления. Таврический медико-биологический вестник. 3–4: 185–187.

Prisenko V.G., Makhkamova Z.R. 2012. Kompleksnaya otsenka zaboлеваemosti naseleniya Kryma s pozitsii operativnogo upravleniya [Integrated assessment of the Crimean population incidence from the position of operational management]. Tavricheskiy mediko-biologicheskiy vestnik. 3–4: 185–187. (in Russian)

13. Равильоне М.К., Коробицын А.А. 2016. Ликвидация туберкулеза – новая стратегия ВОЗ в эру целей устойчивого развития, вклад Российской Федерации. Туберкулез и болезни лёгких. 94(11): 7–15. DOI: 10.21292/2075-1230-2016-94-11-7-15



Ravil'one M.K., Korobitsyn A.A. 2016. Likvidatsiya tuberkuleza – novaya strategiya VOZ v eru tseley ustoychivogo razvitiya, vklad Rossiyskoy Federatsii [Elimination of tuberculosis is a new WHO strategy in the era of sustainable development, the contribution of the Russian Federation]. *Tuberkulez i bolezni legkikh*. 94(11): 7–15. DOI: 10.21292/2075-1230-2016-94-11-7-15

14. Туберкулез в Российской Федерации 2010. 2011. Аналитический обзор статистических показателей, используемых в Российской Федерации. М., 280. URL: <http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/tbreview2010.pdf> (17 марта 2017).

Tuberkulez v Rossiyskoy Federatsii 2010 [Tuberculosis in Russian Federation 2010]. 2011. Analiticheskiy obzor statisticheskikh pokazateley, ispol'zuemykh v Rossiyskoy Federatsii. М., 280. Available at: <http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/tbreview2010.pdf> (accessed 17 March 2017).

15. Шилова М.В. 2014. Взгляд на эпидемическую ситуацию с туберкулезом в Российской Федерации (в современных социально-экономических условиях). *Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики*. 4 (1):34-41. URL: <http://www.rejr.ru/archiv.html> (17 марта 2017).

Shilova M.V. 2014. Vzgl'yad na epidemicheskuyu situatsiyu s tuberkulezom v Rossiyskoy Federatsii (v sovremennykh sotsial'no-ekonomicheskikh usloviyakh) [The epidemiological situation of tuberculosis in the Russian Federation (in the current socioeconomic conditions)]. *Rossiyskiy Elektronnyy Zhurnal Luchevoy Diagnostiki*. 4 (1): 34–41. Available at: <http://www.rejr.ru/archiv.html> (accessed 17 March 2017). (in Russian)

16. Dye C, Scheele S, Dolin P, Pathania V, Raviglione MC.. Consensus statement. Global burden of tuberculosis: estimated incidence, prevalence, and mortality by country. WHO Global Surveillance and Monitoring Project. *JAMA* 1999; 282: 677–86. 10.1001/jama.282.7.677

17. Ovsyannikova N.M., Makhkamova Z.R., Golubova T.N. 2013. Statistical analysis of territorial differentiation of morbidity in the autonomous republic of Crimea. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 3 (1–2): 28–3

18. Rob J Hyndman, George Athanasopoulos. 2017. Forecasting: principles and practice. OTexts. Available at: <https://www.otexts.org/book/fpp> (accessed 17 March 2017).

19. Skrahin A. 2016. 7th Union Europe Conference on Lung Health, 22–24 June 2016, Bratislava (Slovakia): a delegate report. 6(4): 338–341. doi: 10.21037/qims.2016.08.03

20. UNAIDS Fact sheet, 2016. Available at: <http://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet> (accessed 18 March 2017).

21. WHO. Global tuberculosis report 2016. Available at: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250441/1/9789241565394-eng.pdf> (accessed 17 March 2017)