

ством решения вопросов образования, снабжение рынка труда «качественной» рабочей силой, и перспектива обеспеченного будущего станет более вероятной.

### **Библиографический список**

1. *Бендиков М.А.* Интеллектуальный капитал развивающейся фирмы: проблемы идентификации измерения / М.А. Бендиков, Е.В. Джамай. – М.: Дрофа, 2004.
2. Бедность и социальная панорама НКР 2016. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://stat-nkr.am/files/publications/2016/Axqat2015.pdf>
3. Нагорный Карабах в цифрах, Степанакерт 2016. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://stat-nkr.am/files/publications/2016/LXH\\_tverov\\_2016.pdf](http://stat-nkr.am/files/publications/2016/LXH_tverov_2016.pdf)
4. Социально-экономическое положение НКР в январе-сентябре 2016 года. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://stat-nkr.am/files/publications/2015/doklad\\_2015\\_hunvar\\_dektember/5\\_socialakan.pdf](http://stat-nkr.am/files/publications/2015/doklad_2015_hunvar_dektember/5_socialakan.pdf)
5. *Арустамян В.* Вестник Университета Месроп Маштоц, § Основные причины занятости молодежи в современных условиях / В. Арустамян, М. Еганян. – Ереван, Лимуш, 2015.

## **МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ПЕДИАТРИИ В РЕСПУБЛИКЕ АРЦАХ**

***И.В. Арутюнян**, канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
Университет Месроп Мааштоц (г. Степанакерт)*

***К.Г. Арутюнян**,  
Фонд «Шушинский технологический университет»*

***Аннотация.** Проанализированы математические методы прогнозирования заболеваемости детей в Республике Арцах и показаны возможности практического применения полученных моделей. Рассмотрены традиционные методы анализа временных рядов – модели регрессии и авторегрессии. Определены основные направления развития математических моделей распространения заболевания: детерминированные и стохастические.*

***Ключевые слова:** прогнозирование в педиатрии, модели регрессии, заболевания нервной, эндокринной, кровообращения и систем кроветворения, временные ряды, автокорреляция, экспоненциальное сглаживание.*

# MATHEMATICAL METHODS OF FORECASTING IN PEDIATRICS IN THE REPUBLIC OF ARTSAKH

**I.V. Arutyunyan,**

*Mesrop Mashtots University (Stepanakert)*

**K.H. Harutyunyan,**

*Foundation «Shushi University of Technology»*

**Annotation.** *In this article, mathematical methods for predicting the incidence of children in the Republic of Artsakh are considered, and the possibilities of practical application of the models obtained are indicated. Traditional methods of time series analysis are considered – regression and autoregressive models. The main directions of the development of mathematical models of the spread of the disease are determined: deterministic and stochastic.*

**Key words:** *forecasting in pediatrics, regression models, diseases of the nervous, endocrine, blood circulation and hematopoiesis systems, time series, autocorrelation, exponential smoothing.*

Методы прогнозирования заболеваемости активно развиваются с начала XX в. В последние годы число работ по этой теме быстро растет из-за развертывания систем эпиднадзора и появления большого количества статистических данных, доступных для анализа. Диагностические прогнозы выполняются для разных терминов и в зависимости от них служат различным целям. При принятии решений мы можем прогнозировать на год вперед или больше.

В таблице и на рис. 1 показано количество заболеваний в Республике Арцах у детей от 0 до 17 лет в 1998-2016 гг.: эндокринная система и обменные процессы, нервная система, кровеносная система и гемопоэз.

## Заболевания в Республике Арцах у детей от 0 до 17 лет

Год	Заболевания эндокринной системы и заболевания обменных процессов	Заболевания нервной системы	Заболевания системы кровообращения	Заболевания кроветворной системы
1998	52,00	284,00	80,00	128,00
1999	70,00	165,00	81,00	91,00
2000	59,00	225,00	124,00	45,00
2001	38,00	160,00	87,00	146,00

Окончание таблицы

2002	45,00	210,00	49,00	133,00
2003	32,00	230,00	35,00	157,00
2004	58,00	265,00	37,00	167,00
2005	54,00	165,00	65,00	150,00
2006	108,00	175,00	45,00	196,00
2007	102,00	459,00	31,00	122,00
2008	97,00	589,00	67,00	198,00
2009	348,00	881,00	251,00	171,00
2010	453,00	600,00	127,00	123,00
2011	160,00	122,00	154,00	214,00
2012	173,00	82,00	57,00	214,00
2013	209,00	118,00	157,00	260,00
2014	237,00	117,00	107,00	177,00
2015	365,00	135,00	142,00	169,00
2016	363,00	103,00	188,00	340,00

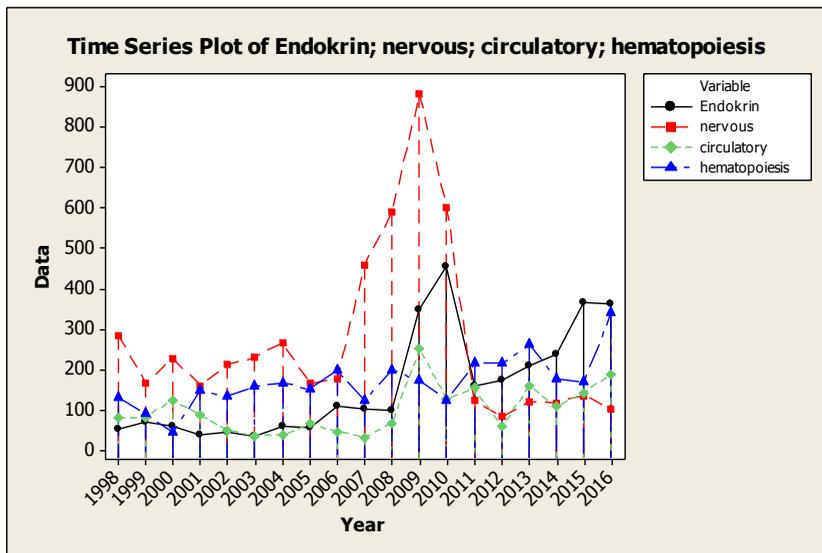


Рис. 1. Временные ряды показателей

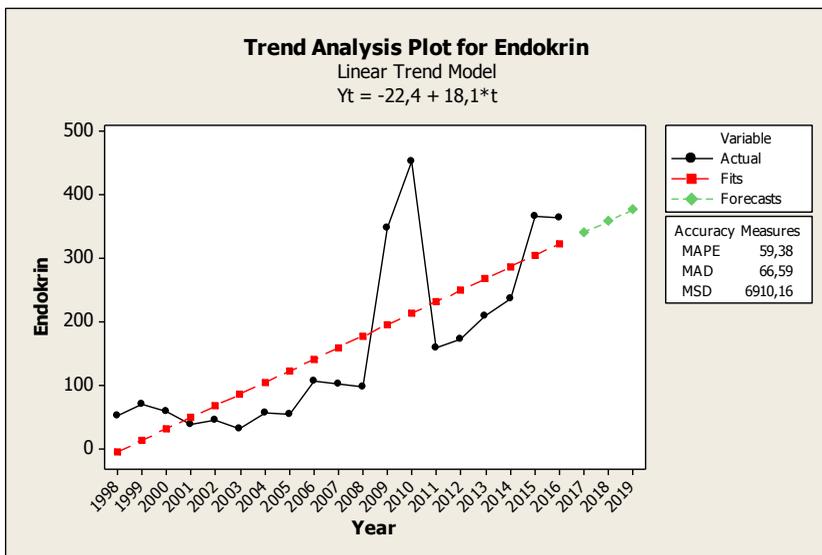


Рис. 2. Выделение линейного тренда для эндокринных заболеваний

### Trend Analysis for Endokrin

Data Endokrin

Length 19

NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = -22,4 + 18,1*t$$

Accuracy Measures

MAPE 59,38

MAD 66,59

MSD 6910,16

Forecasts

Period Forecast

2017 340,596

2018 358,746

2019 376,895

Регрессионный анализ является наиболее популярным методом прогнозирования заболеваемости. Задача регрессии состоит в том, чтобы найти оценки неизвестных параметров и разработать адекватные модели.

Этот анализ является базовым подходом к прогнозированию временных рядов любого характера, который легко реализуется с помощью любой специализированной прикладной программы математической статистики (Statistica, SPSS, Minitab и т.д.). При достаточно большой ширине скользящего окна можно рассчитать среднесрочные оценки заболеваемости, но достижение их высокой точности проблематично.

Использование регрессии предполагает, что остатки модели (ошибки в соответствии с наблюдениями модели) являются независимыми случайными величинами, имеющими тот же закон распределения с нулевым ожиданием и постоянной дисперсией.

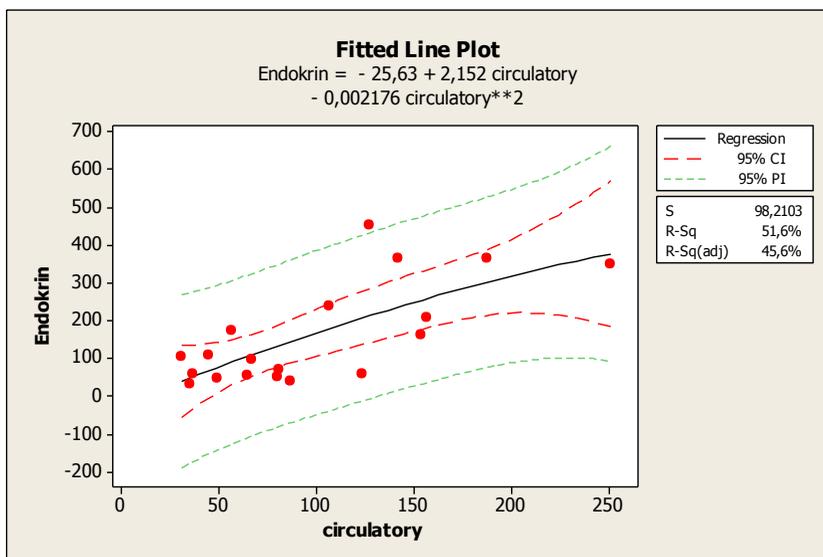


Рис. 3. Подгонка полиномиальной модели

### Polynomial Regression Analysis: Endokrin versus circulatory

The regression equation is

$$\text{Endokrin} = -25,63 + 2,152 \text{ circulatory} - 0,002176 \text{ circulatory}^{**2}$$

S = 98,2103 R-Sq = 51,6% R-Sq(adj) = 45,6%

Analysis of Variance

Source DF SS MS F P  
 Regression 2 164722 82360,8 8,54 0,003  
 Error 16 154324 9645,3  
 Total 18 319046  
 Sequential Analysis of Variance  
 Source DF SS F P  
 Linear 1 163313 17,83 0,001  
 Quadratic 1 1409 0,15 0,707

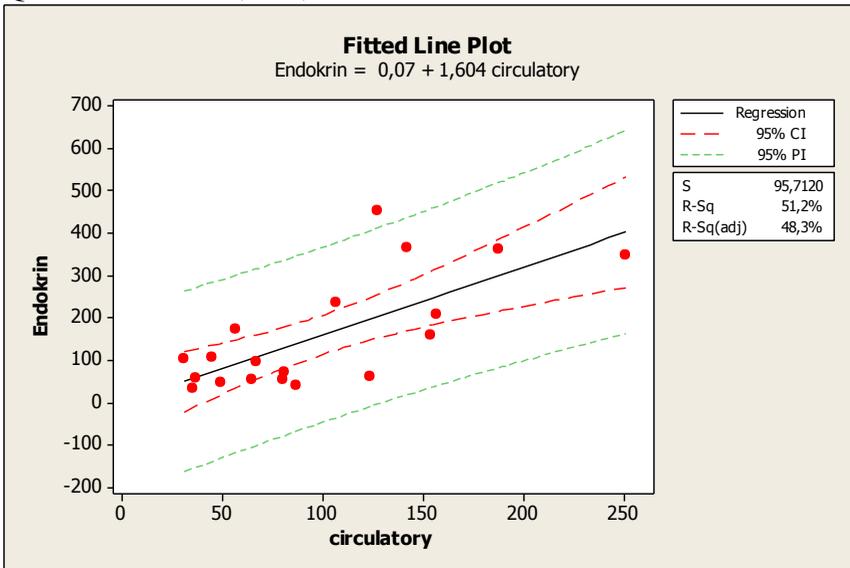


Рис. 4. Подгонка линейной модели

**Regression Analysis: Endokrin versus circulatory**

The regression equation is

$Endokrin = 0,07 + 1,604 circulatory$

$S = 95,7120$   $R-Sq = 51,2\%$   $R-Sq(adj) = 48,3\%$

Analysis of Variance

Source DF SS MS F P

Regression 1 163313 163313 17,83 0,001

Error 17 155733 9161

Total 18 319046

Общей проблемой является наличие значительной автокорреляции, которая обычно указывает на то, что модель может быть дополнена, а прогноз уточнен, например, с использованием моделей авторегрессии.

Чаще всего авторегрессионные модели используются в методологии Box и Jenkins [2], где измерения временных рядов представлены в виде

$$y_t = \mu + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}.$$

Здесь «уровень» случайного процесса (константа, подлежащая определению) является неизвестным параметром, а также случайным импульсом модельных остатков (распределенных нормально с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией), который оценивается по наблюдениям.

Экспоненциальное сглаживание является частным случаем взвешенной скользящей средней. При экспоненциальном сглаживании уровень заболеваемости  $y_t$  в момент времени  $t$  описывается взвешенной суммой последних наблюдений. Здесь  $\alpha$  – коэффициент сглаживания ( $0 < \alpha < 1$ ), который обеспечивает снижение веса по мере возрастания данных. Прогноз вычисляется как сглаженное значение.

В некоторых случаях для прогнозирования заболеваемости используется простое экспоненциальное сглаживание [3], но оно не подходит для рангов, в чьем поведении наблюдается определенная тенденция или сезонность. Для этой цели используются обобщенные модели (Gardner, 1985; Hyndman, Khandakar, 2008).

Общей методикой прогнозирования временных рядов является разложение. Коэффициент заболеваемости может быть представлен так: плавно меняющаяся составляющая (тренд), сезонная составляющая – представляет собой циклический компонент, отражающий явления, повторяющиеся в течение периода более одного года, случайный компонент – образованный под влиянием неучтенных и записанных слу-

чайных факторов. Разложение – попытка отделить эти компоненты для описания с помощью моделей разной природы.

Во всех статистических пакетах программного обеспечения для этого применяется классическая методика [9], основанная на усреднении сглаженных значений временных рядов. Например, мы можем описать медленно меняющиеся компоненты серии функцией регрессии, а оставшаяся изменчивость моделируется с использованием методов авторегрессии (Lai, 2005).

### **Выводы**

Между средними и долгосрочными прогнозами нет разницы, поэтому для их расчета можно использовать одни и те же подходы. Следует отметить, что концепция прогнозирующего периода в некоторой степени условна и зависит от этапа дискретизации временных рядов. Количество методов, ориентированных на короткие периоды прогнозирования, немного больше, чем количество прогнозов, подходящих для расчета в течение длительных периодов времени.

Регрессионный анализ более удобно выполняется в специализированных прикладных программах (STATISTICA, Minitab, SPSS, MATLAB, Maple, Mathcad и т.д.). Экспоненциальное сглаживание предпочтительно выполнять с использованием программных пакетов для статистического анализа (STATISTICA, SPSS, Minitab).

Оптимальный подход к прогнозированию следует выбирать путем сопоставления результатов, полученных с помощью различных методов на основе эмпирических данных. Часто трудно отдать предпочтение одному методу прогнозирования: несколько подходов дают результаты сопоставимого качества. Целесообразно выбрать рациональный прогноз с использованием методов теории принятия решений, в частности многокритериального анализа (Рыков, Хорошилов, Щипин, 2005).

### Библиографический список

1. *Бейли Н.* Математика в биологии и медицине / Н. Бейли. – М.: Мир, 1970. – 327 с.
2. *Бокс Д., Дженкинс Г.* Анализ временных рядов: прогноз и управление. Вып. 1 / Д. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406 с.
3. *Головин С.В.* Прогнозирование и моделирование развития заболеваемости в Воронежской области / С.В. Головин, С.Л. Петросян // Вестник Воронежского гос. ун-та. – 2011.
4. *Burkom H.S.* Development, Adaptation, and Assessment of Alerting Algorithms for Biosurveillance / H.S. Burkom // Johns Hopkins APL Technical Digest. – 2003. – Vol. 24. – № 4. – P. 335–342.
5. *Burkom H.S.* Automated Time Series Forecasting for Biosurveillance / H.S. Burkom, S.P. Murphy, G. Shmueli // Statistics in Medicine. – 2007. – Vol. 26. – № 22. – P. 4202–4218.
6. *Chao D.L.* FluTE, a Publicly Available Stochastic Influenza Epidemic Simulation Model / D.L. Chao, M.E. Halloran, V.J. Obenchain, I.M. Jr. Longini // PLoS Computational Biology. – 2010. – Vol. 6. – № 1.
7. *Choi K.* Mortality during Influenza Epidemics in the United States, 1967–1978 / K. Choi, S.B. Thacker // American Journal of Public Health. – 1982. – Vol. 72. – № 11. – P. 1280–1283; – 2013. – Vol. 5. – № 5. – P. 863–882.
8. *Daley D.J.* Epidemic modelling: An introduction / D.J. Daley, J. Gani / Cambridge University Press, 1999. – 225 p.
9. *Hyndman R.J.* Forecasting: principles and practice / R.J. Hyndman, G. Athanasopoulos. – 2012. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://otexts.com/fpp/> (sentences: August 28, 2013).
10. *Hyndman R.J.* Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R / R.J. Hyndman, Y. Khandakar // Journal of Statistical Software. – 2008. – Vol. 27. – № 3.
11. *Permanasari A.E.* Forecasting Method Selection Using ANOVA and Duncan Multiple Range Tests on Time Series Dataset / A.E. Permanasari, D.R.A. Rambli, P.D.D. Dominic // Proceedings

of the 2010 International Symposium on Information Technology (ITSim 2010). – 2010. – Vol. 2. – P. 941–945.

12. *Reis B.Y.* Time Series Modeling for Syndromic Surveillance / B.Y. Reis, K.D. Mandl // BMC Medical Informatics and Decision Making. – 2003. – Vol. 3. – № 2.

13. *Unkel S.* Statistical methods for the detection of infectious diseases: a review / S. Unkel, C.P. Farrington, P.H. Garthwaite, C. Robertson, N. Andrews // Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society). – 2012. – Vol. 175. – № 1. – P. 49–82.

## **ПРОБЛЕМЫ ВОСПИТАНИЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ АРЦАХ**

*Д.С. Габриелян, канд. пед. наук, профессор  
Университет Месроп Маштоц (г. Степанакерт)*

*Аннотация.* Статья посвящена проблеме толерантности в непризнанных государствах постсоветского пространства на примере Нагорно-Карабахской Республики. Толерантность – это не отказ от своих убеждений, не снисхождение и не потворство, а признание и уважение прав и свобод человека и народов.

*Ключевые слова:* проблема толерантности, воспитание толерантности, непризнанные государства, культурные ценности.

## **THE ISSUES OF TOLERANCE NURTURING IN THE REPUBLIC OF ARTSAKH EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

*D.S. Gabrielyan, Ph.D., Professor  
University Mesrop Mashtots (Stepanakert)*

*Annotation.* The article is devoted to the problem of tolerance in unrecognized states of the post-Soviet space on the example of the Nagorno-Karabakh Republic. Tolerance is not a renunciation of one's beliefs, leniency or indulgence, but recognition of and respect for human and peoples' rights and freedoms.

*Key words:* the problem of tolerance, tolerance nurturing, unrecognized states, cultural values.

Во все времена общественная мысль стремилась определить пути установления лояльных, неагрессивных, доброжелательных взаимоотношений между людьми, принадлежащими к разным социальным группам, этносам, религиям и государ-