

**О.В. Судаков¹, Н.А. Гладских¹, Н.Ю. Алексеев¹,
Е.В. Богачева¹, А.В. Свиридова¹, Н.В. Некрасова²,
Ю.А. Крыжановская³, Е.А. Бахметьева²**
**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

¹ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. медицинской информатики и статистики; ²БУЗ ВО ВОКБ №1; ³ФГБОУ ВО ВГУ

Резюме. Важным этапом выстраивания стратегии развития в любой организации является прогнозирование. Построение прогноза в медицине позволяет наглядно представлять динамику изменения исследуемых показателей и оптимально выстраивать управление кадрами, планировать закупку медицинского оборудования, медикаментов в соответствии с потребностями и учетом динамики здоровья населения.

Ключевые слова: регрессионный анализ, прогнозирование, сердечно-сосудистые заболевания.

Актуальной задачей при построении прогноза в сфере медицины является разработка программного обеспечения на основе научно-математической модели прогнозирования, позволяющего моделировать динамику развития сердечно-сосудистых заболеваний по данным существующей статистики [1, 2, 3].

В настоящее время разработано немало приложений, позволяющих осуществлять прогнозирование. Например, в пакетах MS Excel и STATISTICA реализовано множество методов прогнозирования. Но для использования данных программ необходимо много времени на их изучение. Также существуют пакеты программ с упрощенной навигацией. Например, линия продуктов Novo Forecast. Но подобные программы требуют покупки лицензии для их использования [4, 5].

В связи с этим была поставлена задача разработки программы прогнозирования, доступной для пользователя без специальной подготовки и обладающей интуитивным интерфейсом и наглядным представлением информации.

Полученные результаты и их обсуждение. Разрабатываемое в соответствии с поставленной задачей программное обеспечение позволит медицинским учреждениям сократить затраты денежных средств на покупку лицензионных программных пакетов и затраты времени на получение пользователями дополнительных знаний в области прогнозирования и навыков работы с программой.

В результате работы программы были получены следующие функции регрессии для каждого критерия:

Острый инфаркт миокарда:

$$y=337.732-30.2321*x+8.29167*x^2,$$

Нестабильная стенокардия:

$$y=59.25+106.512*x-5.17857*x^2,$$

Стабильная стенокардия:

$$y=335.732+121.625*x-15.5655*x^2,$$

Аритмический вариант ишемической болезни сердца:

$$y=39.2321+2.125*x+0.267857*x^2,$$

Гипертоническая болезнь

$$y=6.76786+7.82738*x-0.720238*x^2,$$

Постинфарктный кардиосклероз

$$y=-9.82143+87.5476*x-11.3095*x^2,$$

Тромбоэмболия легочной артерии

$$y=0.636942+8.28927*\ln(x),$$

Прочие заболевания

$$y=14,8214+3.29762*x-0.369048*x^2.$$

Прогнозные данные, полученные в результате моделирования по вышеперечисленным формулам, представлены в таблице 1. Результаты, полученные в программе «MedPrognos» представлены на рис. 1 – 12.

В случае, когда прогнозные данные отрицательные, значение прогноза приравнивается нулю.

Таблица 1.

Результаты прогнозирования.

Нозология	Год										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 (прогноз)
ОИМ	316	310	322	349	394	455	532	627	737	865	1008
Нестабильная стенокардия	161	252	332	402	462	512	551	580	598	607	604
Стабильная стенокардия	462	537	581	593	575	525	444	333	190	15	0
Аритмический вариант ИБС	42	45	48	52	57	62	67	73	80	87	95
Постинфарктный кардиосклероз	66	120	151	159	145	108	49	0	0	0	0
Гипертоническая болезнь	14	20	24	27	28	28	26	23	19	13	6
Тромбоэмболия легочной артерии	1	6	10	12	14	15	17	18	19	20	21
Прочие заболевания	18	20	21	22	22	21	20	18	15	11	6

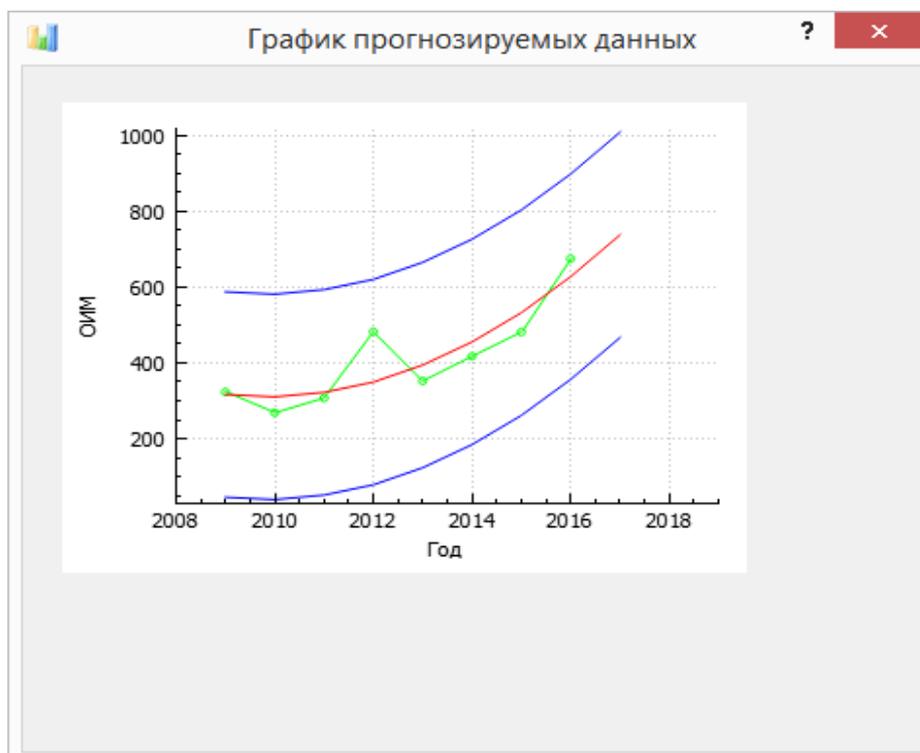


Рис. 1. Острый инфаркт миокарда, график.

MedPrognosis

Файл Управление Справка

Выберите критерий: ОИМ

Модели прогнозирования:

- $y = a1 + a2*x$
- $y = a1 + a2*x + a3*x^2$
- $y = a1 + a2*ln(x)$
- $y = a1 + a2/x$
- $y = exp(a1 + a2*x)$

Оптимальная модель:

$$y = a1 + a2*x + a3*x*x$$

$a1 = 337.732$
 $a2 = -30.2321$
 $a3 = 8.29167$

Выберите период прогнозирования: 2017

Прогноз

Результаты прогнозирования:

ОИМ	Прогноз	Доверит. инт.
2009	316	45 - 587
2010	310	39 - 581
2011	322	51 - 593
2012	349	78 - 620
2013	394	123 - 665
2014	455	184 - 726
2015	532	261 - 803
2016	627	356 - 898
2017	737	466 - 1008

Рис. 2. Острый инфаркт миокарда, результаты.

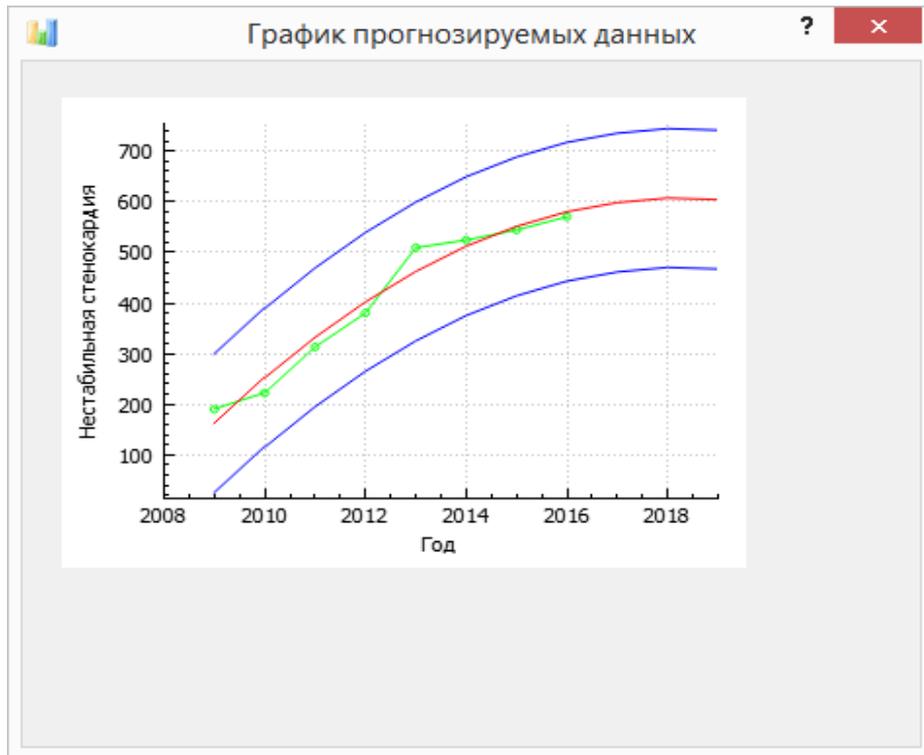


Рис. 3. Нестабильная стенокардия, график.

Интерфейс MedPrognosis. Выбор критерия: Нестабильная стенокардия. Период прогноза: 2017-2019. Результаты прогнозирования:

Год	Прогноз	Доверит. инт.
2009	161	24 - 298
2010	252	115 - 389
2011	332	195 - 469
2012	402	265 - 539
2013	462	325 - 599
2014	512	375 - 649
2015	551	414 - 688
2016	580	443 - 717
2017	598	461 - 735
2018	607	470 - 744
2019	604	467 - 741

Рис. 4. Нестабильная стенокардия, результаты.

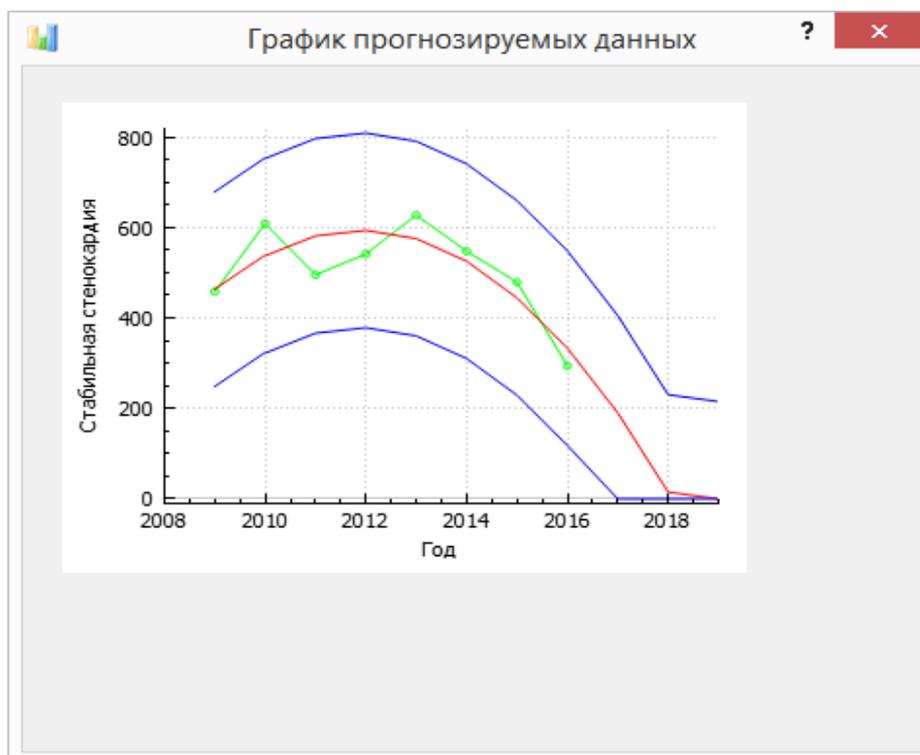


Рис. 5. Стабильная стенокардия, график.

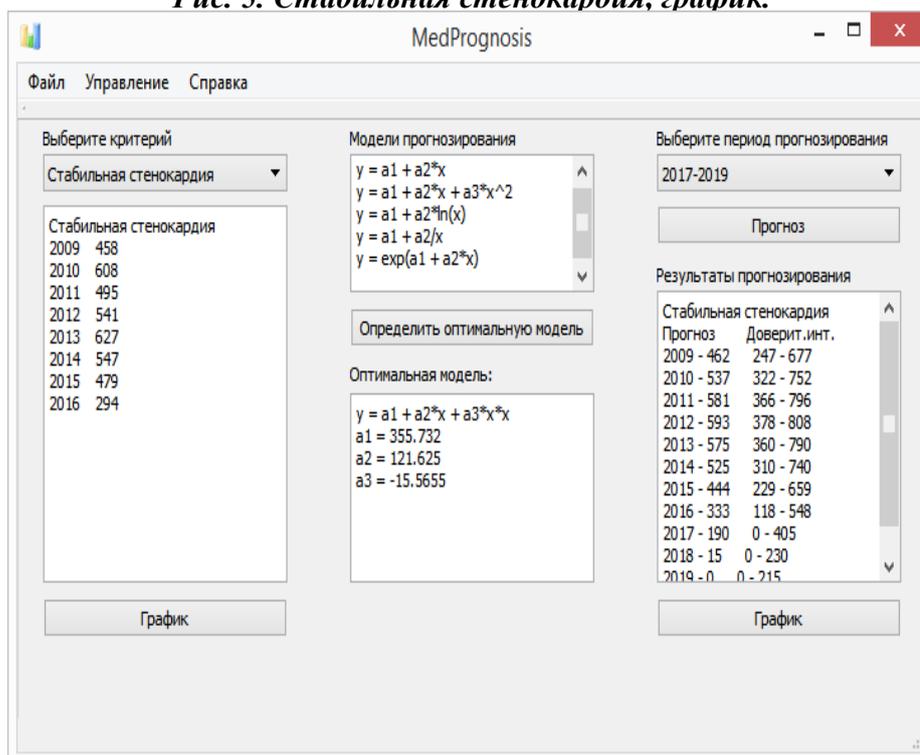


Рис. 6. Стабильная стенокардия, результаты.

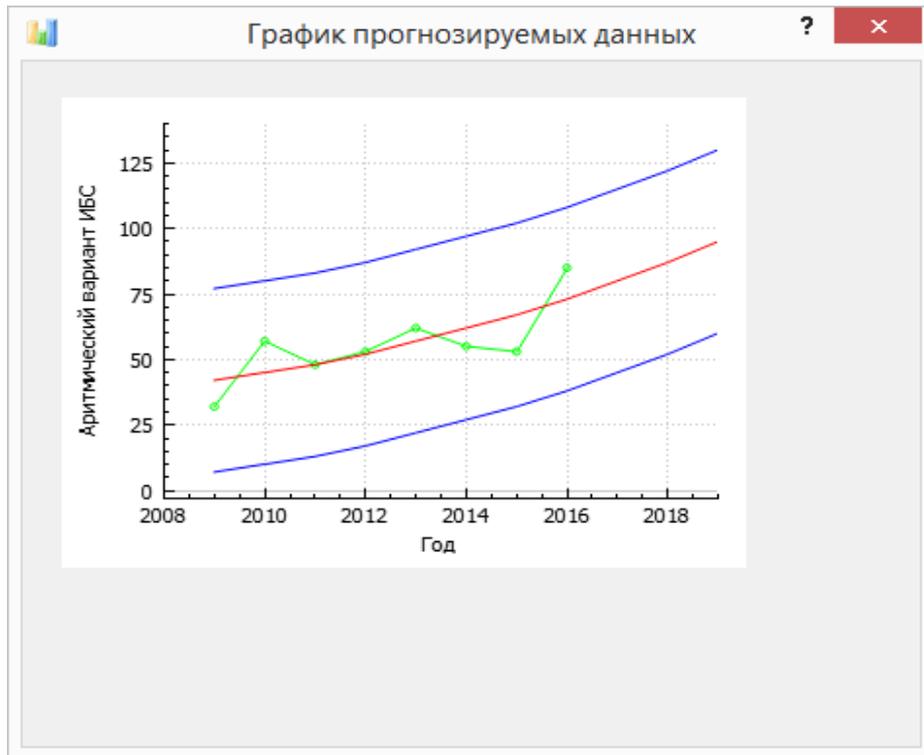


Рис. 7. Аритмический вариант ишемической болезни сердца, график.

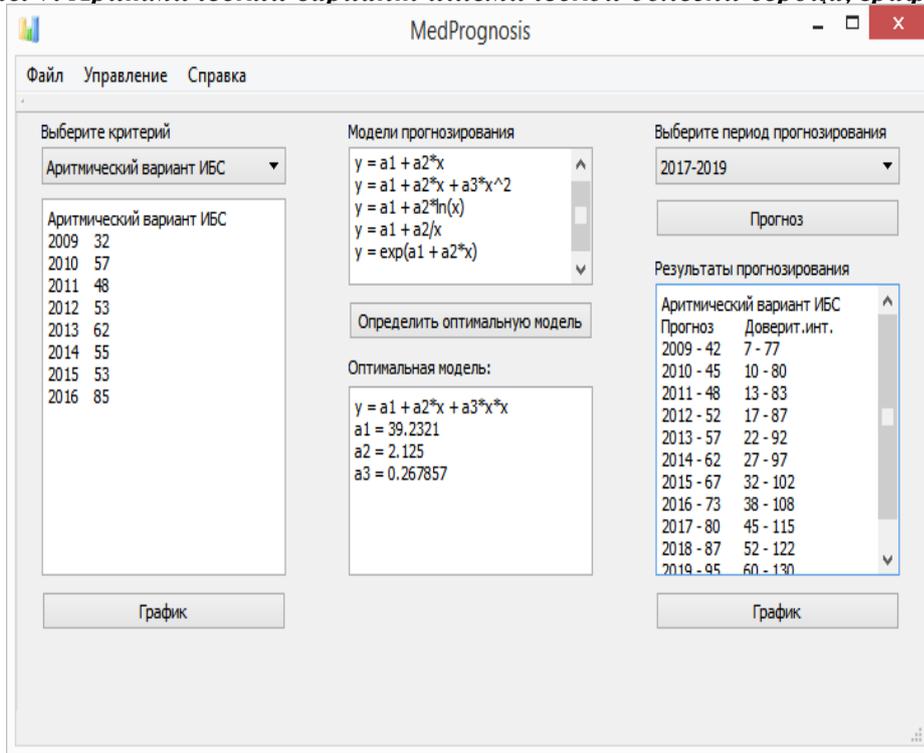


Рис. 8. Аритмический вариант ишемической болезни сердца, результаты.

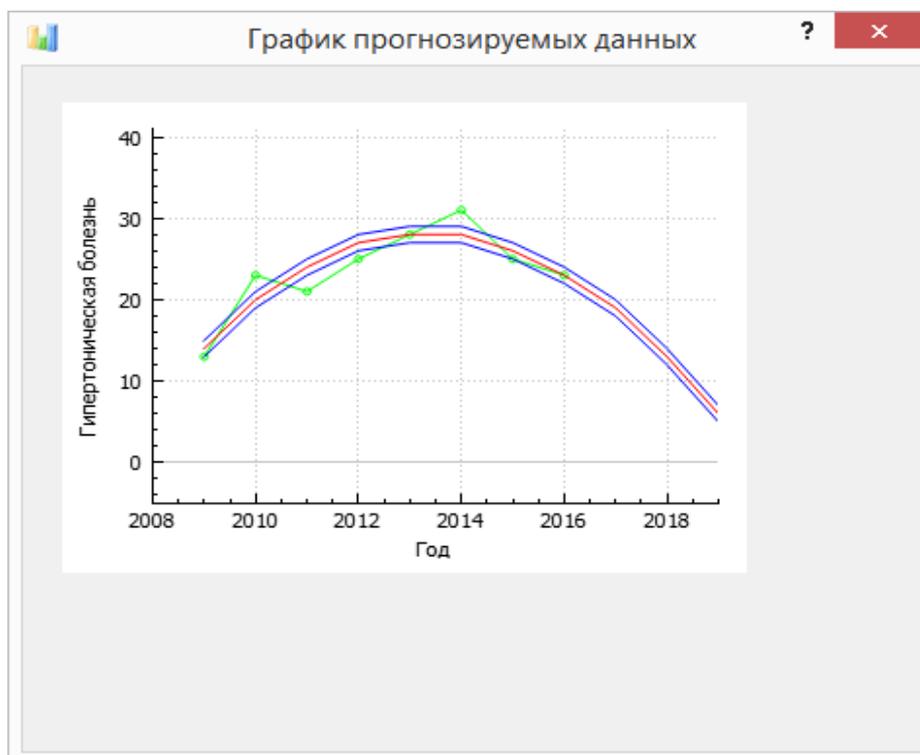


Рис. 9. Гипертоническая болезнь, график.

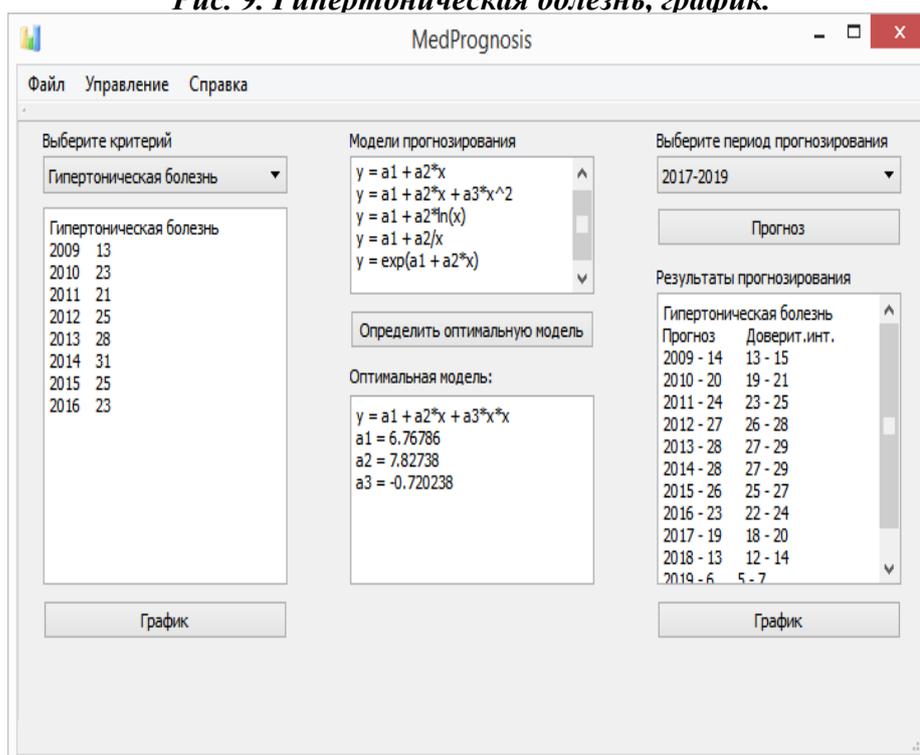


Рис. 10. Гипертоническая болезнь, результаты.

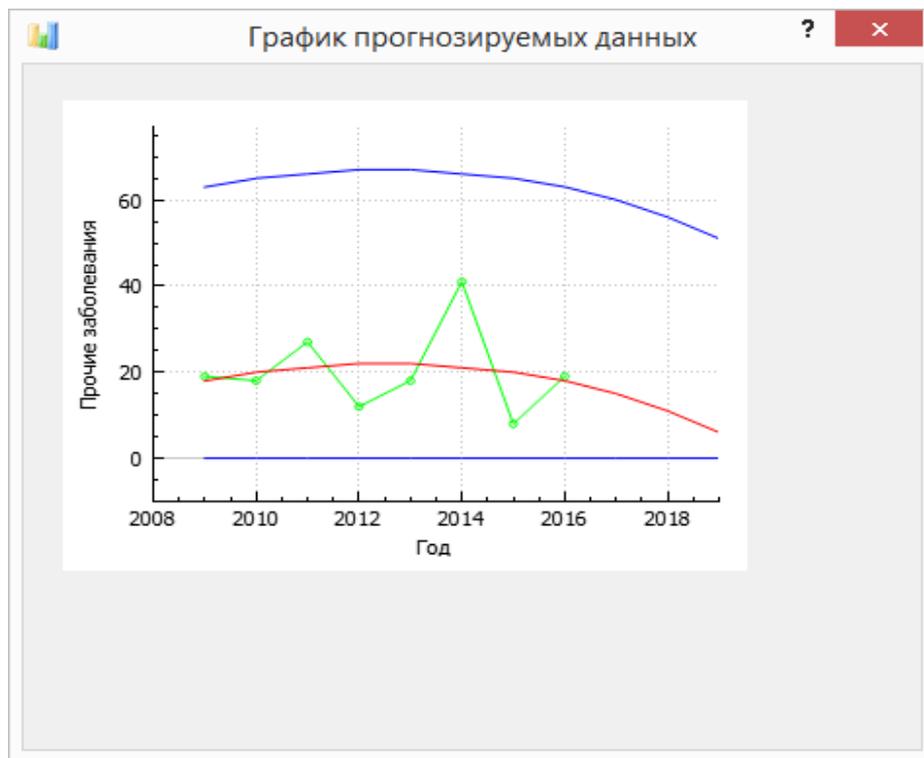


Рис. 11. Прочие заболевания, график.

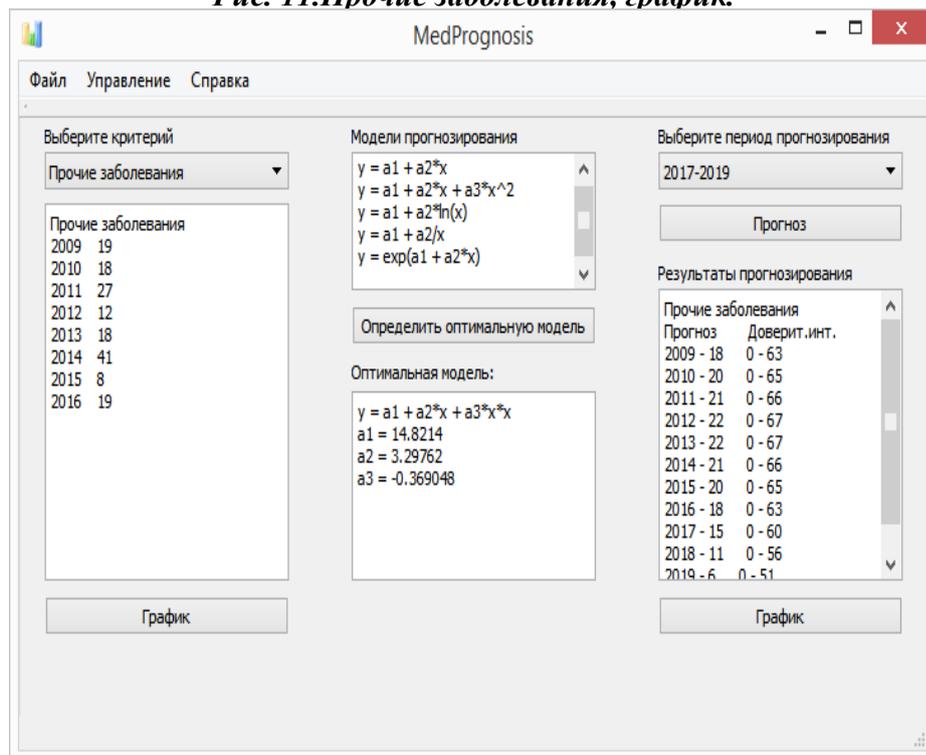


Рис. 12. Прочие заболевания, результаты.

Отличия реализованного ПО от существующих аналогов в том, что данная программа не требует от пользователя углубленных знаний в области прогнозирования, легка в использовании благодаря интуитивному интерфейсу и подробной документации. Также данная программа может быть запущена как в ОС Microsoft Windows, так и в операционных системах с ядром Linux.

Выводы. Выполнено прогнозирование течения сердечно-сосудистых заболеваний на основе математической модели, с разработкой программного обеспечения, позволяющего проводить процедуру моделирования динамики течения сердечно-сосудистой патологии по статистическим данным. Помимо прогнозирования ССЗ разработанное приложение «MedPrognoz» может быть использовано при прогнозировании других медицинских показателей или в другой сфере деятельности при условии, что метод регрессионного анализа применим к имеющимся выборкам. При использовании приложения «MedPrognos» существенно упрощается процедура планирования в организации или в личных целях.

Литература.

1. Судаков О.В. Математическое моделирование variability ритма сердца при исследовании длительных интервалов времени / О.В. Судаков, А.В. Свиридова // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2007. № 27. С. 52-58.
2. Свиридова А.В. Алгоритмическое обеспечение системы постановки диагноза / А.В. Свиридова, Е.А. Бахметьева // Центральный научный вестник. 2017. Т. 2. № 4 (21). С. 6-7.
3. Сравнительная оценка эффективности применения малоинвазивных хирургических методов в лечении ишемической болезни сердца / А.В. Свиридова, А.И. Бородулин, О.В. Судаков, Е.А. Фурсова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. № 4. С. 911-913.
4. Свиридова А.В. Исследование показателя суточной variability сердечного ритма у пациентов с различными функциональными классами стенокардии / А.В. Свиридова, А.И. Бородулин, О.В. Судаков // Прикладные информационные аспекты медицины. 2008. Т. 11. № 2. С. 137-142.
5. Опыт курации новорожденных детей с врожденными пороками сердца в неонатальном соматическом отделении многопрофильной детской больницы / О.Е. Ельчанинова [и др.] // Детские болезни сердца и сосудов. – 2007. – №4. – С.53–55.

Abstract

*O.V. Sudakov¹, N.A. Gladskikh¹, N.Yu. Alekseev¹, E.V. Bogacheva¹, A.V. Sviridova¹,
N.V. Nekrasova², Yu.A. Kryzhanovskaya³, E.A. Bakhmetyeva²*

RESULTS of FORECASTING of DYNAMICS of CORDIAL VASCULAR DISEASES

Voronezh State Medical University; Voronezh regional hospital № 1; Voronezh State University

An important stage in building a development strategy in any organization is forecasting. Building a forecast in medicine allows you to visually represent the dynamics of changes in the indicators studied and optimally build personnel management, plan the purchase of medical equipment, medicines in accordance with the needs and taking into account the dynamics of public health.

Keywords: regression analysis, prediction, cardiovascular diseases.

1. Sudakov O.V. Mathematical modeling of variability of a rhythm of heart at a research of long intervals of time / O.V. Sudakov, A.V. Sviridova//the Scientific medical bulletin of the Central Black Earth. 2007. No. 27. Page 52-58.
2. Sviridova A.V. Algorithmic providing system of diagnosis / A.V. Sviridova, E.A. Bakhmetyeva//Central scientific bulletin. 2017. T. 2. No. 4 (21). Page 6-7.
3. Comparative assessment of efficiency of use of low-invasive surgical methods in treatment of coronary heart disease / A.V. Sviridova, A.I. Borodulin, O.V. Sudakov, E.A. Fursova//the Systemic analysis and management in biomedical systems. 2010. T. 9. No. 4. Page 911-913.
4. Sviridova A.V. A research of an indicator of daily variability of a cordial rhythm at patients with various functional classes of stenocardia / A.V. Sviridova, A.I. Borodulin, O.V. Sudakov//Applied information aspects of medicine. 2008. T. 11. No. 2. Page 137-142.
5. Experience of a kuration of newborn children with congenital heart diseases in neonatal somatic unit of multi-field children's hospital / O.E. Elchaninova [etc.]//Children's heart troubles and vessels. – 2007. – No. 4. – Page 53-55.

Сведения об авторах: Судаков Олег Валерьевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской информатики и статистики ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Гладских Наталья Александровна – кандидат технических наук, ассистент кафедры медицинской информатики и статистики ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Алексеев Николай Юрьевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской информатики и статистики ФБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Богачева Елена Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры медицинской информатики и статистики ФБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Свиридова Анна Викторовна - кандидат медицинских наук, ассистент кафедры медицинской информатики и статистики ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Некрасова Наталья Васильевна - кандидат медицинских наук, ассистент кафедры госпитальной терапии и эндокринологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Крыжановская Юлиана Александровна – старший преподаватель кафедры ERP-систем и бизнес процессов ФГБОУ ВО ВГУ; Бахметьева Елена Алексеевна – врач-нефролог ВОКБ № 1, г. Воронеж.