

Статистический анализ и компьютерное моделирование детской смертности

Г.П. Крачун, Н.Г. Леонова

*Приднестровский государственный университет им. Т.Г.Шевченко,
НИИ Медицинских исследований, медицинский факультет, НИЛ «Гиппократ»*

Введение

В государствах постсоветского пространства, как и во всём мире, снижение смертности детей в возрасте до 5 лет остаётся актуальной проблемой. Этой проблеме уделено большое внимание в «Декларации тысячелетия», а также в обязательствах принятых в заключительном документе специальной сессии Генеральной Ассамблеи ООН по положению детей «Мир, пригодный для жизни детей» (2002). В рамках документов, утверждённых на международном уровне, международным сообществом были приняты обязательства, сократить смертность младенцев и детей в возрасте до 5 лет по сравнению с 1990 г. на 1/3 к 2010 г. и на 2/3 – к 2015 г.

В ряде стран СНГ (Российская Федерация) смертность детей в возрасте до одного года имеет небольшой удельный вес в общей смертности населения (в 2004 г. 0,76%), хотя и оказывает непосредственное влияние на демографическую ситуацию в целом по стране. Согласно целому ряду исследований имеет место резко выраженная территориальная дифференциация младенческой смертности в России и в ряде других стран СНГ.

Сравнительно высокая младенческая смертность и резко выраженная территориальная дифференциация остаются особенностью современной России [1]. Знание региональных особенностей возрастной и причинной структуры больничной летальности даёт возможность органам и учреждениям практического здравоохранения планировать дифференцированные меры в данном направлении.

Большинство детей 1-го года жизни, находящихся в стационарах, умирает от состояний, возникающих в перинатальном периоде, от врождённых аномалий, болезней органов дыхания и инфекционных заболеваний (рисунок 1).

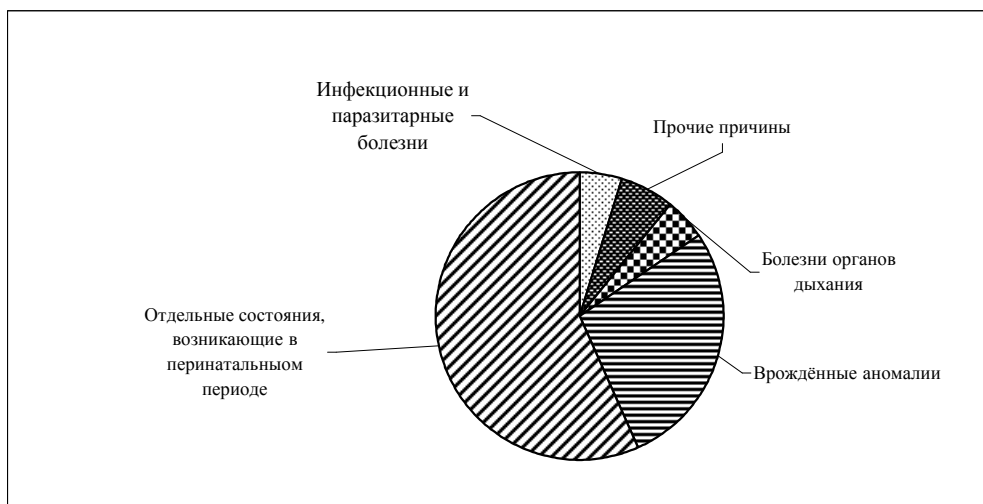


Рис. 1. Структура больничной летальности среди детей в возрасте до 1 года в Российской Федерации в 2004 г. [1]

Как свидетельствуют данные литературы [1], снижение больничной летальности от врождённых аномалий развития произошло за счёт увеличения количества перенатально выявленных пороков развития, в частности сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, ввода в действие детских кардиохирургических отделений, совершенствование ряда неонатальных хирургических технологий.

Больничная летальность детей от перинатальных причин обусловлена недооценкой факторов риска и состояния беременной женщины, отсутствием заблаговременной госпитализации беременных с высокой степенью риска, несвоевременным проведением кесарева сечения. Гибель детей в результате надрыва мозжечкового намета, массивных субарахноидальных кровоизлияний, дислокации ствола головного мозга свидетельствуют о неудовлетворительном ведении родов.

Большие достижения в области неонатологии и реаниматологии открыли возможность выхаживания глубоконедоношенных детей и новорождённых с серьёзными проблемами при рождении. Однако это обстоятельство способствует повышению и без того высокого риска возникновения внутрибольничных инфекций у новорождённых и, прежде всего у пациентов, находящихся в отделении интенсивной терапии и реанимации. Заболеваемость новорожденных обуславливается, наряду с нарушениями правил асептики, антисептики и

противоэпидемического режима, наличием объективных факторов, таких как значительное техническое усовершенствование диагностических и лечебных манипуляций, увеличение количества операций, а также их усложнение и проведение часто на фоне иммунодепрессии и в раннем неонатальном периоде. Кроме того, неуклонно расширяются показания у антибиотикотерапии, причём преимущественно препаратами резерва, активно используется большое количество дезинфектантов и антисептиков. Это способствует процессу формирования госпитальных штаммов микроорганизмов, мультирезистентных к антибиотикам.

Около 2 тыс. новорожденных в Российской Федерации умирает в 1-е сутки, и их число не уменьшается. У 78,9% скончавшихся в акушерских стационарах в 2004 г. отмечены отдельные состояния, возникшие в перинатальном периоде, у 19,7% – врождённые аномалии и только у 1,4% – прочие причины (рисунок 1). В свою очередь 49,3% случаев смерти новорожденных от состояний, возникших в перинатальный период, связано с синдромом респираторных расстройств, 17,5% случаев – с внутриматочной гипоксией и асфиксией, 14,3% – с инфекциями перинатального периода. Важно отметить, что из-за разрыва внутрочерепных тканей гибнет 5,4% детей этой возрастной группы.

Современные перинатальные технологии, внедряемые на перинатальном этапе, в родильных домах, в реанимационных отделениях, повлияли на снижение летальности в акушерских стационарах. В результате введения протокола первичной реанимации новорожденных в родовом зале, совершенствования лекарственных формуляров, повышения доступности в использовании современных медикаментов, расходных материалов, улучшения материальной базы роддомов и реанимационных отделений и др. снизилась летальность по таким причинам, как синдром дыхательных расстройств, внутрочерепных кровоизлияний, инфекции перинатального периода, сепсис.

Поскольку снижение смертности новорождённых является следствием совершенствования комплекса акушерских, реанимационных и неонатальных технологий, некоторые авторы проанализировали вклад каждого из них. Выявлена высокая корреляционная связь между частотой проведения операций

наложения щипцов и отрицательная корреляционная связь между частотой применения кесарева сечения и летальностью новорожденных в целом, а также от внутричерепной родовой травмы и синдрома респираторных расстройств.

В течение 2004 г. в ОПН (отделение патологии новорожденных) по всей России поступило 105 302 новорожденных, преимущественно из акушерских стационаров, умер 2951(2,8%) ребёнок. Анализ причин летальности в ОПН показал, что 60,2% умерли от состояний перинатального периода, 35,8% – от врождённых аномалии, 4,1% – от прочих причин. Среди перинатальных причин гибели детей 32,5% приходится на дыхательные расстройства, 27,4% - на инфекции перинатального периода, 10,4% - на родовую травму, 5,9% – на внутриутробную гипоксию. Самые высокие показатели смертности отмечаются от сепсиса, второе место занимает смертность от врождённых аномалий и третье – от внутричерепной травмы [1].

В Российской Федерации имеют место неустойчивые тенденции в отношении смертности новорожденных от родовой травмы и детей в возрасте до 1-го года от острой пневмонии в первые сутки поступления в стационар. В связи с этим среди мероприятий по снижению больничной летальности в акушерских стационарах и перинатальных центрах важным является развитие реанимационной службы для новорожденных.

Цели и задачи исследования

Целью настоящего исследования является исследование летальности детей первого года жизни во временной динамике и в сопоставительном аспекте. Выявить основные причины и долю влияния каждой из них на перинатальную, неонатальную, постнеонатальную смертность.

Материалы и методы исследования

Для выполнения целей исследования были использованы статистические данные лечебно – профилактических учреждений Приднестровья за период 2001-2008 гг. В качестве методов исследования были адаптированы методы моделирования временных рядов [2, 4] и метод математического моделирования на основе полиномов Чебышева [3, 5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлена детская смертность в Приднестровье в перинатальном, неонатальном и постнеонатальном периодах в 2001-2008 гг.

Таблица 1.

Детская смертность в Приднестровье в перинатальном, неонатальном и постнеонатальном периодах в 2001-2008 гг. (на 1000 новорождённых)

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Перинатальная смертность	18,0	15,5	12,8	15,0	12,8	10,2	11,2	9,8
Неонатальная смертность	12,4	12,0	10,6	12,1	10,0	7,6	10,4	6,0
Постнеонатальная смертность	7,0	5,9	4,6	3,8	3,0	4,1	4,1	3,8

На рисунке 2 приведена математическая модель перинатальной смертности, основанная на разработанной авторами методике моделирования временных рядов и созданного ими электронного продукта [2, 4]. Перинатальная смертность в Приднестровье на протяжении 2001-2008 гг. имеет неуклонную тенденцию к снижению. Полученный прогноз на период 2009-2011 гг. показывает дальнейшее снижение перинатальной смертности, достигающее уровня 5,34 случаев на 1000 новорожденных к 2011 г.

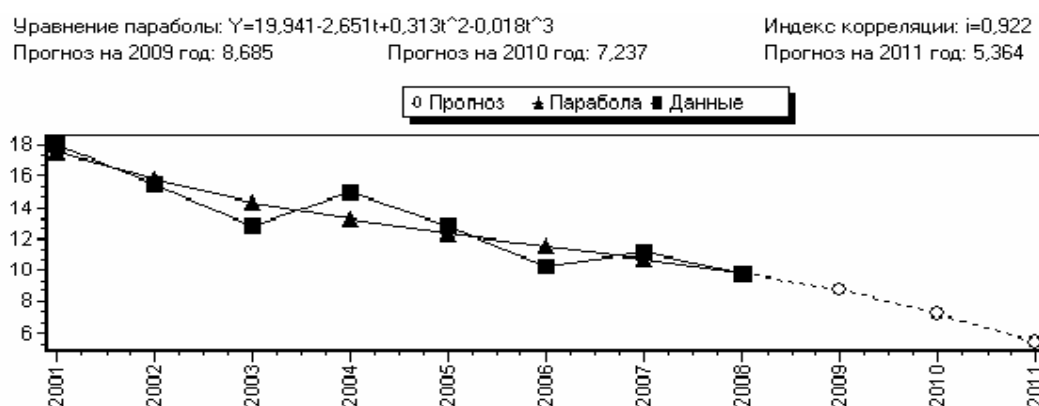


Рис. 2. Математическая модель перинатальной смертности третьего порядка, полученная на базе временных рядов

Уравнение параболы первого порядка: $Y = -1,05833X + 2134,59156$
 Ошибка приближения параболы: 1,2514
 Критерий Пирсона: 0,6871

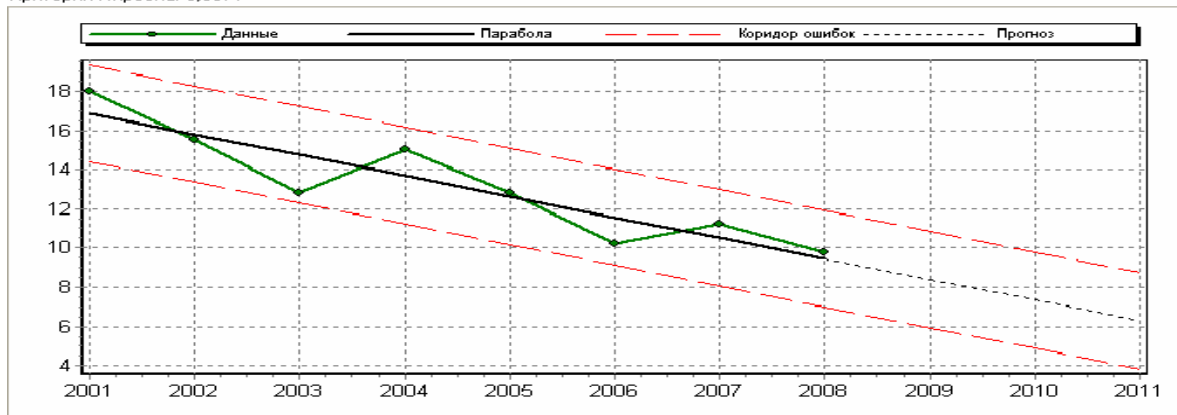


Рис.3. Математическая модель перинатальной смертности первого порядка по методу Чебышева

На рисунке 3 приведена математическая модель перинатальной смертности в Приднестровье и прогноз на период 2009 – 2011 гг. Модель получена на основе разработанной авторами методики применения полиномов Чебышева и созданного ими электронного продукта [3, 5, 6]. Как следует из рисунка 3, математическая модель перинатальной смертности в Приднестровье характеризуется снижением показателей прогноза в 2009-2011 гг. до уровня 6 случаев на 1000 новорожденных. Сопоставление прогнозов моделей рисунков 2 и 3 показывает практическую идентичность показателей прогноза, что позволяет сделать заключение о максимальном приближении теоретических данных к реальным статистическим данным.

Уравнение параболы: $Y = 13,802 - 0,81t$
 Прогноз на 2009 год: 6,509
 Прогноз на 2010 год: 5,699
 Индекс корреляции: $i = 0,8$
 Прогноз на 2011 год: 4,889

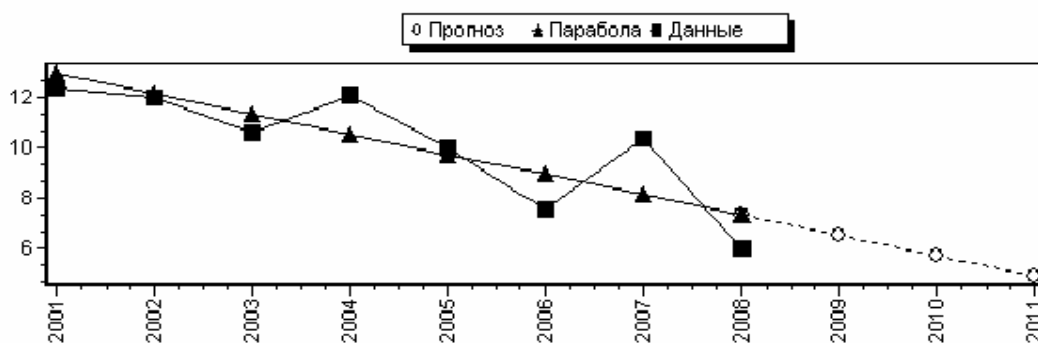


Рис. 4. Математическая модель неонатальной смертности первого порядка, полученная на базе временных рядов

Уравнение параболы первого порядка: $Y = -0,76071X + 1534,9893$
 Ошибка приближения параболы: 1,4139
 Критерий Пирсона: 1,3738

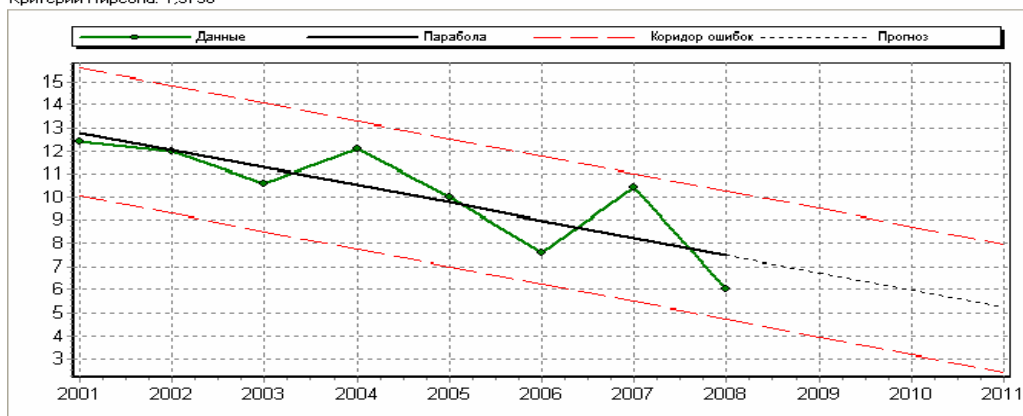


Рис.5. Математическая модель неонатальной смертности первого порядка, полученная по методу Чебышева

Как видно из рисунков 4 и 5 неонатальная смертность в Приднестровье в период 2001-2008 гг. имеет место неуклонное снижение показателей неонатальной смертности. Полученные показатели прогноза на 2009-2011 гг. свидетельствуют о тенденции к снижению случаев неонатальной смертности в Приднестровье до уровня 5 случаев на 1000 новорожденных. Математическая модель, представленная на рисунке 5, показывает интервал показателей прогноза на 2011 г. – нижняя граница прогноза 2 случая на 1000 новорожденных и верхняя граница 8 случаев на 1000 новорожденных. Полученные результаты свидетельствуют о перспективе улучшения положения с неонатальной смертностью в Приднестровье.

Уравнение параболы: $Y = 9,97 - 3,158t + 0,514t^2 - 0,027t^3$ Индекс корреляции: $i = 0,945$
 Прогноз на 2009 год: 3,716 Прогноз на 2010 год: 3,091 Прогноз на 2011 год: 1,893

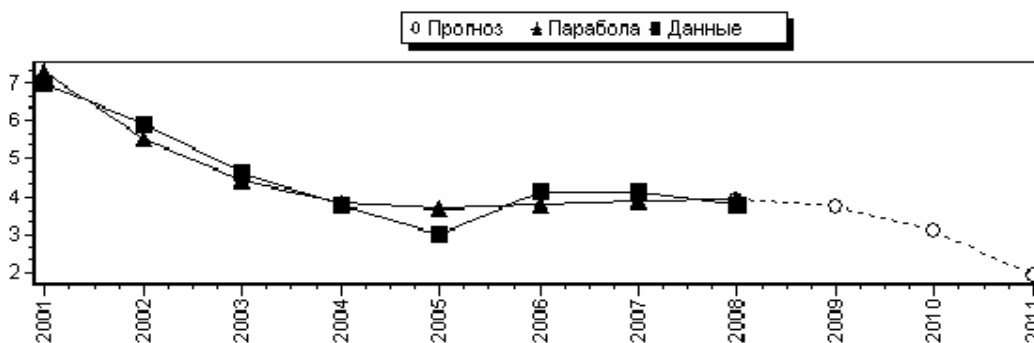


Рис. 6. Математическая модель постнеонатальной смертности третьего порядка

Уравнение параболы третьего порядка: $Y = -1,89394E-2X^3 + 1,14044E2X^2 - 228905,34686X + 153150521,03817$
Ошибка приближения параболы: 0,478
Критерий Пирсона: 0,23

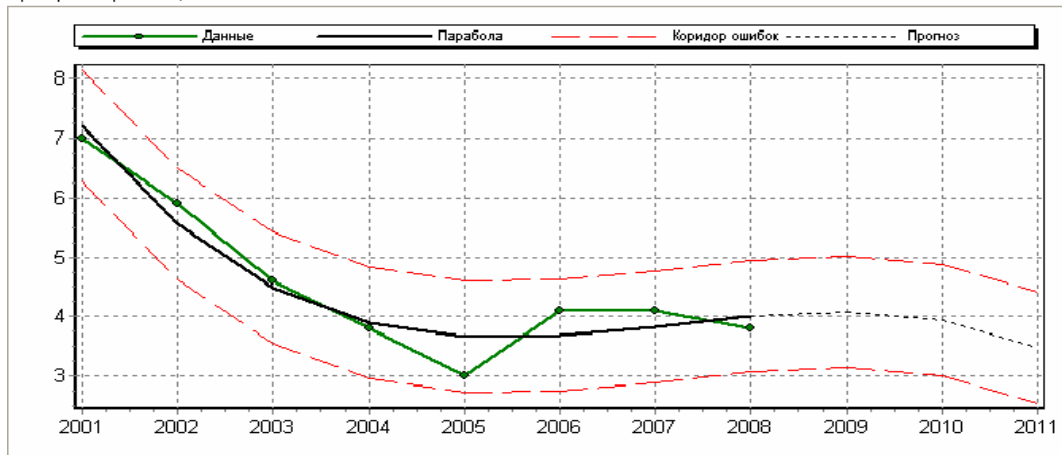


Рис.7. Математическая модель постнеонатальной смертности третьего порядка по методу Чебышева

Постнеонатальная смертность в Приднестровье представлена на рисунках 6 и 7 в виде математических моделей, построенных на базе временных рядов и по методу Чебышева. Интересно отметить, что использование двух указанных методов, отличающиеся в своей методической и методологической сути дали одинаковые тренды динамики исследуемого процесса. Полученные прогнозы свидетельствуют о перспективе снижения показателей постнеонатальной смертности в период 2010-2011 гг.

В таблице 2 представлены причины перинатальной смертности за период 2002-2008 гг. как со стороны плода, так и со стороны матери.

Таблица 2.

Структура основных причин перинатальной смертности в Приднестровье
(на 1000 новорожденных)

Года	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Причины перинатальной смертности со стороны плода							
Врождённые аномалии (на 1000 новорожденных)	–	2,9	4,4	3,6	3,2	3,7	0,8
в том числе врождённые пороки сердца (на 1000 новорожденных)	–	2,0	2,8	2,4	2,1	1,4	0,8
Состояния, возникшие в перинатальном периоде (на 1000 новорожденных)	–	7,3	7,2	6,6	4,9	5,6	4,6
Материнские причины перинатальной смертности							
Внутриутробная гипоксия и асфиксия новорожденных (на 1000 новорожденных)	–	122,8	134,1	202,3	102,3	125,0	171,6
Кровотечения в связи с предлежанием и преждевременной отслойкой плаценты (1000 родов)	8,9	9,6	11,3	9,7	7,8	9,5	11,4
Разрыв матки (1000 родов)	0,2	0,6	0	0,4	0,4	0	0,2

На рисунке 8 представлены в сопоставительном аспекте причины перинатальной смертности со стороны плода (по данным таблицы 2).

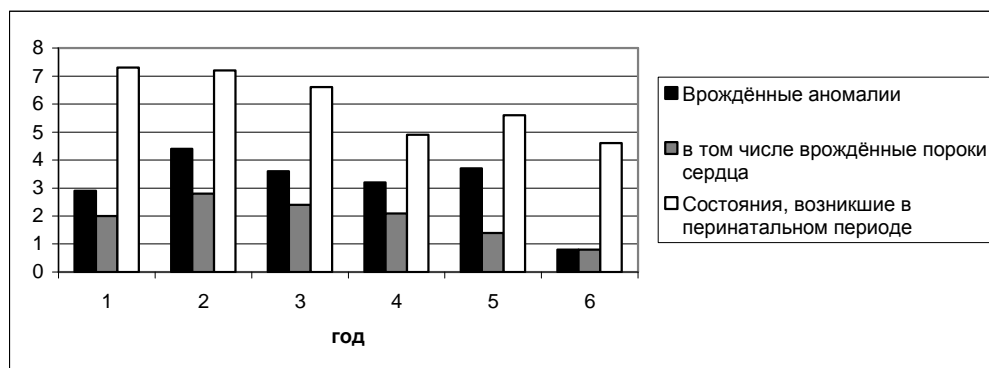


Рис.8. Причины перинатальной смертности со стороны плода

(1 – 2003 г.; 2 – 2004 г.; 3 – 2005г.; 4 – 2006 г.; 5 – 2007 г.; 6 – 2008 г.)

Выделяется комплекс причин, вызвавших изменения в жизнедеятельности плода в перинатальном периоде. Общая тенденция указанных причин свидетельствует об их снижении за период времени 2003-2008 гг. Врождённые anomalies плода занимают второе место среди причин перинатальной смертности. Как и в предыдущем случае, имеет место тенденция волнообразного снижения случаев врождённых anomalies как причин перинатальной смертности. В группе врождённых anomalies пороки сердца – как причина смертности – занимают значительную часть случаев врождённых anomalies. Пороки сердца имеют тенденцию к снижению, что способствует уменьшению случаев перинатальной смертности.

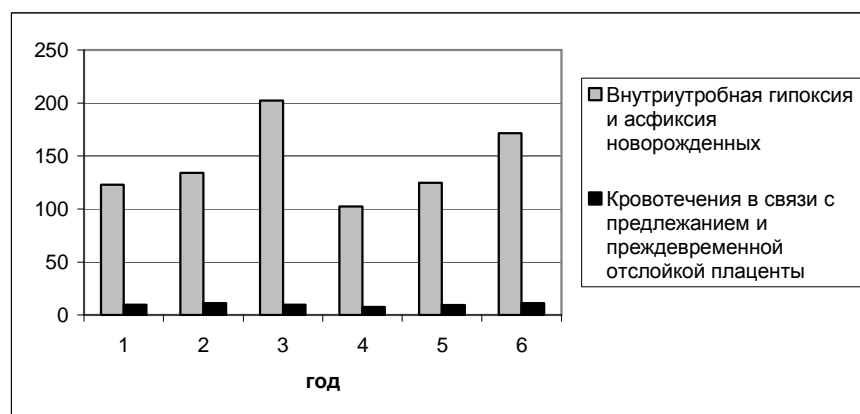


Рис.9. Причины перинатальной смертности со стороны матери

(1 – 2003 г.; 2 – 2004 г.; 3 – 2005г.; 4 – 2006 г.; 5 – 2007 г.; 6 – 2008 г.)

На рисунке 9, построенном по данным таблицы 2, представлены причины перинатальной смертности плода, обусловленные патологией со стороны матери. Графическое изображение этого рисунка не содержит данных по разрывам матки в силу их минимальных величин. Число случаев разрывов матки колеблется в пределах от 0 до 0,6 случаев на 1000 новорожденных за период 2002-2008.

На первом месте причин перинатальной смертности со стороны матери находятся случаи с внутриутробной гипоксией и асфиксией новорожденных. Второе место занимают случаи кровотечений в связи с предлежанием и преждевременной отслойкой плаценты. Внутриутробная гипоксия и асфиксия новорожденных имеет тенденция к волнообразному течению в исследуемый период времени. Кровотечения в своей динамике имеют стабильно-постоянные

проявления. Как следует из рисунка 9, причины перинатальной смертности со стороны матери остаются постоянными во временном промежутке, что свидетельствует о недостаточной деятельности отрасли здравоохранения в направлении их снижения. Следует подчеркнуть важность усиления комплекса работ в направлении снижения причин смертности плода со стороны матери, поскольку указанные причины непосредственным образом связаны с жизнеспособностью плода и в своём крайнем выражении являются значительным риском для жизни плода.

В таблице 3 представлена структура основных причин детской смертности в младенческом возрасте в Приднестровье за период 2003-2008 гг.

Таблица 3.

Структура основных причин детской смертности в младенческом возрасте в Приднестровье
(на 1000 новорожденных)

<i>Года</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>Средний показатель на 1000 новорожденных</i>
Болезни органов дыхания	1,3	0,6	0,2	0,9	0,4	1,0	0,73
в том числе пневмонии	1,1	0,4	0,2	0,9	0,4	0,4	0,57
Болезни нервной системы	0	0,4	0	0,4	0	0,6	0,23
Болезни органов пищеварения	0,2	0	0,2	0	0	0	0,07
Болезни мочеполовой системы	0	0,2	0	0	0	0	0,03
Злокачественные новообразования	0	0	0,2	0	0	0	0,03
Инфекционные и паразитарные заболевания	0,4	1,1	0,2	0,6	0,6	0,8	0,62
Болезни крови	0,2	0,2	0	0	0	0	0,07
Болезни эндокринной системы	0,2	0,4	0	0	0	0	0,1
Несчастные случаи и травмы	1,8	1,5	1,5	1,3	1,6	0,6	1,38
Прочие причины	0,4	0,2	0,4	0,4	0,6	1	0,5

На рисунке 10 представлены данные по структуре основных причин детской смертности в младенческом возрасте в Приднестровье (по данным таблицы 3).

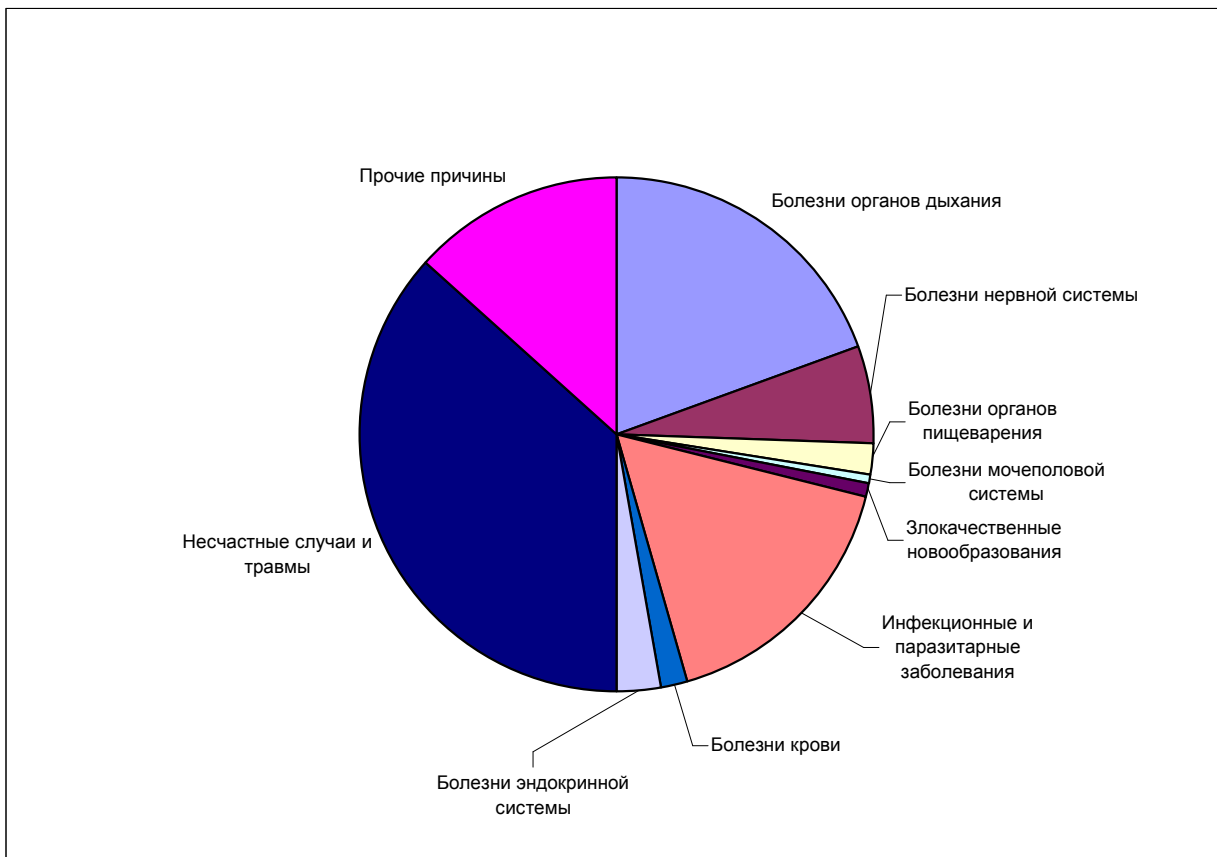


Рис. 10. Структура основных причин детской смертности в младенческом возрасте в Приднестровье

Из анализа рисунка 10 следует, что за период 2003-2008 гг. первое место (по средним показателям) занимают несчастные случаи и травмы; второе место – болезни органов дыхания; третье место – инфекционные и паразитарные заболевания; четвертое место – прочие причины; пятое место – болезни нервной системы. Остальные причины представлены значительно в меньшем объеме.

Выводы

1. Построение математических моделей на основе анализа временных рядов и применения полиномов Чебышева, а также разработанных в лаборатории электронных продуктов, позволило выявить следующие тенденции: поступательное снижение перинатальной, неонатальной и постнеонатальной смертности в период 2001-2008 гг.; неуклонное снижение в прогнозных значениях показателей исследуемых процессов за период 2009-2011 гг.

2. Анализ причин перинатальной смертности со стороны плода и со стороны матери выявил доминирующие причины перинатальной смертности. Со стороны

плода главной причиной смертности являются состояния, возникшие в перинатальном периоде; со стороны матери – внутриутробная гипоксия и асфиксия новорожденных.

3. Анализ причин детской смертности в младенческом возрасте показал, что самыми высокими показателями причин детской смертности являются: несчастные случаи и травмы; болезни органов дыхания; инфекционные и паразитарные заболевания. По сравнению с вышеприведенными, остальные причины (болезни крови, болезни мочеполовой системы, болезни органов пищеварения, злокачественные новообразования) имеют низкие показатели.

4. Для снижения летальности в младенческом возрасте необходим комплексный подход в работе со стороны службы неотложной неонатологии: активизация выездной консультативной помощи; ранняя госпитализация в специализированные неонатальные центры; повышение уровня неонатологической реанимационной помощи в регионе Приднестровья.

5. Среди мероприятий по снижению больничной летальности в акушерских стационарах и перинатальных центрах является целесообразным развитие реанимационной службы для новорожденных.

6. Снижение досуточной летальности возможно при развитии и совершенствовании внебольничной помощи детям в возрасте до 1-го года. При этом важны не только своевременная диагностика заболевания и госпитализация, но и сроки начала лечения ребёнка в амбулаторных условиях.

7. Необходимо внедрить в Приднестровье институт социального патронажа детей из семей высокого социального риска. Большой вклад в это могли бы внести отделения медико-социальной помощи поликлиник.

Литература

1. Зелинская Д.И. и др. Больничная летальность детей 1-го года жизни как ресурс снижения младенческой смертности // Здравоохр. Рос.Федерации.– 2007.– №4.– С.28-32.

2. Крачун Г.П., Менчер Э.М., Леонова Н.Г., Методика математического моделирования временных рядов для исследования медико-демографических процессов// Вестник Приднестр. ун-та. Сер.: мед–биол. и хим. науки. – 2003. – №2(18) – С.3-6.

3. Крачун Г.П., Васюткина И.А., Косяков П.Ю., Леонова Н.Г., Долгов Ю.А. Создание и обработка баз данных для математического моделирования медико-демографических процессов. Авторское свидетельство на программу для ЭВМ №220, Удостоверение №448. Приоритет от 18.03.2002.

4. Крачун Г.П., Менчер Э.М., Леонова Н.Г., Поляков К.А., Долгов Ю.А. Прогноз здоровья населения на базе математического моделирования Авторское свидетельство на программу для ЭВМ №274, Удостоверение №628. Приоритет от 12.09.2003.

5. Леонова Н.Г., Крачун Н.Г., Долгов Ю.А. Математическое моделирование медико-демографических процессов на основе полиномов Чебышева // Материалы III Межд. науч.-практ. конференции «Математическое моделирование в образовании, науке и производстве». – Тирасполь, 17-20 сентября 2003. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2003. – С.68-69.

6. Леонова Н.Г., Крачун Г.П. Применение полиномов Чебышева для математического моделирования естественного движения населения // Проблемы медицины и здравоохранения: прошлое, настоящее и будущее / Межвед. сб. науч. тр. – Тирасполь: ГУИПП "Типар", 2003 – Вып.2 – С.100-108.