

Прусаков Валерий Михайлович,
д.м.н., профессор кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности человека»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: vmprusak@yandex.ru

Прусакова Александра Валерьевна,
к.м.н., доцент кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности человека»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: alprus@mail.ru

ОЦЕНКА РИСКА МАССОВОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Prusakov V.M., Prusakova A.V.

ASSESSMENT OF THE RISK OF MASS MORBIDITY AMONG CHILDREN EXPOSED TO A COMPLEX OF ENVIRONMENTAL FACTORS

Аннотация. Рассмотрен методический прием расчета относительного риска (ОР) заболеваемости детей городов и фоновых территорий Иркутской области в 1988-2016гг. при раздельном и совместном воздействии локальных и региональных факторов окружающей среды в динамике. Предложенная методика позволяет количественно дифференцировать вклад локальных и региональных факторов в общий риск заболеваемости детей, оценивать динамику адаптационного процесса и выявлять доминирующие факторы риска в разные временные периоды. Подход может быть использован в медико-экологическом мониторинге и для обоснования приоритетных профилактических мероприятий в промышленных регионах.

Ключевые слова: массовая неинфекционная заболеваемость детей, локальные и региональные факторы, адаптационный процесс, относительный риск, промышленные города, фоновые территории.

Abstract. This paper examines a method for calculating the relative risk (RR) of childhood morbidity in cities and background areas of the Irkutsk Region from 1988 to 2016, taking into account the separate and combined effects of local and regional environmental factors over time. The proposed methodology allows for quantitatively differentiating the contribution of local and regional factors to the overall risk of childhood morbidity, assessing the dynamics of the adaptation process, and identifying dominant risk factors in different time periods. This approach can be used in medical and environmental monitoring and to substantiate priority preventive measures in industrial regions.

Keywords: mass non-communicable morbidity in children, local and regional factors, adaptation process, relative risk, industrial cities, background areas.

Согласно [1] риск заболеваемости, реактивность/резистентность организма детей и медико-экологическая ситуация (МЭС) на территории промышленных городов области формируется при воздействии комплекса локальных и региональных факторов, а на фоновых территориях – при влиянии преимущественно региональных факторов. Для оценки силы воздействия группы локальных факторов принято определять относительный риск (ОР_л) с использованием фоновых значений заболеваемости в один и тот же срок наблюдения на оцениваемой и фоновой территориях. Для оценки силы воздействия преимущественно региональных факторов в качестве фоновой используется среднее значение заболеваемости на фоновых территориях в начале исследования (1988-1990

гг.). Такая фоновая заболеваемость позволяет определять относительный риск региональный (ОР_р) в динамике. Эти две фоновые позволяют получить две динамики относительного риска (ОР), каждая из которых позволяет оценить роль соответствующей группы факторов в формировании риска заболеваемости и их динамики, характеристик реактивности/резистентности и МЭС.

Выполненный анализ формирования ОРл от локальных факторов в городах и ОР_р от региональных факторов на фоновой территории позволил предложить вариант расчета ОР для заболеваемости городов в целом от всех изучаемых факторов на основании результатов определения вышеперечисленных рисков.

Чтобы определить уровень общего для изучаемых факторов значения риска заболеваемости необходимы их выражения в одной единице измерения. В данном случае это фоновая заболеваемость для оценки риска на фоновых территориях – средняя исходная заболеваемость в 1988-1990гг. Она имеет наименьшее значение $797,1 \times 10^{-3}$ случаев заболеваний, что с наибольшей вероятностью свидетельствует о высоком уровне реактивности контингента. Поскольку ОР от локальных факторов получается с помощью синхронной по времени заболеваемостью на фоновых территориях, то облегчается получение общего в отношении к исходной заболеваемости риска при наличии ОРл и ОР_р путем их умножения. Общий риск (ОР_о) отражает все изменения в состоянии здоровья контингентов при совместном воздействии факторов отдельных территорий. Определение ОР_о в динамике позволяет оценить влияние и вклады локальных и региональных факторов, их роль в формировании многолетней динамики риска заболеваемости и адаптационного процесса. Получение перечисленных оценок и послужило целью данной работы.

Для достижения поставленной цели выполнили следующее:

1) Определение обычных ОР (ОР_{л_{ij}} – относительный риск на локальной территории; ОР_{р_{ij}} – относительный риск на региональной территории) по следующим формулам:

$$\text{ОР}_{л\text{ij}} = \text{Р}_{л\text{ij}} / \text{Р}_{рj} \text{ и } \text{ОР}_{р\text{ij}} = \text{Р}_{рj} / \text{Р}_{р.\text{исх}},$$

где Р_{л_{ij}} и Р_{р_j} – соответственно заболеваемость (случаи на 10³ обращений) детей i-го города и фоновой территории в j-й срок наблюдения; Р_{р.исх} – исходная региональная (фоновая) заболеваемость (случаи на 10³ обращений).

2) Определение общего риска (ОР_{о_{ij}}) для заболеваемости i-го города в целом от всех изученных факторов в j-й срок наблюдения на основании результатов определения вышеперечисленных рисков по формуле:

$$\text{ОР}_{о\text{ij}} = \text{ОР}_{л\text{ij}} \times \text{ОР}_{р\text{ij}} [1]$$

Другими словами, определение ОР в изучаемом городе (пункте) по отношению не к фоновой заболеваемости в j-й срок наблюдения, а к фоновой заболеваемости в исходный срок наблюдения 1988-1990 гг. В этом случае ОР_{о_{ij}} бу-

дет содержать в себе долю ОР от региональных факторов (ΔOP_{rij}), долю ОР от локальных факторов (ΔOP_{lij}), а также исходный риск, равный 1.

Доли перечисленных рисков определяли по следующим формулам:

$$\Delta OP_{lij} = OP_{oij} - OP_{rij};$$

$$\Delta OP_{rij} = OP_{rij} - 1,0.$$

3) Определение вкладов изучаемых групп факторов в формирование суммарного риска города или иной изучаемой территории выполняли по следующим формулам:

$$Q_{lij} = (\Delta OP_{lij} / OP_{oij}) \times 100;$$

$$Q_{rij} = (\Delta OP_{rij} / OP_{oij}) \times 100;$$

$$Q_{исх} = (OP_{исх} / OP_{oij} \text{ или } 1 / OP_{oij}) \times 100,$$

где Q_{lij} – вклад локальных факторов, Q_{rij} – вклад региональных факторов, $Q_{исх}$ – вклад исходной заболеваемости в общем риске, $OP_{исх}$ – относительный риск исходный (за начальный (исходный) период наблюдения).

Расчеты выполнены по данным, представленным в таблицах 1 и 2, по пятилетним периодам наблюдения. Следует подчеркнуть, что пятилетки достаточно удовлетворительно отражают 3 периода стереотипной динамики длительного процесса адаптации населения, попавшего в измененные условия жизнедеятельности.

В длительном адаптационном процессе мигрантов В.П. Казначеев (1980) условно выделяет четыре периода: I период выраженной дестабилизации физиологических функций, продолжающейся до полугода; II стабилизации (относительной стабилизации и синхронизации регуляторных и гомеостатических процессов) длительностью 2,5–3 года; III период стабильного состояния (или адаптированности) длительностью 12-15 лет; IV период истощения, сопровождающийся все большим истощением резервных возможностей организма [2].

В нашем исследовании I период выраженной дестабилизации и II период стабилизации отражаются в виде двух подъемов заболеваемости в 1991-1994 гг. и 1995-1998 гг., ассоциируемые прежде всего с воздействием факторов солнечных вспышек. В 1999 г. заболеваемость растет, адаптационный процесс на фоновой территории начинает переходить с 2002 г. в III период стабильного состояния или адаптированности. Эти пять лет 2001-2005 гг. и последующие 2006-2010 гг. и 2011-2016 гг. ассоциируются с негативными факторами социально-экономической и политической перестройки. Далее эти новые факторы назовем как перестроечные негативные региональные факторы.

Реакцию детского населения на фоновой территории в виде динамик общей заболеваемости всеми болезнями и ее рисков в целом описана как стресс-реакция на новые условия среды обитания по вышеперечисленным периодам.

Реакцию детского населения на фоновой территории и в городах в виде динамик общей заболеваемости всеми болезнями и ее рисков в целом описана

как стресс-реакция на новые условия среды обитания по вышеперечисленным периодам [1].

Таблица 1

Динамика относительного риска общей заболеваемости детей на территории промышленных городов и административного центра Иркутской области в 1988-2016 годах

Города, территории	Относительный риск, кратность					
	1988-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2016
г. Ангарск	2,28	1,59	1,87	1,49	1,19	1,08
г. Братск	1,85	1,38	1,73	1,59	1,55	1,55
г. Шелехов	1,87	1,96	2,05	1,31	1,65	1,66
г. Иркутск	1,47	1,00	1,66	1,62	1,60	1,66
г. Усолье-Сибирское	1,95	1,32	1,65	1,93	1,49	1,28
Фоновая территория**	1,0	1,4	1,35	1,97	2,19	2,36

Примечание: *В городах ОР заболеваемости рассчитывается при использовании в качестве «фоновой» синхронную по времени заболеваемость на фоновой территории;

** На фоновой территории ОР заболеваемости рассчитывается при использовании в качестве «фоновой» среднего ее значения в 1988-1990 гг.

Таблица 2

Динамика общего относительного риска общей заболеваемости детей на территории промышленных городов и административного центра Иркутской области в 1988-2016 годах

Города, территории	Относительный риск, кратность					
	1988-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2016
Ангарск	2,28	2,23	2,52	2,93	2,61	2,55
Братск	1,85	1,93	2,34	3,13	3,94	3,66
Шелехов	1,87	2,74	2,77	2,58	3,61	3,92
Иркутск	1,47	1,4	2,16	3,19	3,50	3,92
Усолье-Сибирское	1,95	1,85	2,23	3,80	3,26	3,02
Фоновая территория*	1,0	1,4	1,35	1,97	2,19	2,36

Примечание: на всех территориях ОР заболеваемости рассчитывается при использовании в качестве «фоновой» среднего ее значения на фоновой территории в 1988-1990 гг.

Характер кривых динамик заболеваемости и ее рисков в городах существенно отличается от кривой адаптационного процесса на фоновой территории и между собой по длине моделируемых полиномиальных волн, по числу малых и средних волн на них, частотой и амплитудами колебаний при ведущей роли

локальных факторов в формировании индивидуальных особенностей кривых в городах.

Если на фоновой территории динамика процесса адаптации к воздействию новой ситуации в среде обитания близка к стереотипной, то в городах она заметно трансформирована с точки зрения характера кривых динамик в каждом городе.

Важной особенностью рассматриваемого случая является, прежде всего, начало стресс-реакций на фоновой территории с подъема заболеваемости, а в городах с выраженного снижения заболеваемости в I, II периодах и различной степени цикличности во II периоде адаптации. Это обстоятельство должно отразиться на направленности динамики риска от локальных факторов.

Эта особенность развития реакции связана тем, что реакции детей на воздействия факторов солнечной активности реагируют контингенты детей с различными уровнями реактивности их организмом. По уровню фоновой заболеваемости и ОР заболеваемости детей в городах в начале периода наблюдения в 1988-1990гг. дети на фоновой территории обладают относительно высокой реактивностью и низкой заболеваемостью, а дети в городах – как правило, высоким уровнем риска заболеваемости массовыми неспецифическими неинфекционными заболеваниями (МНИЗ) (ОР в пределах 1,85-2,4) и относительно пониженной реактивностью организма. Отсюда для детей фоновых территорий факторы солнечной активности (СА) являются сильными факторами, способствующими возрастанию числа стрессовых реакций (РС) адаптации у детей и возникновению заболеваний. В контингентах детей городов, напротив, реактивность существенно понижена и факторы СА на ее фоне оказывают воздействие на организм средней силы, которое вызывает рост числа реакций активации (РА), в том числе за счет перехода РС в РА, которые повышают неспецифическую сопротивляемость организма и снижают заболеваемость.

Эти различий естественно вносят существенное влияние в динамику вкладов риска от изучаемых факторов.

Динамика вкладов изучаемых факторов в формирование риска заболеваемости детей МНИЗ представлена в таблице 3.

Вклад локальных факторов в формирование ОР заболеваемости МНИЗ в I и II периодах адаптации снизился в городах с исходных 31,91 – 56,14 % в 1988-1990 гг. до 24,32 – 48,9 % в 1991-1996 гг. и практически достиг исходного 31,97 – 56,14 % в 1996-2006 гг. Вклад ОР от изменяющихся (преимущественно факторов СА) региональных факторов составил 0, 14,6–23,57 % и 12,64 – 17,64 % соответственно перечисленным трехлетнему и пятилетним интервалам. На период наблюдения, соответствующий III периоду адаптированности, контингенты детей на фоновой территории и в городах, за исключением детей города Шелехов, вышли в 2001-2005 гг., а контингенты детей г. Шелехова – в 2006-2010 гг.

Таблица 3

**Характеристика вклада локальных и региональных факторов
в формирование риска заболеваемости МНИЗ детей в городах области**

Показатели	1988-1990 гг.		1991-1995 гг.		1996-2000 гг.		2001-2005 гг.		2006-2010 гг.		2011-2016 гг.	
	кратность	%	кратность	%	кратность	%	кратность	%	кратность	%	кратность	%
г. Ангарск												
ОРо	2,28	100	2,23	100	2,52	100	2,93	100	2,61	100	2,55	100
ΔОРл.	1,28	56,1	0,83	37,2	1,17	46,4	0,96	32,8	0,42	16,1	0,19	7,45
ΔОРр.	0	0	0,40	17,9	0,35	13,9	0,97	33,1	1,19	45,6	1,36	53,3
Исх.О Рф	1,0	43,9	1,0	44,8	1,0	39,7	1,0	34,1	1,0	38,3	1,0	39,2
г. Братск												
ОРо	1,85	100	1,93	100	2,34	100	3,13	100	3,39	100	3,66	100
ΔОРл.	0,85	45,9	0,53	27,5	0,99	42,3	1,16	37,1	1,20	35,4	1,30	35,5
ΔОРр.	0	0	0,40	20,7	0,35	15	0,97	31	1,19	35,1	1,36	37,2
Исх.О Рф	1,0	54,1	1,0	51,8	1,0	42,7	1,0	31,9	1,0	29,5	1,0	27,3
г. Шелехов												
ОРо	1,87	100	2,74	100	2,77	100	2,58	100	3,61	100	3,92	100
ΔОРл.	0,87	46,5	1,34	48,9	1,42	51,3	0,61	23,6	1,42	39,3	1,56	39,8
ΔОРр.	0	0	0,40	14,6	0,35	12,6	0,97	37,6	1,19	33	1,36	34,7
Исх.О Рф	1,0	53,5	1,0	34,5	1,0	36,1	1,0	38,8	1,0	27,7	1,0	25,5
г. Иркутск												
ОРо	1,47	100	1,40	100	2,16	100	3,19	100	3,50	100	3,92	100
ΔОРл.	0,47	32	0	0	0,81	37,5	1,22	38,2	1,31	37,4	1,56	39,8
ΔОРр.	0	0	0,40	28,6	0,35	16,2	0,97	30,4	1,19	34,0	1,36	34,7
Исх.О Рф	1,0	68,0	1,0	71,5	1,0	46,3	1,0	31,3	1,0	28,6	1,0	25,5
г. Усолье												
ОРо	1,95	100	1,85	100	2,23	100	3,80	100	3,26	100	3,02	100
ΔОРл.	0,95	48,7	0,45	24,3	0,88	39,5	1,83	48,2	1,07	32,8	0,66	21,9
ΔОРр.	0	0	0,40	21,6	0,35	15,7	0,97	25,5	1,19	36,5	1,36	45,0
Исх.О Рф	1,0	51,3	1,0	54,1	1,0	44,8	1,0	26,3	1,0	30,7	1,0	33,1

Стресс реакция детей г. Шелехова на воздействие преимущественно факторов СА началась практически в 1989 г. волнообразным снижением ОР, переходящим в 1993 г. в восходящую полуволну с фазой максимум в 1995/1996 гг. и нисходящую полуволну с фазой минимум в 2002 г. В 2006 г. динамика ОР переходит в III период адаптированности 2006-2016 гг. I и II период адаптации I и II практически длился с 1989 г. по 2005 г. Сопровождался подъемом заболеваемо-

сти в 1996-2000 гг. и снижением в 2001-2005 гг. от воздействия локальных факторов. Одновременно в 2001-2005 гг. возрос вклад перестроечных региональных факторов до 37,6 %. В 2006-2016 гг. вклад этих региональных факторов колебался в пределах 33 – 34,7 %, близких по значениям к величинам локальных факторов.

Вклад «перестроечных» региональных факторов в риск заболеваемости детей вырос с 13,9 – 16,2 % в 1996-2000 гг. до 25,6 – 37,6 % в 2001-2005 гг., до 34,7 % в городах Братск, Шелехов и Иркутск в 2011-2016 гг.; до 45,0 и 53,0 % в городах Усолье и Ангарск соответственно (с учетом снижения загрязнения атмосферного воздуха и роли локальных факторов) в 2011-2016 гг.

Нужно отметить, что в период адаптированности контингентов детей значения вкладов локальных и перестроечных региональных факторов в формирование общего риска заболеваемости детей сближаются.

Проведенное исследование, основанное на разработанной методике раздельной оценки ОР от локальных и региональных факторов, позволило количественно охарактеризовать их вклад в формирование многолетней динамики общей заболеваемости детей промышленных городов Иркутской области в период с 1988 по 2016 гг.

Установлено, что предложенный показатель ОРо, а также вычисление долей риска ($\Delta ОРл$, $\Delta ОРр$) и вкладов ($Qл$, $Qр$, $Qисх$) дают возможность не только интегрировать воздействие всех изучаемых факторов, но и дифференцировать их роль в адаптационных процессах детского населения. Использование вместо двух типов «фоновой» заболеваемости: синхронной (для оценки локальных факторов) и исходной за 1988-1990 гг. (для оценки региональных факторов), только одной исходной позволяет унифицировать единицу измерения риска.

Анализ динамики ОРо выявил значительный рост общего риска заболеваемости во всех городах к 2011-2016 гг. по сравнению с исходным периодом (например, в Братске и Иркутске – до 3,7 и 3,9 соответственно), при этом общая направленность рисков на разных территориях оказалась неодинаковой. Характер кривых заболеваемости в городах существенно отличался от стереотипной динамики адаптации на фоновой территории: если на фоновой территории процесс начинался с подъема заболеваемости (стресс-реакция на новые условия), то в городах – с ее снижения, что объясняется исходно различным уровнем реактивности детских контингентов. Дети фоновых территорий с высокой реактивностью острее реагировали на факторы солнечной активности, тогда как дети промышленных городов с исходно пониженной реактивностью и высоким уровнем неспецифической заболеваемости демонстрировали активацию неспецифической резистентности.

Анализ вкладов факторов показал, что в период выраженной дестабилизации и начальной стабилизации (1991-2000 гг.) вклад локальных факторов в

общий риск снижался (с 31,9 – 56,1 % до 24,3 – 48,9 %), а затем частично восстанавливался. Начиная с 2001-2005 гг. (III период адаптированности) происходило закономерное сближение вкладов локальных и региональных «перестроенных» факторов (социально-экономических и политических), причем в 2011-2016 гг. в городах Ангарск и Усолье-Сибирское вклад региональных факторов достиг 53,3 % и 45,0 % соответственно на фоне снижения роли локальных (вероятно, вследствие уменьшения загрязнения атмосферы). В городах Братск, Шелехов и Иркутск наблюдалась относительная стабилизация вкладов обеих групп факторов на уровне 32 – 40 %.

Таким образом, разработанный подход позволяет не только оценить общий риск заболеваемости детей от комплекса антропогенных и природно-климатических воздействий, но и выявить переломные моменты адаптационного процесса, а также определить, какая группа факторов в конкретный временной период доминирует. Полученные результаты подтверждают, что в промышленных городах риск формируется под влиянием локальных и региональных факторов с трансформацией стереотипной динамики адаптации, а на фоновых территориях – преимущественно под влиянием региональных факторов. Методика может быть рекомендована для медико-экологического мониторинга и обоснования приоритетных профилактических мероприятий в регионах с различной антропогенной нагрузкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Прусаков В.М., Прусакова А.В.** Динамика массовых неинфекционных заболеваний детей в период постсоциалистических преобразований — Текст: непосредственный // Профилактическая медицина. Актуальные медико-экологические проблемы Сибири. Глава 2. – Иркутск: ИНЦХТ, 2022. – С.28-56.
2. **Казначеев В.П.** Современные аспекты адаптации. — Текст: непосредственный // Новосибирск: Наука; 1980 – 191 с.