

# БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

## BIOLOGY AND MEDICAL BIOLOGY

DOI: 10.29413/ABS.2018-3.6.23

УДК 314.144:303.722.4(571.1/.5)

Савченков М.Ф.<sup>1,3</sup>, Ефимова Н.В.<sup>2</sup>

### Анализ и стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1, Россия)<sup>2</sup> ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» (665827, г. Ангарск, 12а микрорайон, 3, Россия)<sup>3</sup> ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16, Россия)

#### Резюме

В настоящее время приоритеты и направления развития экономики России связаны с восточными территориями. Стратегия сохранения здоровья населения должна строиться исходя из основных индикаторов – предотвращения заболеваний и устранения факторов риска. Цель **данного исследования**: разработать подходы к обоснованию направлений и индикаторов стратегического развития Сибири. В динамике за 5 лет в разрезе субъектов Сибирского федерального округа рассмотрены два блока характеристик: I блок – «здоровье населения»; II блок – «среда обитания». С помощью кластерного анализа выявлены 4 группы территорий, различающиеся по уровню заболеваемости и средней ожидаемой продолжительности жизни (СОПЖ). Показано, что СОПЖ зависит от экономических показателей: среднедушевого дохода ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,046$ ); удельного веса жителей с доходом ниже прожиточного минимума ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,012$ ); обеспеченности ресурсами здравоохранения ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,037$ ). Заболеваемость ассоциирована с величиной валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух ( $r = 0,83-0,96$ ;  $p < 0,001$ ). Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения на уровне макрорегиона позволила обосновать иерархию наиболее значимых факторов. Более 98 % экологически обусловленной компоненты заболеваемости ассоциировано с величиной валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух (вклад составил 69 %), обеспеченностью населения врачами (12,6 %) и стационарными койками (6,7 %), валовым региональным продуктом (6,5 %), расходом чистой воды (3 %) и среднедушевым доходом (0,8 %). В заключение следует отметить, что для успешной реализации профилактических стратегий важным этапом является разработка комплекса решений по эффективному использованию имеющихся в регионе ресурсов (финансовых, кадровых, медицинских, реабилитационных).

**Ключевые слова:** индикаторы, санитарно-эпидемиологическое благополучие, Сибирь, кластерный анализ, дисперсионный анализ

Для цитирования: Савченков М.Ф., Ефимова Н.В. Анализ и стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири. Acta biomedica scientifica, 2018, 3 (6), 156-163, DOI 10.29413/ABS.2018-3.6.23.

### Analysis and Strategies for Securing Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population of Siberia

Savchenkov M.F.<sup>1,3</sup>, Efimova N.V.<sup>2</sup><sup>1</sup> Irkutsk State Medical University (ul. Krasnogo Vosstaniya 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)<sup>2</sup> East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research (12a mikrorayon 3, Angarsk 665827, Russian Federation)<sup>3</sup> Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (ul. Timiryazeva 16, 664003 Irkutsk, Russian Federation)

#### Abstract

Priorities and directions of development of the Russian economy are connected with the eastern territories. The purpose of the study is to identify key problems and substantiate indicators of the hygienic and epidemiological welfare of the population of Siberia. Two blocks of characteristics ("public health" and "environment") are considered in dynamics for 5 years in the context of the subjects of the Siberian Federal District. Four groups of territories differed in terms of the incidence rate and the average life expectancy (ALE) using cluster analysis. It is shown that ALE depends on economic indicators. The incidence is associated with the amount of gross pollutant emissions in the atmospheric air ( $r = 0.83-0.96$ ;  $p < 0.001$ ). The assessment of the influence of the habitat on the health of the population at the level of the macroregion allowed to substantiate the hierarchy of the most significant factors. More than 98 % of the environmentally related component of morbidity is associated with the amount of gross emissions of harmful substances in the

air (the contribution was 69 %), the provision of the population with doctors (12.6 %) and inpatient beds (6.7 %), the gross regional product (6.5 %), clean water consumption (3 %) and average per capita income (0.8 %). In conclusion, for the successful implementation of preventive strategies, an important stage is the development of a set of solutions for the effective use of resources available in the region (financial, personnel, medical, rehabilitation).

**Key words:** indicators, hygienic and epidemiological welfare, Siberia, cluster analysis, variance analysis

**For citation:** Savchenkov M.F., Efimova N.V. Analysis and strategies for securing sanitary and epidemiological welfare of the population of Siberia. Acta biomedica scientifica, 2018, 3 (6), 156-163, DOI 10.29413/ABS.2018-3.6.23.

Проблемы природной, техногенной, экологической, ресурсной, радиационной, информационной безопасности и других её аспектов становятся все более актуальными [11, 17]. В настоящее время в связи с появлением новых глобальных вызовов и переносом вектора социально-экономического развития Российской Федерации на восток представляется особенно важной работа по сохранению здоровья населения данных регионов и его высокой трудовой и профессиональной активности. Данная стратегия должна строиться исходя из основных индикаторов – предотвращения заболеваний и устранения факторов риска. На стадии обоснования общей стратегии и тактических решений по сохранению здоровья населения отдельных территорий при общности целей и задач для микро- и макрорегионов должны учитываться сложившиеся диспропорции и их детерминированность, но, по мнению Г.Г. Онищенко с соавторами, здесь не требуется избыточная детализация и индивидуализация [5]. Для решения таких задач широко используются алгоритмы кластерного анализа, направленные на получение оптимального разделения некоторой совокупности объектов на группы, объединённые сходством признаков [4, 10, 13]. В настоящее время требуется актуализация существующих стратегий развития регионов, что определяет **цель данного исследования:** выявить ключевые проблемы и обосновать индикаторы санитарно-эпидемиологического благополучия населения Сибири.

#### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В динамике за 5 лет в разрезе субъектов Сибирского федерального округа (СФО) рассмотрены два блока характеристик. I блок – «состояние здоровья населения» – включает: среднюю ожидаемую продолжительность жизни (СОПЖ); заболеваемость детского, подросткового и взрослого населения; результаты профилактических медицинских осмотров детского и подросткового контингента. II блок отражает условия жизни по характеристикам ресурсов здравоохранения, социально-экономического статуса территорий, экологической нагрузки. Источником информации служили основные показатели здоровья населения и здравоохранения СФО [8] и данные Росстата [5].

Выявление однотипных субъектов на территории СФО по состоянию здоровья было проведено в ходе двухступенчатого кластерного анализа: иерархического по методу Варда и  $k$ -средних. Метод Варда основан на дисперсионном анализе оценки расстояний между кластерами и минимизирует сумму квадратов (SS) для любых двух (гипотетических) кластеров, которые могут быть сформированы на каждом шаге

[10]. Данный метод, рекомендуется к применению при малом числе анализируемых переменных, как в нашем случае. По результатам иерархического анализа было определено оптимальное количество кластеров (в нашем случае – 4), которое использовано на следующем этапе кластеризации методом  $k$ -средних. Сопоставление многомерных объектов проводилось с помощью матрицы евклидовых расстояний между точками многомерного пространства, которые дают возможность определить положение каждой точки (в нашем случае – субъекта РФ) относительно остальных точек и провести их классификацию. Описательные характеристики кластеров представлены средней арифметической величиной ( $X$ ) и её стандартным отклонением ( $Xst$ ). Сравнение выявленных кластеров выполнено с помощью дисперсионного анализа. Кроме того, рассчитаны средние характеристики признаков, входящих во II блок, для каждого из кластеров для выявления различий по факторам, влияющим на формирование популяционного здоровья. Сравнение интенсивных показателей проведено по точному критерию Фишера, экстенсивных – по критерию  $\chi^2$ , статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . Связь показателей здоровья с факторами среды обитания оценена по коэффициентам корреляции Спирмена. Статистическая обработка проведена с помощью программы Statistica 10.0

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Одним из важнейших социальных и медицинских индикаторов для территорий является средняя ожидаемая продолжительность жизни населения. В рассматриваемый период средний уровень данного показателя в СФО составил 69,3 года, что ниже, чем для населения РФ. Более благоприятные показатели характерны для жителей Томской (72,3 года), Новосибирской (70,9 года), Омской (70,4 года) областей, Алтайского (70,4 года) и Красноярского (69,7 года) краёв. Самой неблагоприятной представляется ситуация в Республике Тыва, СОПЖ населения которой более чем на 6 лет ниже, чем в СФО.

Заболеваемость населения, особенно впервые выявленная, является одним из наиболее важных показателей популяционного здоровья, так как отражает его потери, в значительной степени связанные с влиянием внешних стрессоров. На больших территориях с различиями в природно-климатических и социально-экономических условиях, уровне агропромышленного развития, этнического и социального составов населения показатели заболеваемости могут варьировать в значительных пределах. Так, среди детского населения минимальные показатели зарегистрированы в Республике Тыва (1361,0 случай

Таблица 1

Ранжирование общей заболеваемости населения СФО (2011–2015 гг.)

Ranking of the general morbidity of the population of the Siberian Federal District (2011–2015)

Территории	Среднегодовая заболеваемость по группам (на 1000 населения), ‰ / ранг			Суммарный ранг
	дети	подростки	взрослые	
СФО	2176,0	2247,6	1614,4	–
Республика Алтай	1830,8 / 3	2056,8 / 6	1501,8 / 8	17
Республика Бурятия	1407,6 / 2	1523,1 / 1	1186,9 / 2	5
Республика Тыва	1361,0 / 1	1629,1 / 2	1056,2 / 1	4
Республика Хакасия	2037,3 / 4	2179,6 / 7	1494,8 / 7	18
Алтайский край	2199,5 / 9	2873,9 / 12	2530,5 / 12	33
Забайкальский край	2125,6 / 6	2240,8 / 8	1226,1 / 3	17
Красноярский край	2181,2 / 7	2015,05 / 4	1657,0 / 10	21
Иркутская область	2464,1 / 12	2441,5 / 10	1585,5 / 9	31
Кемеровская область	2190,6 / 8	2357,7 / 9	1385,2 / 5	22
Новосибирская область	2301,9 / 10	2046,2 / 5	1430,1 / 6	21
Омская область	2444,3 / 11	2542,4 / 11	1803,2 / 11	33
Томская область	2122,4 / 5	1824,15 / 3	1226,5 / 4	12

на 1000 человек), среди подросткового – в Республике Бурятия (1523,1 случая на 1000 человек), максимальные показатели и среди детского, и среди подросткового населения – в Омской области (соответственно, 2444,3 и 2542,4 случая на 1000 человек) (табл. 1).

Среди взрослого населения самая низкая заболеваемость выявлена в Республике Тыва (1056,2 ‰), самая высокая – в Алтайском крае (2530,5 ‰). По суммарному рангу к числу неблагоприятных территорий следует отнести Алтайский край ( $\Sigma$  рангов = 33), Омскую ( $\Sigma = 33$ ) и Иркутскую ( $\Sigma = 31$ ) области. К самым низким в регионе по возвратным потерям относятся показатели в республиках Тыва ( $\Sigma$  рангов = 4) и Бурятия ( $\Sigma$  рангов = 5).

Среди характеристик здоровья детского и подросткового населения достаточно информативными считаются показатели распространённости функциональных нарушений, выявляемые в ходе медицинских осмотров [1]. Анализ данных по СФО в разрезе субъектов Российской Федерации свидетельствует о том, что чаще всего нарушения органов слуха, зрения, речи, ортопедическая патология регистрируются у детей Томской области (39,0 ‰), что в 10 раз выше, чем в Республике Тыва, и более чем в 3 раза выше, чем в среднем по СФО. Возможно, низкие показатели выявляемости нарушений в таких субъектах РФ, как Республика Тыва, Красноярский край, связаны с труднодоступностью территорий, что приводит к недостаточно высокому охвату контингентов населения, подлежащих медосмотрам. Выявленные диссонансы показателей невозвратных и возвратных потерь здоровья требуют применения более сложных систем анализа и оценки медико-экологической ситуации на уровне макрорегиона.

Кластерный анализ данных о возвратных потерях здоровья населения показал, что на территории СФО можно выделить четыре кластера. Первый кластер включает 7 субъектов РФ (Республика Алтай, Респу-

блика Хакасия, Забайкальский и Красноярский край, Кемеровская, Томская и Новосибирская области). Во второй кластер выделен Алтайский край; республики Тыва и Бурятия вошли в III кластер; Иркутская и Омская области – в IV кластер. Евклидовы расстояния особенно велики между кластерами II и III (931,0), III и IV (679,9), I и II (606,8), II и IV (426,6), I и III (423,3); минимальное расстояние характерно для кластеров, включающих промышленно развитые территории – I и IV (262,5).

Средние показатели потерь здоровья по кластерам представлены в таблице 2.

Показатели в кластере III ниже, чем во всех остальных кластерах, причём как по заболеваемости, так и по СОПЖ. Во II кластере отмечены максимальные уровни СОПЖ и частоты функциональных нарушений у детей, заболеваемости подросткового и взрослого населения. I кластер, включающий наибольшее количество субъектов РФ и имеющий наибольшую численность населения, характеризовался по всем рассматриваемым признакам величинами, близкими к средним по СФО. IV кластер имел самый высокий уровень заболеваемости детского населения, но заболеваемость подростков и взрослых была ниже, чем во II кластере. Дисперсионный анализ свидетельствовал о том, что наиболее значимыми для кластеризации оказались различия по заболеваемости детского ( $F = 25,3$ ;  $p = 0,000$ ), взрослого ( $F = 22,1$ ;  $p = 0,000$ ) и подросткового населения ( $F = 19,9$ ;  $p = 0,000$ ). Различия по частоте выявления нарушений здоровья в ходе медицинских осмотров ( $F = 0,6$ ;  $p = 0,645$ ) и СОПЖ ( $F = 1,3$ ;  $p = 0,318$ ) не имели статистической значимости.

Дальнейший анализ данных был направлен на выявление наиболее важных факторов, которые могут оказать влияние на формирование популяционного здоровья. Показатели, характеризующие уровень экономического развития региона, находились в большом

Таблица 2

Показатели потерь здоровья населения СФО по кластерам

Indicators of health loss of the population of the Siberian Federal District in the clusters

Table 2

Показатели	I кластер		II кластер		III кластер		IV кластер	
	среднее	Stx	среднее	Stx	среднее	Stx	среднее	Stx
% нарушений по результатам медосмотров детей	16,9	10,8	17,1	0,00	6,9	5,1	15,6	1,5
Заболеваемость (дети), ‰	2112,8	148,2	2199,5	0,00	1384,3	32,9	2454,0	13,9
Заболеваемость (подростки), ‰	2102,9	173,4	2873,9	0,00	1576,1	75,0	2491,1	71,3
Заболеваемость (взрослые), ‰	1417,3	155,3	2530,5	0,00	1121,5	92,3	1694,0	153,9
СОПЖ, лет	69,2	1,4	70,4	0,00	66,1	4,2	68,0	2,1

Примечание. Stx – стандартное отклонение,

Таблица 3

Характеристика социально-экономических факторов по кластерам СФО

Characteristics of socio-economic factors in the clusters of the Siberian Federal District

Table 3

Кластеры	СДД, тыс. руб./мес.	Доля лиц с доходом < ПМ, %	ОВ на 1000 населения	ОК на 1000 населения	МПП	ВРП, тыс. руб. на душу населения	УВ, %	Охват МО, % от подлежащих МО
I Кластер	14098,1	18,9	4,9	10,2	28,0	194704,7	62,04	94,7
Stx	2425,4	5,1	0,61	1,0	3,3	81031,9	4,0	2,0
II кластер	10773,8	21,2	4,57	10,6	29,5	112769,9	58,3	96,4
Stx	0	0	0	0	0	0	0	0
III кластер	11424,0	26,7	4,3	11,8	28,6	110408,7	61,3	94,9
Stx	2955,6	8,1	0,31	3,2	5,6	33873,6	0,1	1,7
IV кластер	14653,6	16	5,0	10,4	25,4	194845,2	61,2	94,2
Stx	672,0	3,2	0,47	0,6	2,3	15977,4	3,9	2,7

Примечание. Stx – стандартное отклонение; СДД – среднедушевой доход; ПМ – прожиточный минимум; ОВ – обеспеченность врачами; ОК – обеспеченность больничными койками; МПП – мощность поликлинического приёма; ВРП – валовый региональный продукт; УВ – укомплектованность врачами; МО – медицинские осмотры.

диапазоне. Так, наибольшая величина валового регионального продукта (ВРП) составила 195 млн руб. на душу населения в I и IV кластерах, а в III и II кластерах она была в 1,8 раза ниже (табл. 3). В указанных группах территорий уровень доходов на душу населения различался в 1,3–1,4 раза, что послужило причиной различий в удельном весе лиц с доходом ниже прожиточного минимума. Во II и III кластерах (Алтайский край, республики Тыва и Бурятия) около четверти населения живут за чертой бедности, а в прочих субъектах СФО доля таких лиц составила 16–18,9 %.

Статистически значимые различия между кластерами показаны с помощью дисперсионного анализа по социально-экономическим показателям: величине среднедушевого дохода ( $F = 19,2$ ;  $p = 0,000$ ); величине валового регионального продукта ( $F = 45,1$ ;  $p = 0,000$ ); доле лиц с доходом ниже прожиточного минимума ( $F = 6,6$ ;  $p = 0,010$ ). По характеристикам здравоохранения по изучаемым группам можно отметить, что во III кластере обеспеченность врачами на 1000 населения минимальная ( $4,3 \pm 0,3$ ), тогда как в IV кластере она в 1,2 раза выше ( $5,0 \pm 0,47$ ). Однако эти показатели, как прочие рассмотренные в работе, не имели статистически значимых различий.

При исследованиях влияния на здоровье (на индивидуальном или групповом уровнях) к числу наи-

более важных факторов относят загрязнение среды обитания. В ходе анализа связей популяционного здоровья и статистических характеристик техногенной нагрузки в масштабе макрорегионов их значимость не доказана. Однако считаем целесообразным рассмотреть показатели антропогенного воздействия на среду обитания в СФО.

Начиная со второй половины XX века территория Сибири интенсивно развивается, особенно в южных таксонах, где создан мощный агропромышленный комплекс. В 2015 г. доля округа в общем объёме продукции промышленного производства РФ составила 11,8 %, в расчёте на душу населения произведено продукции на сумму 293,4 тыс. руб. Указанное выше определяет уровни выбросов вредных веществ в объекты окружающей среды. Среди субъектов РФ максимальные объёмы выбросов приходились на стационарные источники Красноярского края (2363,3 тыс. т/год), Кемеровской области (1349,5 тыс. т/год), Иркутской области (641,8 тыс. т/год). Из передвижных источников Новосибирской области в приземный слой атмосферы населённых пунктов поступало 278,3 тыс. т/год, что составило 41 % от общего объёма выбросов, в Красноярском крае – 269,4 тыс. т/год (лишь 10,2 % от общего объёма), в Алтайском крае – 235,5 тыс. т/год (47,5 % от общего объёма). При анализе средних



объёмов выбросов по рассматриваемым кластерам выявлено, что наиболее высокий уровень поступления характерен для IV кластера (965,6 тыс. т), минимальный – для II кластера (111,7 тыс. т). В I и IV кластерах в качестве причины загрязнения атмосферного воздуха преобладают стационарные источники, вклад которых составил 75,0 % и 77,8 % соответственно. В III кластере более значим вклад передвижных источников (61,2 %), а во II кластере соотношение валовых выбросов от передвижных и стационарных источников составило 60,7 % и 39,3 % соответственно.

Оценка водного фактора проведена по двум направлениям: во-первых, потребление воды на хозяйственно-питьевые, промышленных нужды; во-вторых, сброс сточных вод. Анализ данных свидетельствует о том, что на территориях I и IV кластеров расходы чистой воды и поступление в водные объекты сточных вод наибольшее. Однако необходимо отметить, что и потребление воды, и загрязнение сточными водами водоёмов и водотоков в этих кластерах имело большой разброс: так, максимальное использование свежей воды было отмечено в Красноярском крае (2175,6 млн м<sup>3</sup>), минимальное – в Республике Алтай (8,2 млн м<sup>3</sup>) при показателях сброса сточных вод в этих регионах, соответственно, 2489,0 и 8 млн м<sup>3</sup>. С учётом численности населения ранги этих территорий остаются прежними: в Республике Алтай – 1-й ранг (расход воды – 0,03 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения, объём сточных вод – 0,04 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения), Красноярский край – 12-й ранг (0,76 и 0,87 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения соответственно). Подчеркнём также, что кластеры различаются по удельному весу проб воды в распределительной сети, не соответствующей гигиеническим нормативам: в I кластере 20,5 % – по санитарно-химическим требованиям, 3,6 % – по микробиологическим требованиям; во II кластере – 3,5 и 3,2 % соответственно; в III кластере – 14,1 и 2,2 % соответственно; в IV кластере – 13,2 и 1,5 % соответственно.

Состояние почвы на территориях муниципальных образований оценивали по данным наблюдений Центров гигиены и эпидемиологии субъектов РФ. Наибольшее число нестандартных проб по микробиологическим показателям в зоне влияния промышленных предприятий, транспортных магистралей, в местах применения пестицидов и минеральных удобрений выявлено в Алтайском крае (II кластер) и в селитебной зоне I кластера. В IV кластере отмечается высокое химическое и биологическое загрязнение как вблизи промышленных площадок, так и в селитебной зоне. Для почвы III кластера в большей степени характерно выявление проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-гигиеническим требованиям, отобранных в зонах влияния индустриальных объектов и автомагистралей.

Рассчитаны коэффициенты корреляции между показателями потерь здоровья и рассмотренными факторами среды обитания, позволяющие связывать состояние здоровья с влиянием внешних условий и выявлять наиболее значимые. Так, СОПЖ ассоциирована в первую очередь с экономическими показате-

лями: среднедушевым доходом ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,046$ ); удельным весом лиц с доходом ниже прожиточного минимума ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,012$ ); обеспеченностью стационарными койками ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,037$ ). Заболеваемость во всех возрастных группах ассоциирована с величиной валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух (у детей  $r = 0,83$ ,  $p = 0,001$ ; у подростков  $r = 0,96$ ,  $p = 0,00$ ; у взрослых  $r = 0,87$ ,  $p = 0,000$ ). Кроме того, следует отметить, что заболеваемость детского населения имеет обратную корреляционную связь с удельным весом лиц с доходом ниже прожиточного минимума ( $r = -0,71$ ;  $p = 0,006$ ) и среднедушевым доходом ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,049$ ). Выявленные статистические зависимости нельзя считать доказанными причинно-следственными связями, так как они носят вероятностный характер. Именно так расценивают зависимости популяционного здоровья и факторов среды обитания, выявленные с помощью статистических методов, многие исследователи [3, 11, 14]. Вместе с тем считается, что регрессионно-корреляционные связи между изучаемыми явлениями позволяют найти ключевые индикаторы, которые следует учитывать для оценки эффективности внедрения различных социальных программ, направленных на сохранение здоровья и улучшение качества жизни населения [6, 14, 16, 17].

Некоторые показатели, рассматриваемые нами как условия жизнедеятельности, тоже имеют между собой статистические значимые связи. Так, среднедушевой доход зависит от валового регионального продукта ( $r = 0,88$ ;  $p = 0,000$ ); связан с объёмом сбрасываемых сточных вод ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,047$ ), а также с удельным весом лиц с доходом ниже прожиточного минимума ( $r = -0,81$ ;  $p = 0,002$ ). Валовой региональный продукт, основной индикатор экономического развития территорий, ассоциирован с экологическими характеристиками: объёмом сточных вод, сбрасываемых в водоёмы ( $r = 0,59$ ;  $p = 0,044$ ), и выбросов, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,035$ ).

Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения на уровне макрорегиона позволила обосновать иерархию наиболее значимых факторов. Более 98 % экологически обусловленной компоненты заболеваемости ассоциировано с величиной валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух (вклад составил 69 %), обеспеченностью населения врачами (12,6 %) и стационарными койками (6,7 %), валовым региональным продуктом (6,5 %), расходом чистой воды (3 %) и среднедушевым доходом (0,8 %).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетние данные практического здравоохранения и научные исследования на территории Сибири позволили определить основные медицинские и социальные проблемы региона, выявить факторы риска и обозначить возможности управления ими [2, 6, 9]. Опираясь на риск-ориентированный подход, сегодня наиболее востребованными в СФО являются следующие стратегии: медико-экологическая, противозидемическая и информационная.

Результаты наших исследований позволили предложить на уровне макрорегиона индикаторы санитарно-эпидемиологического благополучия. К числу наиболее информативных признаков, характеризующих среду обитания, отнесены: экономические показатели (ВРП, среднедушевой доход, доля лиц с низким доходом); характеристики воздействия на окружающую среду (валовые выбросы в атмосферный воздух и расход чистой воды). Индикаторами эффекта могут служить показатели СОПЖ и заболеваемости детей и подростков.

Проведённый анализ статистических данных и отечественного и международного опыта в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия позволил выявить некоторые региональные различия. К числу наиболее интересных фактов можно отнести выделение в отдельный кластер Алтайского края, где регистрируются наиболее высокие индикаторы, характеризующие как позитивные (самая высокая в СФО СОПЖ), так и негативные тенденции в популяционном здоровье (высокая заболеваемость), которые на сегодня не могут получить однозначного объяснения, но определяют направление дальнейших исследований. Одним из результатов работы является вывод о том, что нынешнее распределение ресурсов медицинской помощи не учитывает все важные потребности в области здравоохранения регионов, что подтверждено не только высокими показателями потерь здоровья, но и низкой укомплектованностью медицинскими кадрами. Как показывает опыт Франции, Германии, Нидерландов [18], Великобритании [16], требуется более оптимальное использование ресурсов в первичной медико-санитарной помощи. Кроме того, необходимо более эффективное использование уже имеющихся информационных массивов, характеризующих как состояние здоровья, так и физико-химические и социально-экономические условия среды обитания.

Следует отметить, что выбор индикаторов эффекта традиционен для российской медико-профилактической школы и соответствует основной национальной задаче – сбережению здоровья подрастающего поколения. Анализ данных диспансеризации детского населения, представленный в работе А.А. Баранова с соавторами, показал, что лишь треть детей можно считать здоровыми [1]. Установлено, что значительные колебания в показателях частоты здоровых детей и детей, имеющих функциональные нарушения и хронические заболевания, по субъектам РФ определяется качеством и доступностью медицинской помощи на региональном уровне [1]. К зонам риска по данным показателям отнесены, в числе прочих, субъекты РФ, входящие в СФО. Следует отметить, что большинство территорий СФО считаются неблагополучными и по некоторым другим показателям: частоте онкологических заболеваний, бронхиальной астмы и аллергического ринита [3], состоянию факторов среды обитания, повышению уровню медико-демографических потерь, ассоциированных с факторами среды обитания [4].

Представленные в статье материалы позволяют нам сконцентрировать внимание на медико-экологи-

ческой стратегии. В связи с высоким риском для здоровья населения СФО, обусловленным длительным химическим загрязнением, в рамках данной стратегии необходимы следующие действия: во-первых, контроль и диагностика техногенного и эпидемиологического рисков, восстановление среды обитания и реабилитация здоровья человека; во-вторых, прогноз, оценка, минимизация последствий (в идеале – предотвращение); в-третьих, ликвидация зон высокого риска как природного, так и техногенного характера. Важнейшим обстоятельством успешности данной стратегии на популяционном уровне является создание условий для её реализации на основе вовлечения в этот процесс законодательных, государственных, экономических и общественных механизмов [2, 11, 14, 15]. Данная стратегия имеет ключевое значение для снижения массовой неинфекционной заболеваемости и смертности, так как обеспечивает снижение уровня факторов риска в популяции. Существует опыт применения этой стратегии для минимизации риска патологии щитовидной железы, кардиоваскулярных заболеваний и др. [6, 7, 12, 17].

В заключение следует отметить, что для успешной реализации профилактических стратегий важным этапом является разработка комплекса решений по эффективному использованию имеющихся в регионе ресурсов (финансовых, кадровых, медицинских, реабилитационных). Адекватная оценка собственных возможностей, обоснованное привлечение дополнительных ресурсов, их распределение и приведение в соответствие с реализуемыми стратегиями позволяют достичь цели по сохранению здоровья населения.

#### **Источник финансирования**

Работа не имела финансовой поддержки.

#### **Конфликт интересов**

Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Терлецкая Р.Н., Байбарина Е.Н., Чумакова О.В., Устинова Н.В., Антонова Е.В. Оценка качества проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних в Российской Федерации // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2017. – № 25 (1). – С. 23–29. doi: 10.18821/0869-866X-2017-25-1-23-29.
2. Ефимова Н.В. Медико-экологические проблемы: ретроспективный анализ на примере Иркутской области // Acta Biomedica Scientifica. – 2013. – № 3-1 (91). – С. 57–61.
3. Любошенко Т.М. Изучение распространенности вторичных иммунодефицитов среди населения РФ с помощью кластерного анализа // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 553.
4. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В., Андреева Е.Е. Кластерная систематизация параметров санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов Российской Федерации и городов федерального значения // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1 (13). – С. 4–14.

5. Официальные статистические показатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/bul\\_dr.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/bul_dr.rar) (дата обращения 25.03.2017).

6. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Голубинский Е.П., Марамонович А.С., Косилко С.А., Калиновский А.И., Родзиковский А.В., Безгоднов И.В. Современные проблемы медико-биологической и экологической безопасности Иркутской области // *Акта Biomedica Scientifica*. – 2007. – № 6. – С. 6–12.

7. Савченков М.Ф., Селятицкая В.Г., Колесников С.И., Аюшеева Т.Д., Бишарова Г.И., Бровина Ф.Я., Ведерников В.А., Герасимова И.Ш., Захаренко Р.В., Карчевский А.Н., Кривошапкин В.Г., Кузьминова О.И., Кузнецова И.Ю., Лутов Ю.В., Макаров О.А., Мануева Р.С., Манчук В.Т., Маторова Н.И., Муратов В.В., Муратова Н.М., Никитина И.Л., Новиков Ю.В., Одинцов С.В., Осокина И.В., Охремчук Л.В., Пальчикова Н.А., Петерсон В.Д., Прусакова А.В., Рютина Т.И., Рябкова В.А., Савватеева В.Г., Савченкова С.В., Самбурев Д.Ц., Седов В.Ю., Селиверстова Т.Г., Серебренникова О.А., Скосырева Г.А., Тимофеев Г.А., Тристан Л.Л., Федорова М.А., Филиппов Е.С., Чхенкели В.А., Чхенкели Г.Д. Йод и здоровье населения Сибири. – Новосибирск: СО РАМН, 2002. – 287 с.

8. Сборник статистических и аналитических материалов. Основные показатели здоровья населения и здравоохранения Сибирского федерального округа / Под ред. О.В. Стрельченко. – 2016. – Вып. 15. – 272 с.

9. Степаненко Л.А., Савченков М.Ф., Ильина С.В., Анганова Е.В., Савилов Е.Д. Оценка состояния иммунной системы детского населения, как маркера техногенного загрязнения окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 12 (95). – С. 1129–1133. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1129-1133.

10. Bellis MA, Jarman I, Downing J, Perkins C, Beynon C, Hughes K, Lisboa P. (2012). Using clustering techniques to identify localities with multiple health and social needs. *Health Place*. 18 (2), 138-143. doi: 10.1016/j.healthplace.2011.08.003.

11. Cometto G, Campbell J. (2016). Investing in human resources for health: beyond health outcomes. *Hum Resour Health*, 14-51. doi: 10.1186/s12960-016-0147-2.

12. Cosselman KE, Navas-Acien A, Kaufman JD. (2015). Environmental factors in cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*, 12, 627-642. doi: 10.1038/nrcardio.2015.152.

13. Gattone S, Di Battista T. (2011) Adaptive cluster sampling with a data driven stopping rule. *Stat Methods Appl*, 20, 1-21. doi: 10.1007/s10260-010-0149-5.

14. Grandjean P, Bellanger M. (2017) Calculation of the disease burden associated with environmental chemical exposures: application of toxicological information in health economic estimation. *Environ Health*, 16, 123.

15. Kasman A, Duman YS. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade, and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103. doi: 10.1016/j.econmod.2014.10.022.

16. Kontopantelis E, Mamas MA, van Marwijk H, Ryan AM, Bower P, Guthrie B, Doran T. (2018). Chronic morbidity, deprivation and primary medical care spending

in England in 2015-16: a cross-sectional spatial analysis. *BMC Med*, 16 (1), 19. doi: 10.1186/s12916-017-0996-0.

17. Semenza JC, Lindgren E, Balkanyi L, Espinosa L, Almqvist MS, Penttinen P, Rocklov J. (2016). Determinants and drivers of infectious disease threat events in Europe. *Emerg Infect Dis*, 22 (4), 581-589. doi: 10.3201/eid2204.

18. Van de Ven WPMM, Beck K, van de Voordec C, Wassem J, Zmora I. (2007). Risk adjustment and risk selection in Europe: 6 years later. *Health Policy*, 83 (2-3), 162-179. doi: 10.1016/j.healthpol.2006.12.004.

## REFERENCES

1. Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Terletskaia RN, Baibarina EN, Chumakova OV, Antonova EV. (2017). The evaluation of quality of implementation of preventive medical examinations of underage persons in the Russian Federation [Otsenka kachestva provedeniya profilakticheskikh meditsinskikh osmotrov nesovershennoletnikh v Rossiyskoy Federatsii]. *Problemy sotsial'noy gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*, 25 (1), 23-29. doi: 10.18821/0869-866X-2017-25-1-23-29. (In Russ.)

2. Efimova NV. (2013). Problems of environmental health: retrospective analysis on the example of Irkutsk oblast [Mediko-ekologicheskie problemy: retrospektivnyy analiz na primere Irkutskoy oblasti]. *Acta Biomedica Scientifica*, 3-1 (91), 57-61. (In Russ.)

3. Lyuboshenko TM. (2014). The prevalence of secondary immune deficiency among the population of the Russian Federation with the help of cluster analysis [Izuchenie rasprostranennosti vtorichnykh immunodefitsitov sredi naseleniya RF s pomoshch'yu klasternogo analiza]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, (3), 553. (In Russ.)

4. Onishchenko GG, Zaytseva NV, May IV, Andreeva EE. (2016). Cluster systematization of the parameters of sanitary and epidemiological welfare of the population in the regions of the Russian Federation and the federal cities [Klasternaya sistematzatsiya parametrov sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya regionov Rossiyskoy Federatsii i gorodov federal'nogo znacheniya]. *Analiz riska zdorov'yu*, 1 (13), 4-14. (In Russ.)

5. Official statistical indicators [Ofitsial'nye statisticheskie pokazateli]. Available at: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/bul\\_dr.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/bul_dr.rar) (date of access 25.03.2017). (In Russ.)

6. Rukavishnikov VS, Efimova NV, Golubinskiy EP, Maramovich AS, Kosilko SA, Kalinovskiy AI, Rodzikovskiy AV, Bezgodov IV. (2007). Contemporary problems of medical-biological and ecological safety of Irkutsk region [Sovremennye problemy mediko-biologicheskoy i ekologicheskoy bezopasnosti Irkutskoy oblasti]. *Acta Biomedica Scientifica*, (6), 6-12. (In Russ.)

7. Savchenkov MF, Selyatitskaya VG, Kolesnikov SI, Ayusheeva TD, Bisharova GI, Brovina FYa, Vedernikov VA, Gerasimova ISh, Zakharenko RV, Karchevskiy AN, Krivo-shapkin VG, Kuzminova OI, Kuznetsova IYu, Lutov YuV, Makarov OA, Manueva NI, Manchuk VT, Matorova NI, Muratov VV, Muratova NM, Nikitina IL, Novikov YuV, Odintsov SV, Osokina IV, Okhremchuk LV, Palchikova NA, Peterson VD, Prusakova AV, Rytina TI, Ryabkova VA, Savvateeva VG, Savchenkova SV, Sambuev DTs, Sedov VYu,



Seliverstova TG, Serebrennikova OA, Skosyreva GA, Timofeev GA, Tristan LL, Fedorova MA, Filippov ES, Chkhenkeli VA, Chkhenkeli GD. (2002). Iodine and health of the population of Siberia (2002). Iodine and health of the population of Siberia [Yod i zdorov'e naseleniya Sibiri]. Novosibirsk, 287 p. (In Russ.)

8. Strelchenko OV. (ed.). (2016). Collection of statistical and analytical materials. The main indicators of public health and health of the Siberian Federal District [Sbornik statisticheskikh i analiticheskikh materialov. Osnovnye pokazateli zdorov'ya naseleniya i zdravookhraneniya Sibirskogo federal'nogo okruga], 15, 272 p. (In Russ.)

9. Stepanenko LA, Savchenkov MF, Ilyina SV, Anganova EV, Savilov ED. (2016). The assessment of the immune status of the children population as a marker of technogenic pollution of the environment [Otsenka sostoyaniya immunnogo sistema detskogo naseleniya, kak markera tekhnogennogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy]. *Gigiena i sanitariya*, 12 (95), 1129-1133. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1129-1133. (In Russ.)

10. Bellis MA, Jarman I, Downing J, Perkins C, Beynon C, Hughes K, Lisboa P. (2012). Using clustering techniques to identify localities with multiple health and social needs. *Health Place*. 18 (2), 138-143. doi: 10.1016/j.healthplace.2011.08.003.

18. Van de Ven WPMM, Beck K, van de Voordec C, Wasem J, Zmora I. (2007). Risk adjustment and risk selection in Europe: 6 years later. *Health Policy*, 83 (2-3), 162-179. doi: 10.1016/j.healthpol.2006.12.004.

11. Cometto G, Campbell J. (2016). Investing in human resources for health: beyond health outcomes. *Hum Resour Health*, 14-51. doi: 10.1186/s12960-016-0147-2.

12. Cosselman KE, Navas-Acien A, Kaufman JD. (2015). Environmental factors in cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*, 12, 627-642. doi: 10.1038/nrcardio.2015.152.

13. Gattone S, Di Battista T. (2011) Adaptive cluster sampling with a data driven stopping rule. *Stat Methods Appl*, 20, 1-21. doi: 10.1007/s10260-010-0149-5.

14. Grandjean P, Bellanger M. (2017) Calculation of the disease burden associated with environmental chemical exposures: application of toxicological information in health economic estimation. *Environ Health*, 16, 123.

15. Kasman A, Duman YS. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade, and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103. doi: 10.1016/j.econmod.2014.10.022.

16. Kontopantelis E, Mamas MA, van Marwijk H, Ryan AM, Bower P, Guthrie B, Doran T. (2018). Chronic morbidity, deprivation and primary medical care spending in England in 2015-16: a cross-sectional spatial analysis. *BMC Med*, 16 (1), 19. doi: 10.1186/s12916-017-0996-0.

17. Semenza JC, Lindgren E, Balkanyi L, Espinosa L, Almqvist MS, Penttinen P, Rocklöv J. (2016). Determinants and drivers of infectious disease threat events in Europe. *Emerg Infect Dis*, 22 (4), 581-589. doi: 10.3201/eid2204.

#### Сведения об авторах

**Савченков Михаил Федосович** – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры общей гигиены, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологически и социально значимых инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; e-mail: mfs36@mail.ru)

**Ефимова Наталья Васильевна** – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенических исследований, ФБГНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» (665827, г. Ангарск, а/я 1170; тел. (3955) 55-40-85; e-mail: medecolab@inbox.ru)

#### Information about the authors

**Mikhail F. Savchenkov** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Academician of RAS, Professor at the Department of General Hygiene, Irkutsk State Medical University; Senior Research Officer at the Laboratory of Epidemiologically and Socially Significant Infections, Irkutsk State Medical University (664003, Irkutsk, ul. Krasnogo Vosstaniya, 1; e-mail: mfs36@mail.ru)

**Natalya V. Efimova** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Leading Research Officer at the Laboratory of Environmental and Hygienic Researches, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research (665827, Angarsk, P.O.B. 1170; tel. (3955) 55-40-85; e-mail: medecolab@inbox.ru)