

УДК 614.8.026.1:371.72-053.5

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАКТОРОВ РИСКА С СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**Зигитбаев Р.Н.<sup>1</sup>, Зулъкарнаев Т.Р.<sup>1</sup>, Поварго Е.А.<sup>1</sup>, Франц М.В.<sup>2</sup>, Абдрахманова Е.Р.<sup>1, 3</sup>, Мочалкин П.А.<sup>1</sup>, Ахметзянова А.Х.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России», Уфа, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, Россия

<sup>3</sup>ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

*Детское население подвергается воздействию многообразных факторов окружающей среды, многие из которых рассматриваются в качестве факторов риска развития неблагоприятных изменений в организме. Своевременное их выявление и коррекция могут существенно снизить уровень неблагоприятного влияния.*

*Республика Башкортостан характеризуется развитой сетью нефтеперерабатывающей и нефтехимических предприятий, расположенных в разных городах, отличающихся как по антропогенной нагрузке, так и по социальным условиям.*

**Цель исследования** – изучить состояние здоровья детей младшего школьного возраста, проживающих в регионе с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью, выявить и оценить ведущие факторы, влияющие на растущий организм.

**Материалы и методы.** Физическое развитие и состояние здоровья изучено на 4672 младших школьниках городов Уфа, Салават и Ишимбай. Медико-социальный профиль оценен с помощью 910 анкет. Проанализированы условия обучения в 10 общеобразовательных организациях. Проведен анализ факторов риска, формирующих здоровье младших школьников, и оценена степень риска негативного влияния на здоровье школьников изученных факторов.

**Результаты.** Детей с 1 группой здоровья больше всего проживает в Ишимбае, а меньше всего в Уфе. Доля гармонично развитых детей в Ишимбае -  $82,51 \pm 1,25\%$  ( $p < 0,001$ ), в Салавате -  $83,49 \pm 1,60\%$ , в Уфе -  $67,26 \pm 1,26\%$ . Большинство детей по медико-биологическим факторам, факторам раннего детства, факторам риска, обусловленным условиями жизни, входят в группу настороженности по риску развития отклонений в состоянии здоровья. Почти 30% школьников воспитываются в условиях, представляющих повышенный риск для их здоровья. В Уфе чаще регистрируется превышение ПДК изучаемых веществ по сравнению с другими городами. Разработаны прогнозные модели групп здоровья и физического развития с применением линейного дискриминантного анализа, которые позволяют прогнозировать возможные нарушения в состоянии здоровья и физическом развитии школьников и своевременно корректировать управляемые факторы риска.

**Ключевые слова:** младшие школьники, физическое развитие, здоровье, прогнозная модель.

**Для цитирования:** Зигитбаев Р.Н., Зулъкарнаев Т.Р., Поварго Е.А., Франц М.В., Абдрахманова Е.Р., Мочалкин П.А., Ахметзянова А.Х. Взаимосвязь факторов риска с

состоянием здоровья и физическим развитием детей младшего школьного возраста. Медицина труда и экология человека. 2023:157-171.

*Для корреспонденции:* Зигитбаев Рамиль Наилевич, старший преподаватель кафедры гигиены с курсом МПД ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, Россия. email: rnzigitbaev@bashgmu.ru.

**Финансирование:** исследование не имело финансовой поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10312>

## RELATIONSHIP OF RISK FACTORS WITH THE HEALTH STATE AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN LIVING IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Zigitbaev R.N.<sup>1</sup>, Zulkarnaev T.R.<sup>1</sup>, Povargo E.A.<sup>1</sup>, Franz M.V.<sup>2</sup>, Abdrakhmanova E.R.<sup>1,3</sup>, Mochalkin P.A.<sup>1</sup>, Akhmetzyanova A.Kh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Ufa University of Science and Technologies, Ufa, Russia

<sup>3</sup> Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

*Introduction.* The child population is exposed to a variety of environmental factors, many of which are considered risk factors for the development of adverse changes in the body. Their timely identification and correction can significantly reduce the level of adverse effects.

*The purpose of the study is to identify the leading factors that shape the health of schoolchildren.*

**Materials and methods.** Physical development and health status was studied on 4672 primary school children from the cities of Ufa, Salavat and Ishimbay. The medico-social profile was assessed using 910 questionnaires. The conditions of education in 10 educational institutions are analyzed. The analysis of risk factors that form the health of primary school children was carried out and the degree of risk of a negative impact on the health of schoolchildren of the studied factors was assessed.

**Results.** Children with the 1st health group live most of all in the town of Ishimbay, and fewer in the city of Ufa. The proportion of harmoniously developed children was more revealed in the town of Ishimbay ( $82.51 \pm 1.25\%$ ,  $p < 0.001$ ), in the town of Salavat ( $83.49 \pm 1.60\%$ ), and the smallest in Ufa ( $67.26 \pm 1.26\%$ ). The majority of children, according to medical and biological factors, factors of early childhood, risk factors due to living conditions, are included in the group of alertness at the risk of developing deviations in health status. Almost 30% of schoolchildren are brought up in conditions that pose an increased risk to their health. In the city of Ufa, the excess of the MPC of the studied substances is more often recorded than in other cities. Predictive models of health groups and physical development have been developed using linear discriminant analysis, which allow predicting possible violations in the state of health and physical development of schoolchildren and timely correcting controllable risk factors.

**Keywords:** younger schoolchildren, physical development, health, predictive model.

**For citation:** Zagitbaev R.N., Zulkarnaev T.R., Povargo E.A., Frants M.V., Abdrakhmanova E.R., Mochalkin P.A., Akhmetzyanova A.Kh. Occupational Health and Human Ecology. 2023:157-171.

*For correspondence:* Ramil N. Zagitbaev, Senior teacher at the Department of Hygiene, Bashkirian State Medical University, Russian Health Ministry. email: rnzigitbaev@bashgmu.ru.

*Financing:* the study had no financial support.

*Conflict of interest:* the authors declare no conflict of interest.

*DOI:* <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10312>

**Введение.** Научное и практическое решение проблем охраны и укрепления здоровья школьников является одной из важных государственных задач на современном этапе. Развитие профилактической медицины требует изучения формирования здоровья индивидуума и детской популяции в условиях современных антропогенных и информационных нагрузок, обоснования системы персонализированной профилактики наиболее распространенных среди детей и подростков школьно-обусловленных заболеваний [1-7].

Закономерности формирования здоровья – результат сложного взаимодействия социально-экономических, гигиенических и медико-биологических факторов. Определяющую роль в изменениях состояния здоровья детского населения играют три группы факторов, характеризующие генотип популяции, образ жизни, состояние окружающей среды [8-16].

**Материалы и методы исследования.** Обследованы 4672 ученика 1-4 классов общеобразовательных школ в крупнейшем (г. Уфа), большом (г. Салават) и среднем (г. Ишимбай) городах с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью.

Физическое развитие и состояние здоровья ребенка изучалось по унифицированной антропометрической методике с использованием стандартного инструментария [17-19]. Определялись антропометрические показатели: длина и масса тела, окружность грудной клетки. Состояние здоровья оценивалось на основе распределения по группам здоровья, расчета распространенности заболеваний и структуры заболеваемости.

Оценка медико-социальных факторов проводилась с использованием анкеты по изучению медико-социальных причин формирования отклонений в состоянии здоровья у детей (910 анкет). Оценка степени риска влияния условий обучения на здоровье обучающихся выполнялась по методике, предложенной Сухаревым А.Г. и Каневской Л.Я [20]. Оценка неканцерогенных рисков воздействия химических веществ, загрязняющих различные объекты окружающей среды (воздух, питьевая вода, почва и продукты питания), на здоровье населения исследуемых городов проводилась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 с учетом критических органов/систем, поражаемых при воздействии исследуемых ксенобиотиков.

Оценка влияния факторов на здоровье детей выполнялась с применением регрессионного анализа, использовалась модель бинарной логистической регрессии. Разработка прогнозной модели групп здоровья и физического развития велась с применением линейного дискриминантного анализа [21-24].

**Результаты.** Физическое развитие детей младшего школьного возраста в регионе с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью характеризуется рядом особенностей. Установлено, что доля детей с гармоничным физическим развитием

была достоверно ниже в Уфе ( $67,26 \pm 1,26\%$ ) по сравнению с Салаватом ( $83,49 \pm 1,60\%$ ) и Ишимбаем ( $82,51 \pm 1,25\%$ ,  $p < 0,001$ ). Наименьшее число детей с I группой здоровья и наибольшее с III группой также проживает в Уфе, а наибольшее число здоровых детей - в г. Ишимбае (табл. 1).

Таблица 1

## Распределение детей по группам здоровья, %

Table 1

## Distribution of children by health groups, %

Группа здоровья	Уфа	Салават	Ишимбай	Достоверность различий
I группа	$17,97 \pm 0,74$	$26,67 \pm 3,41$	$38,57 \pm 2,34$	$p_{1-2} < 0,05$ $p_{2-3} < 0,01$ $p_{1-3} < 0,001$
II группа	$53,54 \pm 0,96$	$49,84 \pm 2,82$	$43,30 \pm 2,25$	$p_{1-3} < 0,001$
III группа	$28,5 \pm 0,87$	$23,49 \pm 3,48$	$18,12 \pm 2,70$	$p_{1-3} < 0,01$

Большинство обследованных детей по медико-биологическим факторам, факторам раннего детства, факторам риска, обусловленным условиями жизни младших школьников, входят в группу настороженности по риску развития отклонений в состоянии здоровья. Отмечено, что в г. Уфе каждый пятый ребенок имеет повышенный риск для здоровья по медико-биологическим факторам ( $19,84 \pm 1,57\%$ ), что значительно больше по сравнению с другими городами. Практически каждый третий школьник во всех исследованных городах воспитывается в условиях, представляющих повышенный риск для его здоровья.

Результаты комплексной оценки условий воспитания и обучения в общеобразовательных организациях свидетельствуют о том, что эти условия являются умеренно-опасными для здоровья обучающихся, а школы, соответственно, отнесены ко второй группе по санитарно-эпидемиологическому благополучию. Имеются достаточно значительные колебания по общей сумме баллов среди этих школ – от 713 до 893 баллов. Наибольшие отклонения от гигиенических требований выявлены по такому показателю как «Режим и организация учебно-воспитательного процесса», который в трех школах представляет сильную степень риска для здоровья учащихся.

Коэффициент опасности, характеризующий риск развития неканцерогенных эффектов, превышен по марганцу (1,8), оксиду меди (3), взвешенным веществам (2,67), формальдегиду (5,33) в г. Уфе, по взвешенным веществам (1,35), азота (IV) оксиду (1,1), формальдегиду (2,34) – г. Салавате, по формальдегиду (4,83) и хлору (43,0) – в г. Ишимбае. Отмечено, что в г. Уфе чаще регистрируется превышение ПДК изучаемых веществ по сравнению с другими городами.

Оценка влияния факторов на здоровье детей выполнялась с применением регрессионного анализа, использовалась модель бинарной логистической регрессии.

Уравнение бинарной логистической регрессии имеет вид (1):

$$p(Y_i = 1 | x_{i1} \dots x_{ik}) = \frac{e^{b_0 + b_1 \cdot x_{i1} + \dots + b_k \cdot x_{ik}}}{1 + e^{b_0 + b_1 \cdot x_{i1} + \dots + b_k \cdot x_{ik}}} \quad (1)$$

В данном уравнении  $p(Y_i = 1|x_{i1} \dots x_{ik})$  - условная вероятность принятия бинарной переменной значения 1 при заданном наборе значений факторных показателей,  $b_0 \dots b_k$  - регрессионные коэффициенты;  $x_{i1} \dots x_{ik}$  - значения факторных показателей в  $i$ -м наблюдении.

В качестве зависимой переменной использовался бинарный показатель, принимавший значение 1, если ребенок имел хронические заболевания (3 и 4 группы здоровья), и 0, если ребенок имел 1 или 2 группу здоровья. В качестве факторных показателей использовались:

- $x_1$  - сумма баллов по медико-биологическим факторам;
- $x_2$  - сумма баллов по факторам раннего развития;
- $x_3$  - сумма баллов по факторам условий проживания;
- $x_4$  - сумма баллов по факторам питания;
- $x_5$  - сумма баллов по санитарно-гигиеническим факторам.

Все суммы баллов сконструированы таким образом, что чем больше набранная сумма, тем более неблагоприятной является ситуация по соответствующей группе факторов.

Кроме того, для оценки значимости временных и территориальных эффектов добавлялись дополнительные дамми-переменные. Оценивалось несколько моделей: по респондентам из г.Уфы с включением дамми-переменных для оценки временных эффектов (Model 1); по респондентам из г. Уфы, обследованным в 2017 г., с включением дамми-переменной для оценки территориальных эффектов (Model 2); по всему информационному массиву для оценки влияния основного набора факторов (Model 3). Результаты моделирования приведены в таблице 2.

Таблица 2

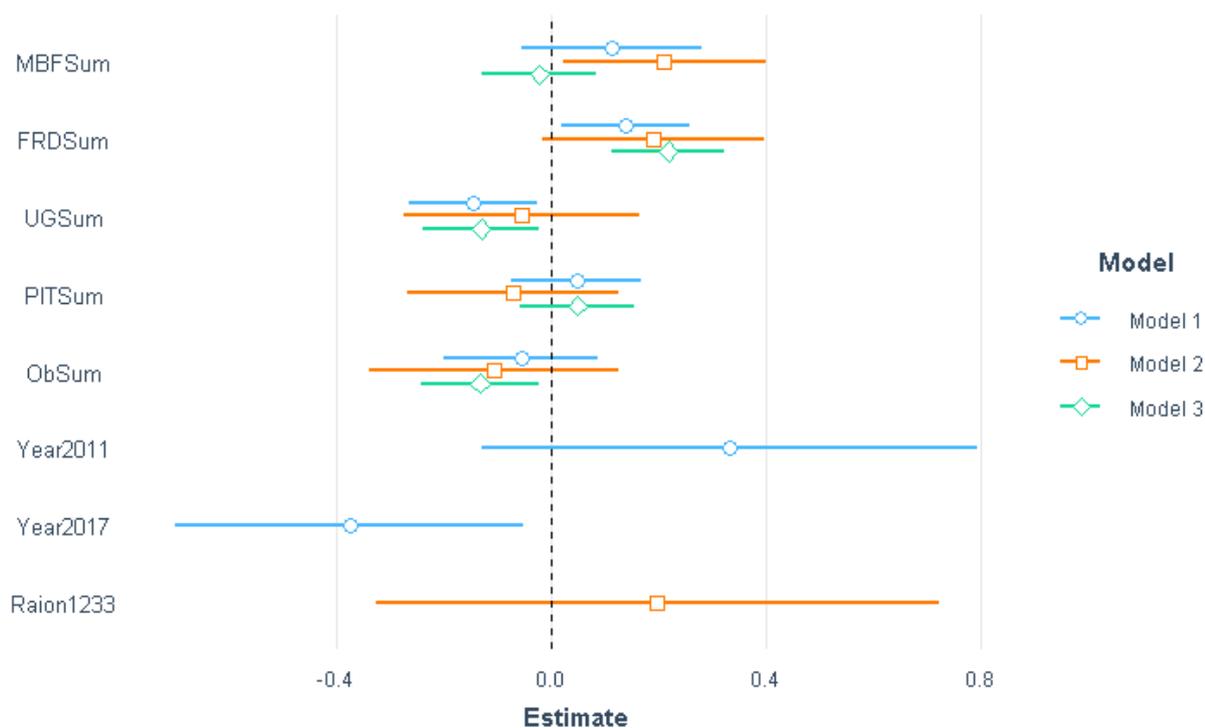
## Результаты регрессионного анализа

Table 2

## Regression analysis results

	Model 1	Model 2	Model 3
(Intercept)	-1.094 (1.144)	-1.359 (2.127)	0.307 (0.956)
MBFSum	0.029 (0.022)	0.078 * (0.036)	-0.006 (0.014)
FRDSum	0.079 * (0.035)	0.117 (0.065)	0.124 *** (0.030)
UGSum	-0.051 * (0.022)	-0.020 (0.041)	-0.047 * (0.020)
PITSum	0.013 (0.017)	-0.018 (0.026)	0.014 (0.015)
ObSum	-0.001 (0.001)	-0.002 (0.003)	-0.003 * (0.001)
Year2011	0.333 (0.236)		
Year2017	-0.375 * (0.166)		
Raion1233		0.199 (0.268)	
N	1624	649	1890
AIC	1809.228	636.538	2137.669
BIC	1852.370	667.866	2170.935
Pseudo R2	0.032	0.026	0.021
*** $p < 0.001$ ; ** $p < 0.01$ ; * $p < 0.05$ .			

Анализ полученных результатов показал, что медико-биологические факторы и факторы раннего детства оказывают ожидаемое значимое влияние на результативный показатель - с ростом суммы баллов по ним вероятность перехода в неблагоприятную группу здоровья увеличивается (рис. 1).



**Рис. 1. Результаты регрессионного анализа**

**Figure 1. Results of regression analysis**

Факторы условий проживания имеют противointuitивное влияние на результативный показатель: получается, что чем хуже условия проживания, тем больше шансов на то, что ребенок окажется в благоприятной группе здоровья. Коэффициенты по суммам баллов по факторам питания, а также социально-гигиеническим факторам почти всегда оказываются незначимыми. В отношении санитарно-гигиенических факторов это можно объяснить тем, что в исследовании участвовали учащиеся начальных классов, поэтому вредное воздействие неблагоприятных санитарно-гигиенических условий в школе могло еще не проявиться. Также моделирование показывает, что имеют место временные эффекты - при прочих равных условиях дети, обследованные в 2018 г., имели больше шансов на попадание в благоприятную группу здоровья, по сравнению со школьниками, участвовавшими в исследовании в 2005 г. Территориальный эффект оказался незначимым.

Разработка прогнозной модели групп здоровья и физического развития велась с применением линейного дискриминантного анализа. Метод линейного дискриминантного анализа сводится к поиску линейной комбинации признаков, которая наилучшим образом разделяет два или более классов. Такая линейная комбинация называется дискриминантной функцией, уравнение которой имеет вид (2):

$$D_{ik} = b_{0k} + b_{1k} \cdot x_{i1} + \dots + b_{pk} \cdot x_{ip}$$

В уравнении (2)  $D_{ik}$ - значение  $k$ -й дискриминантной функции для  $i$ -го наблюдения,  $p$  - количество предикторов,  $b_{jk}$ - значение  $j$ -го коэффициента для  $k$ -й дискриминантной функции,  $x_{ik}$ - значение  $j$ -го предиктора в  $i$ -м наблюдении.

В первом варианте расчета искали дискриминантную функцию для классификации детей на два класса: первый класс - дети, имеющие 1 или 2 группы здоровья, второй класс - дети, имеющие 3 или 4 группы здоровья. Во втором варианте расчетов дискриминантная функция определялась для классификации детей на два класса по группам физического развития. Первый класс - дети с первой группой физического развития, второй - дети со второй или третьей группами физического развития.

В связи с тем, что в собранной нами базе данных имелось огромное количество переменных, потенциально подходящих для использования в качестве предикторов, был выполнен предварительный отбор наиболее значимых факторов с применением однофакторного дисперсионного анализа, а также анализа пропусков в данных.

**Обсуждение.** Исследование ставило своей целью выявление ведущих факторов, формирующих здоровье младших школьников за последние десятилетия, проведение анализа факторов риска, формирующих здоровье младших школьников в различных городах Республики Башкортостан, с оценкой степени риска негативного влияния на здоровье школьников изученных факторов.

В качестве предикторов для классификации по группам здоровья были использованы следующие переменные: город проживания; пол; класс, хронические заболевания отца, характер протекания родов, рост ребенка при рождении, срок появления молочных зубов, болезненность в первый год жизни, наличие рыбы в рационе питания, наличие яиц в рационе питания, завтрак дома перед школой, посещение кружков, санитарное состояние территории школы, водоснабжение и канализация в школе, состав и доход семьи.

Нормированные и ненормированные коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам здоровья приведены в таблице 3. Процент правильно классифицированных наблюдений попадания в группы составил 60,2%.

Таблица 3

**Коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам здоровья**

Table 3

**Discriminant function coefficients for classification by health groups**

Предиктор	Коэффициенты	
	Ненормированные	Нормированные
Пол ( $x_1$ )	-,435	-,217
Класс ( $x_2$ )	,167	,182
Хронические заболевания отца ( $x_3$ )	1,666	,493
Характер родов ( $x_4$ )	,222	,080
Рост при рождении ( $x_5$ )	-,108	-,089
Зубы ( $x_6$ )	,491	,410

Болезни на первом году жизни ( $x_7$ )	,252	,187
Рыба в рационе питания ( $x_8$ )	,355	,299
Яйца в рационе питания ( $x_9$ )	-,259	-,243
Завтрак дома перед школой ( $x_{10}$ )	-,053	-,035
Кружки ( $x_{11}$ )	,310	,161
Санитарное состояние территории ( $x_{12}$ )	,974	,465
Водоснабжение и канализация ( $x_{13}$ )	,331	,165
Состав семьи ( $x_{14}$ )	-,124	-,059
Доход семьи ( $x_{15}$ )	-,519	-,392
(Константа)	-5,418	

Как следует из таблицы 3, наиболее значимыми предикторами являются следующие показатели: хронические заболевания отца, санитарное состояние территории, своевременность появления зубов и доход семьи.

Для прогнозирования принадлежности наблюдения к группе здоровья удобно использовать линейные дискриминантные функции Фишера, коэффициенты к которым приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Коэффициенты линейных дискриминантных функций Фишера для классификации по группам здоровья**

Table 4

**Coefficients of Fisher's linear discriminant functions for classification by health groups**

Предиктор	Группа здоровья	
	1 или 2	3 или 4
Пол ( $x_1$ )	8,152	7,996
Класс ( $x_2$ )	3,808	3,868
Хронические заболевания отца ( $x_3$ )	11,260	11,855
Характер родов ( $x_4$ )	8,224	8,303
Рост при рождении ( $x_5$ )	5,056	5,017
Зубы ( $x_6$ )	3,954	4,129
Болезни на первом году жизни ( $x_7$ )	3,594	3,684
Рыба в рационе питания ( $x_8$ )	4,463	4,589
Яйца в рационе питания ( $x_9$ )	2,623	2,531
Завтрак дома перед школой ( $x_{10}$ )	1,798	1,779
Кружки ( $x_{11}$ )	6,740	6,851
Санитарное состояние территории ( $x_{12}$ )	16,236	16,583
Водоснабжение и канализация ( $x_{13}$ )	,263	,381

Состав семьи ( $x_{14}$ )	4,322	4,278
Доход семьи ( $x_{15}$ )	1,732	1,547
(Константа)	-72,248	-75,394

Для прогнозирования принадлежности ребенка к группе физического развития нужно рассчитать две величины  $S_{12}$  и  $S_{34}$ , подставив вместо  $x_i$  значение соответствующего показателя у ребенка:

$$S_{12} = -72.248 + 8.152 \cdot x_1 + 3.808 \cdot x_2 + 11.260 \cdot x_3 + 8.224 \cdot x_4 + 5.056 \cdot x_5 + 3.954 \cdot x_6 + 3.594 \cdot x_7 + 4.463 \cdot x_8 + 2.623 \cdot x_9 + 1.798 \cdot x_{10} + 6.740 \cdot x_{11} + 16.236 \cdot x_{12} + 0.263 \cdot x_{13} + 4.322 \cdot x_{14} + 1.732 \cdot x_{15}$$

$$S_{34} = -75.394 + 7.996 \cdot x_1 + 3.868 \cdot x_2 + 11.855 \cdot x_3 + 8.303 \cdot x_4 + 5.017 \cdot x_5 + 4.129 \cdot x_6 + 3.644 \cdot x_7 + 4.589 \cdot x_8 + 2.531 \cdot x_9 + 1.779 \cdot x_{10} + 6.851 \cdot x_{11} + 16.538 \cdot x_{12} + 0.381 \cdot x_{13} + 4.278 \cdot x_{14} + 1.547 \cdot x_{15}$$

Если  $S_{12} > S_{34}$ , то следует прогнозировать принадлежность ребенка к 1 или 2 группе здоровья, иначе - к 3 или 4 группе здоровья.

В качестве предикторов для классификации по группам физического развития были использованы следующие переменные: уровень освещенности в учебных классах, характер вскармливания, состав семьи, курение отца, наличие мяса в питании, санитарное состояние территории школы, жилищные условия, профессиональные вредности у матери, класс.

Нормированные и ненормированные коэффициенты дискриминантной функции приведены в таблице 5. Процент правильно классифицированных наблюдений попадания в группы составил 54,2%.

Таблица 5

Коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам физического развития

Table 5

Coefficients of the discriminant function for classification by groups of physical development

Предиктор	Коэффициенты	
	Ненормированные	Нормированные
Освещение в школе ( $x_1$ )	,960	,457
Характер вскармливания ( $x_2$ )	-,402	-,238
Состав семьи ( $x_3$ )	,662	,304
Курение отца ( $x_4$ )	,505	,251
Мясо в рационе питания ( $x_5$ )	-,020	-,015
Санитарное состояние территории ( $x_6$ )	-,503	-,247

Жилищные условия ( $x_7$ )	,824	,504
Профессиональные вредности у матери ( $x_8$ )	-1,690	-,394
Класс ( $x_9$ )	,175	,190
(Константа)	-1,020	

Как следует из таблицы 5, наиболее значимыми предикторами являются следующие показатели: жилищные условия, освещение в школе, профессиональные вредности у матери.

Для прогнозирования принадлежности наблюдения к группе здоровья удобно использовать линейные дискриминантные функции Фишера, коэффициенты к которым приведены в таблице 6.

**Таблица 6**

**Коэффициенты линейных дискриминантных функций Фишера для классификации по группам физического развития**

**Table 6**

**Coefficients of Fisher's linear discriminant functions for classification by groups of physical development**

Предиктор	Группа физического развития	
	1	2 или 3
Освещение в школе ( $x_1$ )	6,704	6,989
Характер вскармливания ( $x_2$ )	4,371	4,252
Состав семьи ( $x_3$ )	4,906	5,103
Курение отца ( $x_4$ )	5,061	5,211
Мясо в рационе питания ( $x_5$ )	1,826	1,820
Санитарное состояние территории ( $x_6$ )	8,705	8,555
Жилищные условия ( $x_7$ )	3,591	3,835
Профессиональные вредности у матери ( $x_8$ )	19,790	19,289
Класс ( $x_9$ )	1,939	1,991
(Константа)	-43,028	-43,357

Для прогнозирования принадлежности ребенка к группе физического развития нужно рассчитать две величины  $F_1$  и  $F_{23}$ , подставив вместо  $x_i$  значение соответствующего показателя у ребенка:

$$F_1 = -43.028 + 6.704 \cdot x_1 + 4.371 \cdot x_2 + 4.906 \cdot x_3 + 5.061 \cdot x_4 + 1.826 \cdot x_5 + 8.705 \cdot x_6 + 3.591 \cdot x_7 + 19.790 \cdot x_8 + 1.939 \cdot x_9$$

$$F_{23} = -43.357 + 6.989 \cdot x_1 + 4.252 \cdot x_2 + 5.103 \cdot x_3 + 5.211 \cdot x_4 + 1.820 \cdot x_5 + 8.555 \cdot x_6 + 3.835 \cdot x_7 + 19.289 \cdot x_8 + 1.991 \cdot x_9$$

Если  $F_1 > F_{23}$ , то следует прогнозировать принадлежность ребенка к 1 группе физического развития, иначе - ко 2 или 3 группе.

**Заключение.** Таким образом, проведенный статистический анализ позволил установить, что наиболее значимыми предикторами, на основе которых строятся прогнозные модели, для прогнозирования группы здоровья являются хронические заболевания отца, санитарное состояние территории школы, своевременность появления зубов у детей на первом году жизни и доход семьи, для прогнозирования физического развития - жилищные условия, освещение в школе, профессиональные вредности у матери. Полученные данные позволяют прогнозировать возможные нарушения в состоянии здоровья и физическом развитии детей младшего школьного возраста и своевременно корректировать управляемые факторы риска.

### Список литературы:

1. *Ибрагимова Е. М.* Условия формирования здоровья подростков в образовательных учреждениях мегаполиса. Санитарный врач. 2015; 11–12: 77–80.
2. *Баранов А.А., Альбицкий В.Ю.* Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления. Казанский медицинский журнал. 2018; 4: 698–705.
3. *Буйнов Л.Г., Айзман Р.И., Герасев А.Д., Сорокина Л.А., Плахов Н.Н., Шангин А.Б.* Здоровьеформирующее образование — одна из важнейших задач современности. Гигиена и санитария. 2018;97(9):869–872.
4. Психосоматические особенности детей в медико-педагогическом мониторинге здоровьесформирующей деятельности школ. Гигиена и санитария. 2018;97(7):635–641.
5. *Валина С.Л., Штина И.Е., Ошева Л.В., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А.* Гигиеническая оценка учебного процесса в школах с различными образовательными программами. Гигиена и санитария. 2019; 98(2):166–170.
6. *Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Шишарина Н.В., Подлиняев О.Л.* Гигиеническая оценка инновационных образовательных технологий в начальной школе. Гигиена и санитария. 2019;98(3):288–293.
7. *Яманова Г.А., Антонова А.А.* Значимость факторов образовательного пространства в формировании здоровья детей. Профилактическая медицина. 2022;25(2):113–118.
8. *Милушкина О.Ю., Пивоваров Ю.П., Скоблина Н.А., Бокарева Н.А.* Ведущие факторы риска нарушения морфофункционального состояния детей и подростков. Профилактическая и клиническая медицина. 2014; 2(51): 26–31.
9. *Лучанинова В.Н., Цветкова М.М., Веремчук Л.В., Крукович Е.В., Мостовая И.Д.* Состояние здоровья детей и подростков и факторы, влияющие на его формирование. Гигиена и санитария. 2017;96(6):561–568.
10. *Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Альбицкий В.Ю., Терлецкая Р.Н.* Состояние здоровья детей современной России. М.: ПедиатрЪ. 2018: 120.
11. Köhler L. Children's health in Europe - challenges for the next decades. Health Promotion International, Volume 33, Issue 5, October 2018, Pages 912–920, <https://doi.org/10.1093/heapro/dax023//>

12. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: популяционное и персонализированное обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения в современных условиях. Гигиена и санитария. 2019. 98(1): 61–67.
13. Resaland GK, Aadland E, Moe VF, Kolotkin RL, Anderssen SA, Andersen JR. Effects of a physical activity intervention on schoolchildren's healthrelated quality of life: The active smarter kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. Preventive Medicine Reports. 2019;13:1-4.
14. Ishihara T, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Morita N. Relationship of participation in specific sports to academic performance in adolescents: A 2-year longitudinal study. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2020;30(8):1471-1482.
15. Jones PR, Rajalahti T, Resaland GK, Aadland E, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Bathen TF, Andreassen T, Kvalheim OM, Ekelund U. Crosssectional and prospective associations between aerobic fitness and lipoprotein particle profile in a cohort of Norwegian schoolchildren. Atherosclerosis. 2021;321:21-29.
16. Kliziene I, Cizauskas G, Sipaviciene S, Aleksandraviciene R, Zaicenkoviene K. Effects of a Physical Education Program on Physical Activity and Emotional Well-Being among Primary School Children. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(14):7536.
17. WHO Growth reference 5-19 years (Референсные значения показателей физического развития детей и подростков 5-19 лет). Веб-сайт Всемирной организации здравоохранения, 2018 // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/growthref/en/>
18. Румянцев А.Г., Панков Д.Д., Чечельницкая С.М., Делягин В.М., Чернов В.М., Тимакова М.В. Новые подходы к мониторингу здоровья школьников. Российский педиатрический журнал. 2004; (3): 1-6.
19. Кучма В.Р., Рапопорт И.К. Международный опыт профилактики болезней и укрепления здоровья детей и подростков в образовательных учреждениях. Российский педиатрический журнал. 2009; (2): 44-8. Azizi M. Effects of Doing Physical Exercises on Stress-Coping Strategies and the Intensity of the Stress Experienced by University Students in Zabol, Southeastern Iran. Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2011;30(4):372-375.
20. Сухарев А.Г., Каневская А.Г. Комплексная оценка условий воспитания и обучения детей и подростков в образовательном учреждении: методическое пособие. М. 2002:208.
21. Аветисян Л.Р., Кочарова С.Г. Изучение влияния повышенной учебной нагрузки на здоровье школьников. Гигиена и санитария. 2001; (6): 48-49.
22. Потупчик Т.В., Макарова М.В., Прахин Е.И., Эверт Л.С., Бакшеева С.С. Критерии оценки адаптации детей к высоким учебным нагрузкам. Гигиена и санитария. 2011; (6): 41-4.
23. Макарова М.В., Потупчик Т.В., Прахин Е.И., Эверт Л.С., Бакшеева С.С. Прогнозирование типа адаптации детей в условиях интенсификации учебного процесса. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2012; 109. (2): 46-8
24. Фефелова В.В., Овчаренко Е.С., Холмеева А.Ю., Игнатова И.А., Лунев Э.Ю. Состояние вегетативной нервной системы и метаболизма клеток иммунной системы у младших школьников при воздействии школьных информационных нагрузок. Гигиена и санитария. 2016; (2): 177-81.

**References:**

1. Ibragimova E. M. *Usloviya formirovaniya zdorov`ya podrostkov v obrazovatel`ny`x uchrezhdeniyax megapolisa*. [Conditions for the formation of adolescent health in educational institutions of the metropolis]. *Sanitarny`j vrach*. [Sanitary doctor]. 2015; 11–12: 77-80. (In Russ)
2. Baranov A.A., Al`bitskiy V.Yu. *Sostoyanie zdorov`ya detej Rossii, priority` ego soxraneniya i ukrepleniya*. [The health state of Russian children, priorities of its maintenance and promotion]. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. [Kazan Medical Journal]. 2018; 4: 698–705. (In Russ)
3. Buynov L.G., Ayzman R.I., Gerasev A.D., Sorokina L.A., Plaxov N.N., Shangin A.B. *Zdorov`eformiruyushhee obrazovanie — odna iz vazhnejshix zadach sovremennosti*. [Health-forming education is one of the most important tasks of our time]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2018;97(9):869-872. (In Russ)
4. *Psixosomaticheskie osobennosti detej v mediko-pedagogicheskom monitoringe zdorov`eformiruyushhej deyatel`nosti shkol*. [Psychosomatic features of children in medico-pedagogical monitoring of healthforming activity of schools]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2018;97(7):635-641. (In Russ)
5. Valina S.L., Shtina I.E., Osheva L.V., Ustinova O.Yu., Eysfeld D.A. *Gigienicheskaya ocenka uchebnogo processa v shkolax s razlichny`mi obrazovatel`ny`mi programmami*. [Hygienic assessment of educational process in schools with different educational programs]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019; 98(2):166-170. (In Russ)
6. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Shisharina N.V., Podlinyaev O.L. *Gigienicheskaya ocenka innovacionny`x obrazovatel`ny`x texnologij v nachal`noj shkole*. [Hygienic assessment of innovative educational technologies in a cheeky school]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019;98(3):288-293. (In Russ)
7. Yamanova G.A., Antonova A.A. *Znachimost` faktorov obrazovatel`nogo prostranstva v formirovanii zdorov`ya detej*. [The importance of the factors of the educational space in the formation of children's health]. *Profilakticheskaya medicina*. [Preventive medicine]. 2022;25(2):113- 118. (In Russ)
8. Milushkina O.Yu., Pivovarov Yu.P., Skoblina N.A., Bokareva N.A. *Vedushhie faktory` riska narusheniya morfofunkcional`nogo sostoyaniya detej i podrostkov*. [Leading risk factors for disorders of the morphofunctional state of children and adolescents]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. [Preventive and clinical medicine]. 2014; 2(51): 26–31. (In Russ)
9. Luchaninova V.N., Czvetkova M.M., Veremchuk L.V., Krukovich E.V., Mostovaya I.D. *Sostoyanie zdorov`ya detej i podrostkov i faktory`, vliyayushhie na ego formirovanie*. [The state of health of children and adolescents and factors influencing its formation] .*Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2017;96(6):561-568. (In Russ)
10. Baranov A.A., Namazova-Baranova L.S., Al`biczkij V.Yu., Terleczkaya R.N. *Sostoyanie zdorov`ya detej sovremennoj Rossii*. [The state of health of children in modern Russia ]. M.: *Pediatr`* [Pediatrician]. 2018: 120. (In Russ)
11. Köhler L. Children's health in Europe - challenges for the next decades. *Health Promotion International*, Volume 33, Issue 5, October 2018, Pages 912–920, <https://doi.org/10.1093/heapro/dax023//>

12. Kuchma V.R. *Gigiena detej i podrostkov: populyacionnoe i personalizirovannoe obespechenie sanitarno-e`pidemiologicheskogo blagopoluchiya detskogo naseleniya v sovremenny`x usloviyax*. [Hygiene of children and adolescents: population and personalized provision of sanitary and epidemiological welfare of the child population in modern conditions]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019. 98(1): 61–67. (In Russ)
13. Resaland GK, Aadland E, Moe VF, Kolotkin RL, Anderssen SA, Andersen JR. Effects of a physical activity intervention on schoolchildren's healthrelated quality of life: The active smarter kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*. 2019;13:1-4.
14. Ishihara T, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Morita N. Relationship of participation in specific sports to academic performance in adolescents: A 2-year longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2020;30(8):1471-1482.
15. Jones PR, Rajalahti T, Resaland GK, Aadland E, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Bathen TF, Andreassen T, Kvalheim OM, Ekelund U. Crosssectional and prospective associations between aerobic fitness and lipoprotein particle profile in a cohort of Norwegian schoolchildren. *Atherosclerosis*. 2021;321:21-29.
16. Kliziene I, Cizauskas G, Sipaviciene S, Aleksandraviciene R, Zaicenkoviene K. Effects of a Physical Education Program on Physical Activity and Emotional Well-Being among Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(14):7536.
17. WHO Growth reference 5-19 years (Referensny`e znacheniya pokazatelej fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov 5-19 let). Veb-sajt Vsemirnoj organizacii zdravooxraneniya, 2018 // [E`lektronny`j resurs]. URL: <http://www.who.int/growthref/en/>
18. Rumyantsev A.G., Pankov D.D., Chechel`niczkaya S.M., Delyagin V.M., Chernov V.M., Timakova M.V. *Novy`e podxody` k monitoringu zdorov`ya shkol`nikov*. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. [New approaches to monitoring the health of schoolchildren]. *Rossiiskiy pediatricheskij zhurnal*. [Russian pediatric journal]. 2004; (3): 1-6. (In Russ)
19. Kuchma V.R., Rapoport I.K. *Mezhdunarodny`j opy`t profilaktiki boleznej i ukrepleniya zdorov`ya detej i podrostkov v obrazovatel`ny`x uchrezhdeniyax*. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. 2009; (2): 44-8. Azizi M. Effects of Doing Physical Exercises on Stress-Coping Strategies and the Intensity of the Stress Experienced by University Students in Zabol, Southeastern Iran. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2011;30(4):372-375. (In Russ)
20. Sukharev A.G., Kanevskaya A.G. *Kompleksnaya ocenka uslovij vospitaniya i obucheniya detej i podrostkov v obrazovatel`nom uchrezhdenii: metodicheskoe posobie*. [A comprehensive assessment of the conditions for the upbringing and education of children and adolescents in an educational institution: a methodological guide]. M. 2002:208. (In Russ)
21. Avetisyan L.R. Kocharova S.G. *Izuchenie vliyaniya povы`shennoj uchebnoj nagruzki na zdorov`e shkol`nikov*. [Study of the influence of increased study load on the health of schoolchildren]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2001; (6): 48-49. (In Russ)
22. Potupchik T.V., Makarova M.V., Praxin E.I., E`vert L.S., Baksheeva S.S. *Kriterii ocenki adaptacii detej k vy`sokim uchebny`m nagruzkam*. [Criteria for assessing the adaptation of children to high academic loads ]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2011; (6): 41-4. (In Russ)

23. Makarova M.V., Potupchik T.V., Praxin E.I., E`vert L.S., Baksheeva S.S. *Prognozirovanie tipa adaptacii detej v usloviyax intensivifikacii uchebnogo processa*. [Predicting the type of adaptation of children in the context of the intensification of the educational process] .Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk).{Siberian medical journal}. Irkutsk. 2012; 109. (2): 46-8 (In Russ)
24. Fefelova V.V., Ovcharenko E.S., Xolomeeva A.Yu., Ignatova I.A., Lunev E` .Yu. *Sostoyanie vegetativnoj nervnoj sistemy` i metabolizma kletok immunnoj sistemy` u mladshix shkol`nikov pri vozdeystvii shkol`ny`x informacionny`x nagruzok*. [The state of the autonomic nervous system and the metabolism of cells of the immune system in younger schoolchildren under the influence of school information loads] .Gigiena i sanitariya. [Hygiene and sanitation]. 2016; (2): 177-81. (In Russ)

Поступила/Received: 19.04.2023

Принята в печать/Accepted: 10.08.2023