

**УДК 371**

**ББК 74.200.54.2**

**И268**

**Л. М. Игольницyna**

**Иркутск, Россия**

**В. В. Превольская**

**Иркутск, Россия**

**Унифицированная оценка гигиенических показателей образовательных учреждений и состояния здоровья школьников**

В статье представлены исследования с применением унифицированного подхода в оценке как санитарно-гигиенического состояния образовательных учреждений, так и здоровья обучающихся. Сущность методики заключается в получении единой размерности, т.е. единой условной единицы, позволяющей провести интеграцию по всем приведённым показателям.

**Ключевые слова:** унифицированный подход, санитарно-гигиеническое состояние образовательных учреждений, здоровье обучающихся, единая условная единица

**L. Igolnitsyna**

**Irkutsk, Russia**

**V. Prevolskaya**

**Irkutsk, Russia**

**Unified assessment of sanitary-hygienic indicators of educational institutions and students' health**

The article considers the research made with usage of a unified approach to the assessment of sanitary-hygienic conditions of educational institutions and students'

health. The essence of the approach consists in getting a unified dimension, so called «single standard unit», that enables integration of all the above indicators.

**Key words:** unified approach, sanitary and hygienic conditions of educational institutions, students' health, single standard unit

В системе профилактических мероприятий, направленных на формирование, укрепление и сохранение здоровья обучающихся, важная роль принадлежит состоянию окружающей среды в образовательных учреждениях (ОУ). Гигиенические требования, предъявляемые к школьной обстановке, основываются на физиологических данных взаимодействия организма человека и среды с учётом возраста школьников и микроклиматических условий ОУ.

По данным НИИ общего и среднего образования Российской Академии образования, при пятидневной рабочей неделе утомление учащихся возрастает до 37% (при шестидневной неделе оно не превышает 23%). Необходимо при этом отметить, что не все образовательные учреждения являются типовыми и отвечают СНиПу, строительство новых школ не многочисленное по РФ. Материальная база ОУ неудовлетворительная, 31% школ не имеют спортивных залов и спортивных площадок, не укомплектованы соответствующей росту обучающихся мебелью. Организация питания ни по условиям, ни по качеству не соответствует гигиеническим требованиям. Все это не может не оказывать вредного влияния на состояние здоровья учащихся. Выше сказанное подтверждает необходимость строго отслеживать санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды в ОУ, создавая этим самым благоприятные условия для обучающихся, с учётом новых санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СанПиНов 2.4.2.2821-10). Поэтому насущной проблемой педагогов, врачей-гигиенистов, врачей-педиатров, школьных врачей является регулярная оценка санитарно-гигиенического состояния ОУ и здоровья школьников.

Весьма важно субъектам образовательного процесса самостоятельно проводить доврачебный скрининг состояния здоровья. Доврачебный скрининг основан на оценке индекса функциональных изменений (ИФИ). При всей простоте он обеспечивает системный подход к оценке функционального состояния системы кровообращения как индикатора адаптационных возможностей организма. Учёные В. П. Казначеев, Р. М. Баевский, Л. М. Игольницына в Сибирском регионе использовали методический донологический подход контроля за количеством здоровья сибиряков – подсчёт ИФИ. Для измерения показателей АД необходим прибор тонометр с пульсометром. Математическая обработка исследований не сложна, но достаточно валидная:

$$\text{ИФИ} = 0,011\text{ЧП} + 0,014\text{САД} + 0,008\text{ДАД} + 0,014\text{В} + 0,009\text{МТ} - 0,009\text{Р} - 0,27,$$

где ЧП – частота пульса; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; В – возраст; МТ – масса тела; Р – рост. Чем выше условный балл ИФИ, тем выше вероятность развития патологических отклонений.

Для санитарно-гигиенической оценки ОУ имеется значительное число показателей, но следует отметить их автономность и разобщённость. Для сравнительного анализа были взяты наиболее приоритетные показатели, характеризующие санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды в ОУ и заболеваемость учащихся.

Цель предлагаемых исследований – комплексный унифицированный подход в оценке как санитарно-гигиенического состояния ОУ, так и здоровья обучающихся. Достоинством настоящего метода является использование большого количества показателей.

Сущность методики заключается в получении единой размерности, которая обозначена как ЕУЕ (единая условная единица), позволяющая провести интеграцию по всем приведённым показателям [Унифицированные методы сбора, 2006].

Интеграция (лат. *integratio*) – объединение в целое каких-либо частей или элементов.

Предлагаемая в модификации Л. М. Игольницыной [Игольницына 2012, 2013], комплексная оценка окружающей среды в ОУ и состояния здоровья обучающихся базируется на методике А. Э. Антипенко, Э. С. Антипенко [Антипенко, Антипенко, 1995] по оценке деятельности учреждений при помощи средних величин (*Media*) в сочетании с их сигмальными значениями. С помощью последней можно устанавливать ранги среди ОУ.

Оценка санитарно-гигиенического состояния ОУ и состояния здоровья обучающихся в школах г. Иркутска проводилась по данным официальной статистики Роспотребнадзора, по данным периодических медицинских осмотров и заболеваемости по обращаемости. С этой целью проведён анализ протоколов за 2010-2013 гг. в десяти ОУ г. Иркутска по следующим показателям: исследование воздуха закрытых помещений, исследование проб пищевых продуктов, измерения освещенности, измерения метеорологических факторов, паспорта школ, отчеты профилактических периодических медицинских осмотров. Всего проанализировано 138 первичных официальных документов. Это послужило основанием включения в разработку следующих показателей: калорийность пищи, температура воздуха, относительная влажность воздуха, искусственная освещенность классов, содержание в воздухе закрытых помещений углекислого газа, ртути. При оценке состояния здоровья учтены более распространённые заболевания: нарушения осанки, сколиоз, понижение зрения, понижение слуха.

Следует заметить, что в разработанных обобщающих материалах и приводимых таблицах не указываются номера ОУ г. Иркутска, так как в данной ситуации рассматриваются методические приёмы обработки и возможность использования официальных сведений из учётных документов.

В то же время возможно проводить сравнения по показателям других ОУ и принимать соответствующие решения по их совершенствованию. При этом

следует помнить, что приведенные показатели предназначены для определённого периода и периодически требуют корректировки.

Вычисления статистических критериев проведено по формулам для малой выборки ( $n < 30$ ) и в отдельных случаях для выборки, где число наблюдений превышает 30.

Одним из главных составляющих настоящей методики является среднее квадратическое (или стандартное) отклонение – сигма ( $\sigma$ ).

Она является общепринятой мерой колеблемости вариационного ряда. Ещё более точно колеблемость вариационного ряда измеряется с помощью нахождения отклонений варианта от средней величины. Нахождение выше названных величин проведено на примере определения среднего содержания оксида углерода в классах (табл.1).

*1 этап. Определение средней арифметической простой (M).*

Для этого использовали следующую формулу:

$$M = \frac{\sum v}{n},$$

где

M – средняя арифметическая;

$\Sigma$  – знак, обозначающий сумму;

v – варианта;

n – число наблюдений.

Таблица 1

Определение среднего содержания в воздухе учебных помещений  
оксида углерода

Условные номера школ (ОУ)	Содержание оксида углерода в воздухе помещений (в мг/м <sup>3</sup> )	Р число школ	d	d <sup>2</sup>
1	8,6	1	+5,95	35,40

2	5,4	1	+2,75	7,56
3	2,0	1	-0,65	0,42
4	2,4	1	-0,25	0,06
5	0,8	1	-1,85	3,42
6	1,6	1	-1,05	1,10
7	1,5	1	-1,15	1,32
8	1,2	1	-1,45	2,10
9	1,5	1	-1,15	1,32
10	1,5	1	-1,15	1,32
Число наблюдений n=10	26,5	10		54,02

$$M = 26,5/10 = 2,65 \text{ мг/м}^3$$

2 этап. Определение отклонений вариант от средней.

Отклонение (лат.deviatio) обозначается буквой d, вычисляется как разность между вариантой и средней величиной.

$$d=v-M.$$

В нашем случае:

$$d = 8,6 - 2,65 = +5,95..., 0,80 - 2,65 = -1,85 \text{ и т.д.}$$

3 этап. Возведение отклонения в квадрат ( $d^2$ ).

Обратимся к таблице 1:  $5,95^2 = 35,40..., -1,85^2 = 3,42$  и т.д.

4 этап. Вычисление среднего квадратического отклонения ( $\bar{\sigma}$ ).

$$\bar{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{d^2}{n-1}}, m, k, n < 30$$

$$\bar{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{54,02}{9}} = 2,4 \text{ мг/м}^2$$

5 этап. Достоверность полученных результатов оценивается с ошибкой (m).

Она рассчитывается следующим образом:

$$m = \pm \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n-1}}, \quad m = \pm \frac{2,4}{3} = \pm 0,8 \text{ мг/м}^2$$

Для обеспечения объективности в группировке школ в соответствии с показателями вычисляли средние величины, среднее квадратическое отклонение и среднюю ошибку средней арифметической для каждого из выделенных и названных ранее показателей. Результаты вычисления представлены в таблицах 3,4.

Полученные результаты позволили провести интегрированную оценку на основании вычисления такой вероятностной величины, как среднее отклонение вариант от среднего их значения. Уровни отклонения представлены в таблице 5. Как видно из таблицы, отмечается значительной разницей в уровнях представленных статистических показателей, которые характеризуют состояние здоровья обучающихся. Эти данные могут служить основой для осуществления ситуационного анализа в улучшении санитарно-гигиенического состояния ОУ и здоровья обучающихся.

*6 этап. Получение единой условной единицы (ЕУЕ), которая выражается в долях сигмы.*

ЕУЕ получается путём деления отклонения (d) на среднее квадратическое отклонение (С) с учетом знака, показывающего направление изменения показателей.

$$EUE = \pm \frac{d}{\sigma}, \text{ т.е. } 5,95/2,4=2,48 \text{ мг/м}^3, \dots, -1,85/2,4 \text{ мг/м}^3 \text{ и т.д.}$$

Результаты детального цифрового анализа приведены в таблицах 6,7,8.

*7 этап. Заключительный. Определение суммы сигмальных значений с учётом знака по каждой школе по всем показателям.*

Обратимся к таблице 5.

$$1,04 + 2,48 + 2,37 = 5,89, \dots, -0,61 + (-0,77) + 0,26 = -1,06 \text{ и т.д.}$$

Данная процедура позволяет присвоить ранг каждой из 10 школ (ОУ) и провести интегрированную оценку состояния окружающей среды и состояния здоровья обучающихся. При определении ранга необходимо сделать акцент

на том, какое значение (большое либо маленькое) суммы сигмальных значений будет взято за основу определения ранга.

Так, при оценке санитарно-гигиенического состояния ОУ г. Иркутска (таблица 6) самый высокий первый ранг следует присвоить той школе (ОУ), которая имеет наибольшую сумму сигмальных значений + 15,86 (это ОУ № 4), т.е. чем выше значение, тем лучше. Последний, десятый ранг, ОУ № 1, так как оно имеет наименьшую сумму сигмальных значений – -4,58. В то время как по оценке качества воздуха помещений (таблица 7) подход иной: чем меньше значение, тем лучше. Наивысший ранг – первый – присваивается ОУ с наименьшей суммой сигмальных значений (+0,82) – школа(ОУ) №4, а наименьший ранг – десятый – с наибольшей суммой сигмальных значений (-0,31) – школа (ОУ) №7.

При оценке состояния здоровья обучающихся в ОУ(таблицы 2 и 8) первый ранг присваивается ОУ с наименьшим сигнальным значением (+2,2) – ОУ № 6, а десятый ранг – школе с наибольшим сигмальным значением (-0,4) – ОУ № 5.

По трём блокам показателей данные представлены в таблице 9. Проведённое гигиеническое ранжирование выглядит следующим образом: ни одна школа не получила единого ранга по трём блокам показателей. Первый ранг по двум блокам: санитарно-гигиеническому состоянию помещений и качеству воздуха помещений – получила школа № 4, но пятый ранг – по состоянию здоровья. Школа №6 получила первый ранг по состоянию здоровья, второй ранг – по санитарно-гигиеническому состоянию помещений, но седьмой ранг – по качеству воздуха в помещениях. Компактно распределились ранги школ (ОУ) №№ 9, 10. Низкий рейтинг у ОУ № 5.

Проведённый анализ в полной мере подтверждает ценность предлагаемой методики, где, с одной стороны, присутствует рациональная детализация приводимых сведений, а с другой стороны, квинтэссенция метода – интегрированная сигмальная оценка на основе единой условной единицы. Единая условная единица, исключая размерность и колебания каждого показателя, позволяет в итоге комплексно оценить уровни санитарно-

гигиенического благополучия и состояния здоровья обучающихся в отдельно взятом образовательном учреждении.

Таким образом, комплексная вероятностная оценка даёт возможность определять приоритетные и первоочередные задачи по внедрению новых (СанПиНов 2.4.2.2821-10), принимать эффективные управленческие решения, совершенствовать организацию современного образовательного процесса и медицинской помощи, что существенно улучшит состояние здоровья обучающихся.

Предлагаемые методики достаточно просты, удобны и должны найти своё применение в практике педагогов, врачей-гигиенистов, врачей-педиатров.

Таблица 2

Средние уровни санитарно-гигиенических показателей  
заболеваемости по 10 школам (ОУ) г. Иркутска

Наименование показателей	M	$\pm \bar{\sigma}$	$\pm m$	Существующие нормы
Калорийность питания (ккал.) в школах	171,8	117,3	39,1	2 завтрак 7-10 лет – 480 ккал. 11-13 лет – 570 ккал. 14-17 лет – 630 ккал. – юн. 550 ккал. – дев.
Температура воздуха (градус) в классах	19,7	2,7	0,9	17°-20°
Относительная влажность (%) в классах	34,0	3,0	1,0	40-60 %
Освещённость в классах искусственная	349,0	93,3	31,1	300 Вт

(Вт)					
Углекислый газ (%)	0,1	0,04	0,01	0,1 % на единицу объема	
Окись углерода (мг/м <sup>3</sup> )	0,000044	0,000023	0,00008	0,0003 мг/м <sup>3</sup>	
				Уровни	
				Иркутск	Область
Нарушение осанки (%)	75,6	27,5	2,9	54,5	43,7
Сколиоз (%)	28,7	1,9	0,7	20,1	12,8
Понижение слуха (%)	1,5	0,9	0,3	2,5	2,0
Понижение зрения (%)	102,6	67,4	14,8	61,5	47,3
Заболеваемость (%)	401,7	139,6	46,5	977,5	740,4

Таблица 3

Показатели калорийности пищи, освещённости и состояния воздушной среды

Факторы Школы (ОУ)	Физические и химические факторы воздушной среды, освещённость и калорийность пищи						
	Калорийность (ккал.)	Освещён- ность	Температура (градус С)	Относитель- ная влажность (%)	Углекислый газ (%)	Оксид углерода(%)	Ртуть (мг/м*)
1	164,2	240	18,2	24	0,15	8,6	0,000068
2	99,78	250	16,1	24	0,06	5,4	0,000067
3	157,27	270	22,8	25	0,06	2,0	0,000070
4	125,1	415	22,8	79	0,07	2,4	0,000080
5	95,17	482	18,9	28	0,07	0,8	0,000030
6	80,95	381	15,0	86	0,06	1,6	0,000014
7	95,8	483	20,0	26	0,07	1,5	0,000046
8	125,46	430	22,0	24	0,07	1,2	0,000029
9	413,18	440	21,0	25	0,05	1,5	0,000025
10	361,8	320	20,0	24	0,018	1,5	0,000016
	M = 171,79 m = ±39,08	M = 349 m = ±31,12	M = 19,68 m = ±0,89	M = 34,0 m = ±1,0	M = 0,06 m = ±0,013	M = 2,65 m = ±0,8	M = 0,000044 m = ±0,00008

Таблица 4

Некоторые показатели заболеваемости подростков по данным медицинских осмотров (на 1000 подростков)

Школы(ОУ)	Показатели заболеваемости по данным медицинских осмотров				
	Нарушение осанки	Сколиоз	Понижение слуха	Понижение зрения	Заболеваемость
1	96,0	-	1,0	33,0	481,0
2	110,0	17,0	1,0	198,0	363,0
3	112,0	21,0	1,0	232,0	324,0
4	302,0	31,0	2,0	63,0	691,0
5	67,0	29,0	1,0	11,0	342,0
6	30,0	27,0	1,0	119,0	440,0
7	8,0	15,0	1,0	48,0	193,0
8	-	32,0	4,0	54,0	281,0
9	31,0	43,0	2,0	151,0	519,0
10	-	44,0	1,0	117,0	380,0
	M = 75,6 m = ±2,87	M = 28,7 m = ±0,67	M = 1,5 M = ±0,3	M = 102,6 m=±14,8	M = 401,7 m = ±46,5

Таблица 5

Интегрированная сигмальная ( $\pm\sigma$ ) оценка отклонений уровней показателей от средних их величин по 10 ОУ г. Иркутска  
(2013 г.)

Шко- лы  (ОУ)	Калорий- ность пищи	Освещён- ность	Физич. факторы воздуха		Химический состав воздуха			Состояние здоровья				
			Темпера- тура	Относит. влажность	Углеки- слый газ	Оксид углерода	Ртуть	Наруше- ние осанки	Сколиоз	Пони- жение зрения	Пони- жение слуха	Заболева- емость
1	-7,59	-109	-1,48	-10	0,09	5,95	0,000024	20,4	-	-69,6	-0,5	82,3
2	-72,01	-99	-3,58	-10	0	2,75	0,000023	34,4	-8,9	95,4	-0,5	-38,7
3	-14,52	-79	3,12	-11	0	-0,65	0,000026	36,4	-4,9	129,4	-0,5	-77,4
4	-46,69	66	-0,79	45	0,01	-0,25	0,000036	226,4	5,1	-39,6	0,5	289,3
5	-76,62	133	-4,68	-6	0,01	-1,85	-0,000014	-8,6	3,1	-91,6	-0,5	-59,7
6	-90,84	32	-0,32	52	0	-1,05	-0,000030	-45,6	1,1	16,4	-0,5	38,3
7	-75,99	134	2,32	-8	0,01	-1,15	0,000002	-68,5	-10,9	-54,6	-0,5	-208,7
8	-46,33	81	2,32	-10	0,01	-1,45	-0,000015	-	6,1	-48,6	2,5	-120,7
9	241,39	91	1,32	-11	-0,055	-1,15	-0,000019	-44,6	17,1	48,4	0,5	117,3
10	189,21	-29	0,32	-10	-0,042	-1,15	-0,000028	-	18,1	14,4	-0,5	-21,7

Таблица 6

Интегрированная сигмальная и ранговая оценка калорийности пищи и окружающей среды 10 ОУ г. Иркутска (в единых условных единицах)

Школы (ОУ)	Отклонение $\pm\sigma$ от средних уровней				Сумма сигмальных значений	Ранговое место ОУ
	Калорийность пищи	Температура воздуха в классах	Относи- тельная влажность	Освещен- ность в классах		
1	-0,06	-0,55	-3,33	-1,14	-4,58	10
2	-0,61	-1,34	-3,33	-1,06	-6,54	9
3	-0,12	+1,16	-3,0	+0,85	-1,11	4
4	-0,39	+1,16	-15,0	-0,69	+ 15,86	1
5	-0,65	-0,29	-2,0	+ 1,42	-1,52	7
6	-0,77	-1,75	-17,66	+0,33	+ 15,47	2
7	-0,65	-0,11	-2,66	-1,43	-4,85	8
8	-0,39	+0,87	-3,33	+0,87	-1,98	5
9	+2,05	+0,49	-3,0	+0,97	+0,51	3
10	+ 1,61	+0,11	-3,33	-0,30	-1,91	6

Таблица 7

Интегрированная сигмальная и ранговая оценка санитарно-гигиенического состояния (качество воздуха помещений) 10 ОУ г. Иркутска (в единых условных единицах)

Школы (ОУ)	Отклонение $\pm\sigma$ от средних уровней			Сумма сигмальных значений $\pm\sigma$	Ранговое место школы
	Ртуть	Окись углерода	Углекис- лый газ		
1	+1,04	+2,48'	+2,37	+5,89'	4
2	+1,0	+ 1,14	0	+2,14	3
3	+1,13	-0,27	0	+0,86	2

4	+1,56	-1,0	+0,26	+0,82	1
5	-0,61	-0,77	+0,26	-1,06	8
6	-1,30	-0,44	0	-1,74	7
7	-0,09	-0,48	+0,26	-0,31	10
8	-0,65	-0,60	+0,26	-0,99	9
9	-0,85	-0,48	-1,45	-2,78	6
10	-1,22	-0,48	-1,15	-2,85	5

Таблица 8

Интегрированная сигмальная и ранговая оценка состояния здоровья обучающихся по данным медицинских осмотров в 10 ОУ г. Иркутска за 2013 г. (в единых условных единицах)

ОУ	Отклонение $\pm\sigma$ от средних уровней					Сумма сигмальных значений ( $\pm\sigma$ )	Ранговое место школы (ОУ)
	Наруше- ние осанки	Сколиоз	Пониже- ние зрения	Пониже- ние слуха	Заболе- ваемость		
1	-0,74	—	-1,03	-0,55	+0,59	-3,46	8
2	-1,25	-4,68	+ 1,41	-0,55	-0,28	-5,35	7
3	-1,32	-2,58	+ 1,92	-0,55	-0,56	-3,09	9
4	+8,23	+2,68	-0,59	+0,53	+2,07	+12,94	5
5	+0,31	+ 1,63	-1,36	-0,55	-0,43	-0,4	10
6	+ 1,66	+0,58	+0,24	-0,55	+0,27	+2,2	1
7	-2,49	-5,74	-0,81	-0,55	-0,27	-9,86	6
8	-	+3,21	-0,72	+2,78	-1,49	+3,78	2
9	1,62	+9,0	+0,71	+0,55	+0,84	+ 12,72	4
10	-	+9,53	+0,21	-0,55	-0,15	+9,04	3

## Гигиеническое ранжирование ОУ по трем блокам показателей

ОУ \ Ранги	Показатели		
	Санитарно-гигиеническое состояние ОУ помещений	Качество воздуха	Состояние здоровья (показатель распространенности заболеваний)
1	10	4	8
2	9	3	7
3	4	2	9
4	1	1	5
5	7	8	10
6	2	7	1
7	8	10	6
8	5	9	2
9	3	6	8
10	6	5	3

**Библиографический список**

1. Антипенко А. Э. Оценка деятельности учреждений при помощи средних величин (Media) / Антипенко А. Э., Антипенко Э. С. // Проблемы социальной медицины и история медицины. 1995. № 6. С. 19-23.
2. Игольницyna Л. М. Гигиенические аспекты совершенствования экологического образования: монография / Л. М. Игольницyna. – Иркутск: Репроцентр А1, 2012. 453 с.
3. Игольницyna Л. М. Эколого-валеологический практикум: уч. метод. пособие / Л. М. Игольницyna. Иркутск: Репроцентр А1, 2013. 173 с.

4. Унифицированные методы сбора данных анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды: метод. рекомендации. М.: 2-ой Московский мед. институт, 2006. 106 с.