

**С.М. Чечельницкая,  
В.В. Бобков,  
А.В. Воробьев**

## **Расчеты интегральных показателей здоровья учащихся, готовящихся к сдаче норм ГТО**

Статья посвящена разработке информационной системы междисциплинарного мониторинга здоровья детей и подростков в процессе подготовки к сдаче норм ГТО. Описан путь преобразования экспертной модели здоровья в информационную систему путем математических операций: аддитивная и мультипликативные свертки первичных показателей для получения частных (физические, психические и социальные аспекты здоровья) и интегральных показателей здоровья. На примерах показано, что экспертная информационная система позволяет соблюсти все требования ВОЗ и может быть рекомендована для практического применения при проведении мониторинга здоровья.

*Ключевые слова:* показатели здоровья; интегральный показатель здоровья; мониторинг здоровья; ГТО.

### **Введение**

**Ч**еловек издавна использует моделирование для исследования объектов, процессов, явлений в различных областях науки. В медицине и здравоохранении первыми шагами в данном направлении являлись статистические исследования, которые начали проводиться в России ещё в XVIII веке и служили основой для построения первых математико-статистических моделей [8]. Особое место среди них занимают модели, связанные с интегральной оценкой здоровья населения [1]. Попытки создания таких моделей предпринимались многими отечественными и зарубежными учеными. Однако анализ литературы [4; 5; 6; 9; 10] показывает, что в настоящее время ещё нет моделей, принятых в качестве основных и наиболее подходящих для оценки интегральных характеристик здоровья населения. Причина такого положения, по мнению И.М. Гельфанда и Б.И. Розенфельда «вовсе не в неготовности медицины, биологии, психологии использовать математику. Скорее наоборот, математики только ищут подходы к задачам гуманитарных наук» [2]. Существующие подходы к созданию интегральных моделей и систем оценки состояния здоровья населения имеют ряд ключевых недостатков, поскольку в их основе лежат, как правило, лишь показатели заболеваемости,

рождаемости и смертности. Проблему же построения математических моделей здоровья населения в целом, и индивида, в частности, следует рассматривать в контексте индивидуальных психофизиологических показателей здоровья и социально-экономических факторов с применением различных методов системного анализа.

Поэтому проблема разработки интегральных показателей здоровья по-прежнему актуальна, что подчёркивается в работах В.А. Медика, М.С. Токмачева, Б.Б. Фишман, А.И. Соломонова, А.И. Вялкова [7; 8; 10].

Необходимость мониторинга состояния здоровья учащихся становится еще более очевидной на фоне введения сдачи норм ГТО. Единовременное обследование не всегда способно выявить неярко выраженные изменения, предшествующие манифестации тяжелых заболеваний со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем, тогда как накопление малых косвенных признаков отражается на общем состоянии здоровья и заставляет специалистов обратить внимание на ученика, находящегося в зоне риска.

В 1971-м году Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) сформулировала основные требования к интегральным показателям здоровья детей и подростков (в материалах ВОЗ такой показатель называется обобщенным индексом здоровья детей и подростков) [8]:

- **Доступность данных.** Должна существовать возможность для определения интегрального показателя без сложных специальных исследований.
- **Полнота охвата.** Интегральный показатель должен быть получен из данных, охватывающих все население, для которого он предназначен.
- **Качество.** Национальные или территориальные данные не должны изменяться во времени и пространстве таким образом, чтобы на интегральный показатель оказывалось значительное влияние.
- **Универсальность.** Интегральный показатель по возможности должен быть отражением группы факторов, которые определены и влияют на уровень здоровья.
- **Вычислимость.** Интегральный показатель должен рассчитываться как можно более простым способом, расчет не должен быть дорогостоящим.
- **Приемлемость и интерпретируемость.** Интегральный показатель должен быть приемлем и, несомненно, должны существовать приемлемые методы для его расчета и интерпретации.
- **Воспроизводимость.** При использовании интегрального показателя здоровья разными специалистами, в различных условиях и в различное время результаты должны быть идентичными.
- **Специфичность.** Интегральный показатель должен отражать изменения только в тех явлениях, выражением которых он служит.
- **Чувствительность.** Интегральный показатель здоровья должен быть чувствительным к изменениям соответствующих явлений.
- **Валидность.** Интегральный показатель должен быть истинным выражением фактов, мерой которых он является.

В нашей предыдущей публикации [11] была предложена экспертная модель здоровья, в разработке которой приняли участие 132 эксперта: врачи, психологи, педагоги, философы, социологи, старшие подростки, взрослое население, независимо от профессиональной принадлежности. В результате были разработаны номинальная и порядковая экспертные классификации, которые позволили квалифицировать состояние здоровья как объект, имеющий определенные свойства и зависящий от определенных внешних факторов, и определить уровень значимости каждого показателя.

Дальнейшее развитие экспертной модели здоровья до уровня информационной системы возможно двумя путями. Путь первый — получение эмпирических данных и квалификация индивидуального здоровья на их основе, что было продемонстрировано в нашей статье «Вероятностно-статистическая модель здоровья детей» [12]. Серьезной проблемой на этом пути является получение полноценного объема эмпирических данных о каждом ребенке. Процедуры проведения междисциплинарных обследований достаточно сложны организационно, трудоемкой процедурой является перенос данных с бумажных носителей на электронные для их последующей обработки.

Второй путь — расчет интегрального показателя здоровья на основе экспертных оценок специалистов, работающих с ребенком (классного руководителя, учителя физкультуры, социального педагога, школьного врача) и его родителей. Методы экспертных оценок состояния здоровья достаточно распространены. В частности, в ходе десятилетнего изучения социально-психологических факторов здоровья в штатах Калифорния и Мичиган исследователи сочли необходимым включить экспертную оценку своего здоровья опрашиваемыми [3], как надежный критерий отнесения их в группу здоровых или больных. При определении группы здоровья врач также выступает в качестве эксперта.

Настоящая статья посвящена описанию экспертного метода получения интегрального показателя здоровья ребенка.

### Методы исследования

Согласно определению ВОЗ, «...здоровье это не только отсутствие болезней, но и состояние полного физического, психического и социального благополучия». В определении ВОЗ четко обозначены три составляющие понятия здоровья: физическое, психическое и социальное. Несмотря на тесную взаимосвязь, они поддаются логическому разделению, а, следовательно, и разделению на блоки при построении математической модели здоровья. Показатели здоровья, полученные нами в процессе разработки номинальной экспертной классификации, также могут быть разделены на три блока соответствующих трем составляющим здоровья, обозначенным ВОЗ.

Необходимо определиться с механизмом получения интегрального показателя «Здоровье» (З) при условии, что его частные показатели — «Физическая

составляющая здоровья» (ФСЗ), «Психическая составляющая здоровья» (ПСЗ) и «Социальная составляющая здоровья» (ССЗ) — могут быть рассчитаны и имеют сопоставимые единицы измерения.

Традиционно для решения подобных задач используются аддитивная либо мультипликативная свертки:

1) аддитивная свертка 1-го вида:

$$K = \sum_{i=1}^n w_i x_i,$$

2) аддитивная свертка 2-го вида:

$$K = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{x_i}},$$

3) мультипликативная свертка:

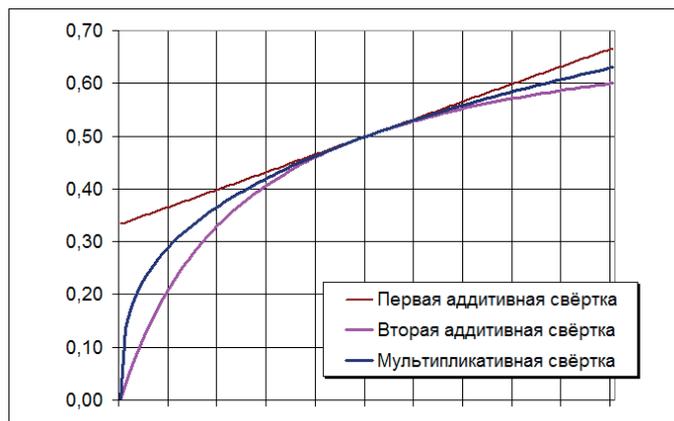
$$K = \prod_{i=1}^n (x_i)^{w_i},$$

где  $w_i$  — весовой коэффициент  $i$ -го параметра,  $x_i$  — значение  $i$ -го параметра,  $n$  — количество параметров.

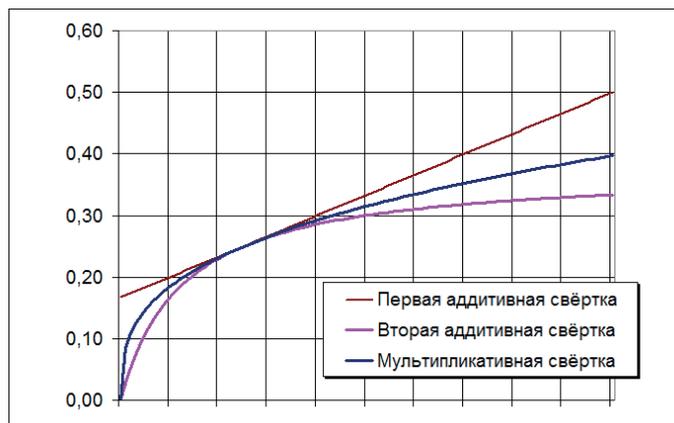
Конкретный вид свертки зависит от особенностей решаемой задачи и требований, предъявляемых к результату. Особенность аддитивной свертки заключается в компенсирующем эффекте: уменьшение значения одного показателя может частично или полностью компенсироваться увеличением значения другого показателя. Мультипликативная свертка таким эффектом не обладает — близкое к нулю значение хотя бы одного показателя приводит к низкому значению всей свертки. Такой тип свертки характерен для оценки надёжности систем, когда нарушение работы одного элемента системы влечет за собой выход из строя всей системы.

Целесообразно исследовать поведение каждой функции в условиях поставленной задачи — выявить характер изменения интегрального показателя «Здоровье» при варьировании частных показателей, которые будем считать равнозначными. Во избежание отражения на интегральном показателе эффекта взаимовлияния составляющих здоровья, в рамках проводимого исследования частные показатели следует считать независимыми.

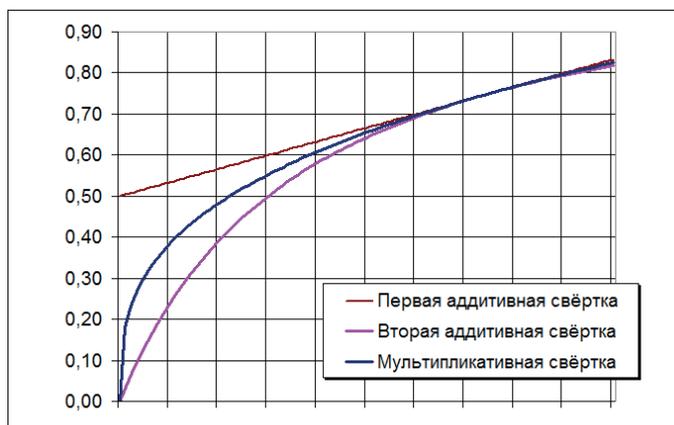
На рисунках 1–3 представлены графики зависимостей интегрального показателя от одного частного показателя (при условии их равнозначности не имеет значения, от какого именно), возрастающего от 0 до 1, (два других фиксированы в равных значениях: средних (0,5, рис. 1), низких (0,25, рис. 2) и высоких (0,75, рис. 3).



**Рис. 1.** Изменение интегрального показателя «Здоровье» при варьировании одного частного показателя от 0 до 1 (два других фиксированы в значении 0,5)



**Рис. 2.** Изменение интегрального показателя «Здоровье» при варьировании одного частного показателя от 0 до 1 (два других фиксированы в значении 0,25)

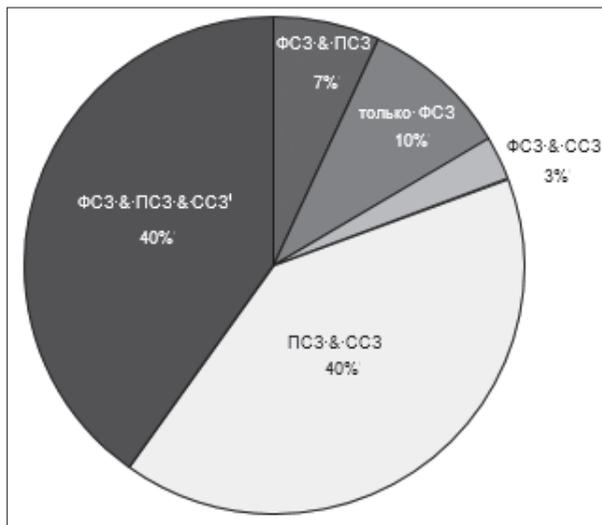


**Рис. 3.** Изменение интегрального показателя «Здоровье» при варьировании одного частного показателя от 0 до 1 (два других фиксированы в значении 0,75)

Анализ представленных зависимостей показывает очевидное несоответствие аддитивной свертки 1-го вида характеру решаемой задачи, в то время как две другие свертки вполне пригодны для математического описания исследуемой функции. Их основное отличие между собой — это более плавное (аддитивная свертка 2-го вида) или более резкое (мультипликативная свертка) падение значения интегрального показателя при уменьшении изменяемого параметра в диапазоне его низких (и особенно — очень низких) значений. Аналогичное отличие проявляется и при увеличении изменяемого показателя в диапазоне его высоких значений (ярко выражено в случае фиксирования показателей на уровне низких значений, см. рис. 2). В нашем случае объектом исследования является группа детей и подростков, для которых характерна слабость адаптационных механизмов, высокая динамика физических, психологических и социальных показателей, следовательно, для расчета обобщенного показателя на основе частных показателей можно было бы предпочесть мультипликативный вариант свертки. В то же время данный вид свертки не пригоден в случае использования в качестве исходных данных переменных с малым числом градаций, что характерно, например, для экспертных оценок, так как в этом случае низкое значение одной характеристики будет неадекватно снижать значение результирующего параметра. Кроме того, при крайних значениях (как в низком, так и в высоком диапазоне) теряется влияние весовых коэффициентов, в результате чего даже малозначимый параметр может оказывать неоправданно большое влияние. В связи с этим для расчета частных показателей здоровья на основе экспертных мнений представляется оптимальным использование аддитивной свертки 2-го вида, менее критичной к «крайним» значениям.

Для содержательного наполнения частных составляющих здоровья мы воспользовались перечнем показателей номинальной экспертной модели. Перед привлеченными специалистами была поставлена задача оценить принадлежность каждого первичного показателя к определенному частному показателю здоровья (социальная, психическая или физическая составляющие). Причем, один и тот же показатель мог относиться как к психической, так и к физической составляющей здоровья. Корреляционный анализ составляющих здоровья позволил в первом приближении оценить правильность их содержательного наполнения. Высокая корреляционная связь выявлена между психической и социальной составляющими здоровья (коэффициент корреляции равен 0,62). Это вполне соответствует современным взглядам, согласно которым адаптивность в социуме является одним из важнейших признаков психического здоровья. Кроме того, согласно ВОЗ, психическое здоровье не является просто отсутствием психического расстройства. Оно определяется как состояние благополучия, при котором каждый человек может реализовать свой собственный потенциал, справляться с обычными жизненными стрессами, продуктивно и плодотворно работать, а также вносить вклад в жизнь своего сообщества. В то же время выявлена отрицательная корреляция физической составляющей как с психической, так и с социальной составляющими (коэффициенты корреляции равны  $-0,31$  и  $-0,37$  соответственно). Данный факт следует рассматривать не как противопоставление одного вида здоровья другим, а как его дополнение, т. е. физическая составляющая характеризует обобщенный

показатель здоровья с иной стороны, чем психическая и социальная составляющие. Более наглядно это представлено на диаграмме (см. рис. 4).



**Рис. 4.** Количественное наполнение частных показателей здоровья показателями номинальной экспертной классификации

Для практического применения были разработаны экспертная карта и алгоритм обработки данных, позволяющий реализовать процедуру получения интегрального показателя для каждого ребенка в любом математическом пакете программ, включая программу Microsoft Office Excel. При создании экспертной карты мы воспользовались показателями номинальной экспертной классификации [11]. С целью обеспечения должного уровня воспроизводимости интегрального показателя для каждого первичного показателя была разработана пятибалльная шкала, в которой 1 всегда относилась к наихудшему состоянию, 5 — к наилучшему. В качестве примера приведем шкалы показателей массы тела и уровня тревожности (табл. 1).

Таблица 1

**Пятибалльная шкала номинальных показателей здоровья:  
масса тела и уровень тревожности**

Показатель	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Масса тела	Ожирение 2-й и выше степеней / гипотрофия	Ожирение 1-й степени / дефицит массы тела более 20 %	Превышение / дефицит массы тела на 10–20 % относительно поло-возрастной нормы	Превышение / дефицит массы тела на 5–10 % относительно поло-возрастной нормы	Поло-возрастная норма
Уровень тревожности	Высокий/ низкий уровень	Явно повышенный/ пониженный уровень	Повышенный/ пониженный уровень	Незначительно повышенный/ пониженный уровень	Норма

Специалист, участвующий в исследовании, оценивал состояние учеников по релевантным шкалам (психолог — самооценку, самоотношение, самоприятие, ролевую идентификацию, коммуникативную компетентность и др.; врач — заболеваемость, функциональное состояние центральной и вегетативной нервной системы, сердечно-сосудистой и дыхательной систем и др.; учитель физической культуры — развитие основных двигательных качеств; родители — режим дня, питания, отдыха, труда и т. д.). Заполнение экспертной карты происходило непосредственно в компьютерной программе, что сэкономило время на перенос данных.

### Результаты исследования

Целесообразность практического использования описанного подхода будет продемонстрирована на примере двух социально благополучных 14-летних мальчиков, один из которых здоров, а второй болен бронхиальной астмой. В таблице 2 представлена экспертная карта с оценками первичных показателей здоровья, полученных на основании разработанных пятибалльных шкал.

Таблица 2

#### Экспертная карта учащихся с оценками первичных показателей здоровья

Показатели/факторы здоровья	Весовые коэффициенты	С.И., здоров	Т.И., состояние ремиссии	Т.И., обострение заболевания
<b>1. Показатели, характеризующие уровень физического развития</b>				
1.1. Вес	3,97	5	3	3
1.2. Рост	3,46	5	3	3
1.3. Индекс массы тела	3,75	5	4	4
1.4. Окружность головы/груди	3,24	5	5	5
1.5. Развитие основных двигательных качеств	4,23	5	3	3
<b>2. Функциональное состояние организма</b>				
2.1. Функциональное состояние центральной нервной системы	4,63	5	5	4
2.2. Функциональное состояние вегетативной нервной системы	4,43	4	4	3
2.3. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем	4,54	5	4	2
2.4. Функциональное состояние внутренних органов	4,37	5	4	4
2.5. Функциональное состояние костно-мышечной системы	4,25	5	4	4

Показатели/факторы здоровья	Весовые коэффициенты	С.И., здоров	Т.И., состояние ремиссии	Т.И., обострение заболевания
2.6. Физическая подготовленность	3,89	5	3	1
2.7. Сон	4,08	5	4	3
<b>3. Показатели, характеризующие уровень умственного развития</b>				
3.1. Высшие психические функции (память, внимание, мышление)	4,21	4	4	3
3.2. Уровень интеллекта	3,71	4	5	5
3.3. Успеваемость	3,39	4	5	4
3.4. Объем знаний	3,43	4	5	5
<b>4. Показатели, характеризующие уровень личностного развития</b>				
4.1. Образ Я (самооценка, самоотношение, самопринятие)	4,03	5	3	2
4.2. Ролевая идентификация	3,67	5	4	3
4.3. Коммуникативная компетентность	3,76	5	3	2
4.4. Простраивание будущего	3,55	5	3	1
4.5. Самореализация	3,96	4	3	1
4.6. Креативность	3,55	4	4	1
4.7. Копинг-ресурсы	3,73	5	4	1
4.8. Жизненные ценности	3,82	4	4	2
4.9. Жизненные навыки	3,93	5	3	3
<b>5. Показатели, характеризующие устойчивость, сопротивляемость</b>				
5.1. Стрессоустойчивость	4,08	5	4	2
5.2. Состояние иммунитета (частота острых заболеваний)	4,21	5	2	2
5.3. Силовая выносливость, работоспособность	4,05	5	3	1
5.4. Умственная работоспособность	3,97	4	4	2
5.6. Психологические защитные механизмы	4,06	4	5	3
<b>6. Заболеваемость</b>				
6.1. Аллергические заболевания	3,7	5	1	1
6.2. Хронические заболевания	4,13	5	1	1
6.3. Врожденные пороки и аномалии	3,94	5	1	1
6.4. Последствия травм	3,96	4	1	1
6.5. Психосоматические реакции и состояния	4,02	5	1	1
6.6. Функциональные отклонения в состоянии здоровья	3,97	4	2	2
<b>7. Биологические факторы</b>				
7.1. Наследственность	4,03	3	3	3
7.2. Беременность, роды и кормление грудью	3,79	5	4	4

Показатели/факторы здоровья	Весовые коэффициенты	С.И., здоров	Т.И., состояние ремиссии	Т.И., обострение заболевания
<b>8. Поведение</b>				
8.1. Сексуальное поведение	3,52	3	5	5
8.2. Двигательная активность	3,92	5	3	2
8.2. Аддиктивное поведение	3,72	4	5	5
8.3. Обращение за медуслугами	3,55	3	5	5
8.4. Увлечения, хобби	3,47	3	5	2
<b>9. Режим</b>				
9.1. Режим дня	3,85	4	5	5
9.2. Режим питания	4,01	4	5	5
9.3. Режим отдыха	4,03	4	5	5
9.4. Режим труда	3,97	3	5	5
9.5. Режим двигательной активности	4,02	5	4	3
9.6. Нагрузки	3,94	5	4	2
9.7. Закаливание и гигиена	3,91	4	4	4
<b>10. Природная среда</b>				
10.1. Климатические условия	3,62	4	4	4
10.2. Антропогенные и техногенные воздействия	3,85	3	3	3
10.3. Риск природных катаклизмов	3,23	5	5	5
<b>11. Социальная среда</b>				
11.1. Политика государства по охране и укреплению здоровья населения	3,25	4	4	4
11.2. Средства массовой информации	3,3	3	3	3
11.3. Доступность и качество медицинских услуг	3,82	4	4	4
11.4. Социальная поддержка в случае утраты трудоспособности	3,83	4	4	4
11.5. Развитость сферы досуга	3,5	3	3	3
11.6. Традиции, социальные нормы поведения	3,65	3	3	3
11.7. Состояние сферы бытовых услуг (транспорт, магазины и т. д.)	3,31	3	3	3
<b>12. Семейная среда</b>				
12.1. Тип семьи (состав семьи)	3,67	5	3	2
12.2. Взаимоотношения в семье	4,06	5	4	3
12.3. Материальное положение семьи	3,78	4	3	3
12.4. Семейные традиции	3,6	4	4	4

Показатели/факторы здоровья	Весовые коэффициенты	С.И., здоров	Т.И., состояние ремиссии	Т.И., обострение заболевания
12.5. Наличие хронических больных в семье	3,67	3	3	3
<b>13. Профессиональная среда</b>				
13.1. Педагогическое воздействие (педагогический стиль)	3,65	5	5	5
13.2. Гигиенические условия труда	3,91	4	4	4
13.3. Психологический микроклимат в коллективе	4,04	5	5	5
13.4. Интерес к работе	3,9	4	5	3
13.5. Достижения	3,75	4	5	3
13.6. Перспектива карьерного роста	3,63	4	4	4
13.7. Уровень образования	3,64	4	4	4

На основе полученных данных были рассчитаны частные и интегральные показатели здоровья. Причем вычисления были проведены двумя путями: частные показатели получены с использованием аддитивной свертки как первого, так и второго видов, а интегральные показатели — путем мультипликативной свертки частных показателей и, для сравнения, соответствующей аддитивной сверткой первичных показателей. Результаты вычислений представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

**Частные и интегральные показатели здоровья, полученные с использованием аддитивной свертки 1-го вида (значения показателей представлены в виде долей от максимально возможного уровня)**

Обследуемый	Частные показатели			Интегральные показатели, полученные путем свертки	
	ФСЗ	ПСЗ	ССЗ	аддитивной	мультипликативной
<b>С.И., здоров</b>	0,88	0,85	0,86	<b>0,87</b>	<b>0,87</b>
<b>Т.И., состояние ремиссии</b>	0,71	0,75	0,76	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>
<b>Т.И., обострение заболевания</b>	0,64	0,61	0,60	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>

Таблица 4

**Частные и интегральные показатели здоровья, полученные с использованием аддитивной свертки 2-го вида (значения показателей представлены в виде долей от максимально возможного уровня)**

Обследуемый	Частные показатели			Интегральные показатели, полученные путем свертки	
	ФСЗ	ПСЗ	ССЗ	аддитивной	мультипликативной
<b>С.И.,</b> здоров	0,85	0,83	0,83	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>
<b>Т.И.,</b> состояние ремиссии	0,56	0,62	0,62	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>
<b>Т.И.,</b> обострение заболевания	0,48	0,46	0,45	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>

Анализ представленных результатов показывает, что все интегральные показатели здоровья правильно отражают ранговое соотношение обследуемых и их состояний (здоровый ребенок имеет более высокое значение, чем больной, а больной в состоянии ремиссии — более высокое значение, чем при обострении заболевания). Тем не менее в случае использования аддитивной свертки первого рода мы имеем меньшую дифференциацию и завышенное значение интегральных показателей. Это особенно отчетливо видно на фоне обострения заболевания обследуемого Т.И.: даже в условиях благоприятной социальной и психологической обстановки оценка 0,62 неоправданно высока.

Сравнение интегральных показателей, полученных на основе мультипликативной свертки частных показателей здоровья с аналогичными показателями, вычисленными непосредственно на основе номинальных показателей, позволяет сделать вывод о том, что они имеют сходные значения, но в первом случае мы имеем более тонкую дифференциацию, которая повышается с уменьшением интегрального показателя здоровья.

Двухступенчатый расчет интегрального показателя здоровья имеет, кроме того, и другое важное значение — частные показатели, как промежуточный результат, позволяют определить, какая именно сторона жизни ребенка, какой вид его благополучия страдает в большей степени. Так, например, для мальчика, страдающего бронхиальной астмой, мы обнаруживаем, что в период обострения заболевания в большей степени страдает не физическое благополучие, а психическое и социальное (падение на 26 % и на 27 % против 14 % соответственно). Это явление объясняется возможностью современной медицины эффективно влиять на данный вид заболевания, минимизируя потери физического комфорта. В то же время мальчик лишен возможности полноценно общаться со сверстниками (а общение для данной возрастной группы — ведущая деятельность), может испытывать вызванные болезнью страхи (например, страх удушья), достигающие уровня панических атак, и пр.

### Заключение

Таким образом, на основе анализа теоретических и экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что предлагаемый нами способ получения интегрального показателя здоровья путем мультипликативной свертки частных показателей, каждый из которых отражает физическое, психическое и социальное благополучие и получен с использованием аддитивной свертки второго вида первичных показателей здоровья, позволяет соблюсти все требования ВОЗ и может быть рекомендован для практического применения при проведении мониторинга здоровья.

### Литература

1. *Бачманов А.А.* Математические модели интегральных показателей оценки здоровья населения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Новгородский гос. универ. им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2004.
2. *Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А.* Очерки о современной работе математиков и врачей / под ред. С.Г. Гиндикина. 2-е изд., испр. и доп. М.: Едиториал УРСС, 2005. 320 с.
3. *Гурвич И.Н.* Социальная психология здоровья / РАН, Ин-т социологии, филиал. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. 1023 с.
4. *Ермаков С.М., Михайлов Г.А.* Курс статистического моделирования. М.: Наука, 1976. 320 с.
5. *Ермаков С.П.* Современные возможности интегральной оценки медико-демографических процессов. М.: Медицина, 1996. 16 с.
6. *Марченко А.Г.* Групповые оценки здоровья населения при использовании различных источников информации // Итоги комплексного изучения здоровья населения в 1969–1971 гг. / под ред. А.Ф. Серенко. М.: Медицина. С. 148–150.
7. *Медик В.А.* Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина, 2003. 512 с.
8. *Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б.* Руководство по статистике в медицине и биологии: в 2-х т. / под ред. Ю.М. Комарова. Т. 2: Прикладная статистика здоровья. М.: Медицина, 2001. 352 с.
9. *Поляков И.В., Петрова Н.Г.* Комплексная характеристика качества диагностики и лечения тяжелых заболеваний // Сов. здравоохранение. 1985. № 11. С. 32–34.
10. *Соломонов А.И., Вялков А.И.* Мониторинг здоровья населения как основа развития здравоохранения. М.: ГЭОТАР Медицина, 1998. 38 с.
11. *Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Тимакова М.В., Финагин В.Г., Румянцев А.Г.* Экспертная модель здоровья детей как основание для построения междисциплинарного мониторинга // Вопросы современной педиатрии. 2008. Т. 7, № 6. С. 7–16.
12. *Чечельницкая С.М., Румянцев А.Г., Михеева А.А., Тимакова М.В., Финагин В.Г., Колемасов И.С.* Вероятностно-статистическая модель здоровья детей // Вопросы современной педиатрии. 2009. Т. 8, № 4. С. 10–16.

### Literatura

1. *Bachmanov A.A.* Matematicheskie modeli integral'ny'x pokazatelej ocenki zdorov'ya naseleniya: avtoref. dis. ... kand. texn. nauk / Novgorodskij gos. univer. im. Yaroslava Mudrogo. Velikij Novgorod, 2004.

2. *Gel'fand I.M., Rozenfel'd B.I., Shifrin M.A.* Ocherki o sovremennoj rabote matematikov i vrachej / pod red. S.G. Gindikina. 2-e izd., ispr. i dop. M.: Editorial URSS, 2005. 320 s.
3. *Gurvich I.N.* Social'naya psixologiya zdorov'ya / RAN, In-t sociologii, filial. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 1999. 1023 s.
4. *Ermakov S.M., Mixajlov G.A.* Kurs statisticheskogo modelirovaniya. M.: Nauka, 1976. 320 s.
5. *Ermakov S.P.* Sovremennyy'e vozmozhnosti integral'noj ocenki mediko-demograficheskix processov. M.: Medicina, 1996. 16 s.
6. *Marchenko A.G.* Gruppy'ye ocenki zdorov'ya naseleniya pri ispol'zovanii razlichny'x istochnikov informacii // Itogi kompleksnogo izucheniya zdorov'ya naseleniya v 1969–1971 gg. / pod red. A.F. Serenko. M.: Medicina. S. 148–150.
7. *Medik V.A.* Zabolevaemost' naseleniya: istoriya, sovremennoe sostoyanie i metodologiya izucheniya. M.: Medicina, 2003. 512 s.
8. *Medik V.A., Tokmachev M.S., Fishman B.B.* Rukovodstvo po statistike v medicine i biologii: v 2-x t. / pod red. Yu.M. Komarova. T. 2: Prikladnaya statistika zdorov'ya. M.: Medicina, 2001. 352 s.
9. *Polyakov I.V., Petrova N.G.* Kompleksnaya xarakteristika kachestva diagnostiki i lecheniya tyazhely'x zabolevanij // Sov. zdravooxranenie. 1985. № 11. S. 32–34.
10. *Solomonov A.I., Vyalkov A.I.* Monitoring zdorov'ya naseleniya kak osnova razvitiya zdravooxraneniya. M.: GE'OTAR Medicina, 1998. 38 s.
11. *Chechel'niczkaya S.M., Mixeeva A.A., Timakova M.V., Finagin V.G., Rumyancev A.G.* E'kspertnaya model' zdorov'ya detej kak osnovanie dlya postroeniya mezhdisciplinarnogo monitoringa // Voprosy' sovremennoj pediatrii. 2008. T. 7, № 6. S. 7–16.
12. *Chechel'niczkaya S.M., Rumyancev A.G., Mixeeva A.A., Timakova M.V., Finagin V.G., Kolemasov I.S.* Veroyatnostno-statisticheskaya model' zdorov'ya detej // Voprosy' sovremennoj pediatrii. 2009. T. 8, № 4. s. 10–16.

**S. M. Chechelnitskaya,**  
**V. Bobkov,**  
**A. V. Vorobyov**

### **Calculations of Integral Indicators of the Health of Students, Preparing to Deliver the Standards of Ready for Labour and Defence (GTO)**

The article is devoted to the development of the information system of interdisciplinary monitoring of the health of children and adolescents in preparation for the delivery standards GTO. The process of transformation of expert health models to the information system by mathematical operations: additive and multiplicative convolution of the primary indicators for private (physical, mental and social aspects of health) and the integral indicators of health is described in the article. The examples show that expert information system allows you to comply with all requirements of the World Health Organization and can be recommended for practical use in monitoring health.

*Keywords:* health indicators; integral indicator of health; health monitoring; RLD (GTO).