

Финагин Василий Геннадьевич

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА  
КОМПЬЮТЕРНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И МОНИТОРИНГА  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ УЧАЩИХСЯ**

Специальность 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (в информационных системах)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ».

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент  
Леонова Наталия Михайловна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Соболев Андрей Игоревич

кандидат технических наук, доктор биологических наук,  
профессор Коренков Игорь Петрович

Ведущая организация: ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт  
проблем вычислительной техники и информатизации.

Защита состоится «29» февраля 2012 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.130.03 при Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» по адресу 115409, г. Москва, Каширское шоссе дом 31, тел.: +7(499)323-95-26, +7(499)324-84-98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ».

Автореферат разослан: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

*Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор технических наук, доцент*

*Леонова Н.М.*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Здоровье нации является одним из ключевых факторов, влияющих на производительности труда, а значит экономическое и социальное благополучие Российской Федерации. Здоровье человека закладывается в детские и подростковые годы, которые в основном приходятся на школьный период. Результаты исследований состояния здоровья учащихся свидетельствуют, что современная школа может оказывать негативное влияние на здоровье детей, понизить порог жизнеустойчивости, выносливости, истощить резервные и защитные возможности организма. Анализ показателей здоровья учащихся свидетельствует о ежегодном прогрессировании доли нездоровых школьников.

Для выявления причин такой ситуации недостаточно наличия статистических данных только о состоянии физического здоровья, поскольку «здоровье – это не только отсутствие болезней, но и состояние полного физического, психического и социального благополучия» (Устав ВОЗ, 1946). Для решения указанной проблемы и принятия управленческих решений необходимо создание комплексной системы средств и методов компьютерного мониторинга здоровья учащихся. Методы мониторинга должны быть направлены на оценку состояния здоровья на междисциплинарном уровне, а компьютерные средства должны осуществлять расчёт частных и интегральных показателей состояния здоровья на основе статистической обработки данных на уровне школы, городского района, округа, города, региона страны.

Вопросам разработки и применения методов и средств компьютерного мониторинга здоровья посвящены работы таких авторов как: Гельфанд И.М. и Розенфельд Б.И., Котов Ю.Б., Ларионова И.С. и Алексеева А.А., Реброва О.Ю., Наследов А.Д., Протасова К.В., Пациорковский В.В. и др. Однако, в большинстве исследований отсутствует междисциплинарный подход к оценке состояния здоровья. Внимание уделяется оценке какой-либо одной из его сфер, что не позволяет выявлять причинно-следственные связи между различными составляющими здоровья – физической, психической и социальной.

Вопросы разработки математических моделей, основанных на результатах статистических исследований состояния здоровья и автоматизированных систем оценки состояния здоровья отражены в работах таких авторов, как: Медик В.А. и Токмачев М.С., Бочманов А.А., Крутько В.Н., Славин М.Б., Воронцов И.М. и Шаповалов В.В., Смирнова Т.М. и др., однако существующие подходы имеют ряд ключевых недостатков. Во-первых, интегральные индексы здоровья населения основаны, как правило, на показателях заболеваемости, рождаемости и смертности, что делает их неприменимыми в оценке состояния

здоровья индивида. Во-вторых, не решается проблема расчёты единых критериев нормы показателей здоровья, что особенно актуально при необходимости формирования общего заключения о состоянии здоровья школьника на междисциплинарном уровне. Кроме того, критерии нормы показателей здоровья должны рассчитываться относительно конкретного региона, а также должны быть актуальными относительно заданного временного периода.

Поэтому разработка методов и средств компьютерного мониторинга здоровья учащихся **является задачей актуальной и своевременной.**

**Цель работы:** сформировать набор методов оценки состояния здоровья школьников на междисциплинарном уровне, разработать комплекс средств компьютерного мониторинга частных и интегральных показателей здоровья учащихся. Для достижения указанных целей необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать структуру показателей здоровья учащихся.
2. Определить методы сбора и критерии оценки показателей здоровья учащихся.
3. Определить набор математических методов и разработать алгоритмы расчёта интегральных показателей состояния здоровья учащихся.
4. Разработать модели, структуру и форму представления информации специалисту для формирования заключения по состоянию здоровья учащегося.
5. Создать программный комплекс, позволяющий автоматизировать расчёт показателей состояния здоровья учащихся.

**Объектом исследования** являются процедуры оценивания частных и обобщенных показателей здоровья учащихся на основе междисциплинарного подхода.

**Предметом исследования** является мониторинг здоровья учащихся, установление норм показателей здоровья и выявление статистически значимых взаимосвязей между параметрами здоровья.

**Методы исследования.** В качестве методов измерения состояния здоровья учащихся используются 15 методик, апробированные и стандартизированные на многолетних исследованиях, позволяющих оценить физическую, психическую и социальную составляющие здоровья школьников. Для расчёта критериев оценки показателей здоровья применяется метод центильного анализа. Для выявления статистически значимых взаимосвязей между параметрами здоровья используется метод корреляционного анализа. Метод факторного анализа применяется для расчёта интегральных показателей здоровья. Для формирования прогнозов неизвестного показателя при имеющемся наборе известных используется метод множественного регрессионного анализа.

**Научная новизна** заключается в том, что в результате проведенных исследований:

- предложены и обоснованы новые модели и новые критерии здоровья учащихся, использующие совместно физическую, психическую и социальную составляющие здоровья;
- определены методики сбора информации для формирования оценок частных показателей здоровья учащихся на междисциплинарном уровне, позволяющие находить новые параметры здоровья как отдельного учащегося, так и усредненные по группе учащихся;
- определен набор математических методов и разработаны алгоритмы расчета показателей, позволяющие выявить статистически значимые взаимосвязи между параметрами здоровья и формировать интегральные показатели по сокращенному пространству переменных;
- поставлена и решена задача оценки здоровья как многокритериального объекта в единой системе координат и определены методы расчета критериев нормы показателей здоровья по различным территориальным единицам на заданных временных интервалах;
- проведенный компьютерный мониторинг здоровья большого количества учащихся позволил выявить системные отклонения здоровья от нормы у ряда учащихся различных субъектов РФ и установить их причинно-следственные связи.

**Практическая значимость** определяется тем, что:

- определены архитектура, состав, интерфейсы и функциональные задачи системы компьютерного мониторинга здоровья учащихся;
- предложена форма графического представления набора показателей здоровья в виде лепестковой диаграммы с обозначением критериев нормы показателя, позволяющая специалисту делать комплексное заключение о состоянии здоровья учащегося;
- предложена форма графического представления результатов корреляционного анализа, позволяющая специалисту формировать заключение о наличии причинно-следственных связей между множеством показателей здоровья;
- создан программный комплекс, позволяющий автоматизировать процессы сбора, хранения, обработки и представления результатов обработки информации специалистам и административному персоналу школы. Система компьютерного мониторинга здоровья внедрена и в течение ряда лет успешно применяется в работе средних общеобразовательных школ в различных городах Российской Федерации.

**Достоверность результатов** расчётов и статистической обработки обеспечивается математическим обоснованием предлагаемых методик, расчётом уровня р-значимости, а также адекватной интерпретацией полученных результатов специалистами в области здоровья учащихся.

**Реализация и внедрение результатов.** Теоретические и практические результаты используются при проведении мониторинга состояния здоровья школьников и формировании рекомендаций по его поддержанию и улучшению в таких городах Российской Федерации, как Москва, Реутов, Вологда, Петропавловск-Камчатский, Нальчик и др. в 2004-2010 годах. С 2007 года система применяется в работе окружного центра мониторинга здоровья школьников в 15 школах Юго-Восточного округа г. Москвы в рамках проекта «Школа здоровья», что подтверждено актом о внедрении. Получаемый статистический материал в последующем позволит провести анализ динамики состояния здоровья школьников и строить прогнозы его изменения. Результаты работы вошли в отчёты по проектам: 1) "Исследование коридора нормы реакции параметров, характеризующих состояние здоровья в зависимости от инвайронментальных условий" в рамках аналитической ведомственной целевой программы Министерства образования и науки РФ "Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)"; 2) "Роль биологических, физиологических и психологических факторов в формировании осанки современных студентов" в рамках аналитической ведомственной целевой программы Министерства образования и науки РФ "Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)"; 3) "Проведение мониторинга здоровья обучающихся, воспитанников городской местности" в рамках федеральной целевой программы "Дети России" на 2007-2010 годы.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на Всероссийской научно-практической конференции «Здоровье школьников. Профилактика социально-значимых заболеваний» (г. Тверь, 2006 г.), IX Межуниверситетской научно-методической конференции «Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы»: (Москва, 2006 г.), Первой Всероссийской научно-практической конференции «Сохранение и укрепление здоровья в образовательных учреждениях Российской Федерации» (8-10 ноября 2007 года), на конференциях МГИЭМ для молодых учёных и специалистов в 2006, 2007, 2008 г.г., а также на научной сессии НИЯУ МИФИ-2010.

**На защиту выносятся следующие результаты работы:**

- структура и критерии оценки состояния здоровья учащихся на основе междисциплинарного подхода;
- алгоритмы расчёта частных и интегральных показателей состояния здоровья учащихся;
- метод представления результатов мониторинга здоровья учащихся для формирования специалистом комплексного заключения;
- программный комплекс, позволяющий автоматизировать расчёт показателей состояния здоровья учащихся.

**Публикации, акты, свидетельства.** По теме диссертации опубликовано 35 научных и учебно-методических работ, 9 из которых в изданиях, рекомендованных для публикации ВАК и 2 монографии, кроме того:

- имеется Акт о внедрении системы мониторинга здоровья учащихся в работу средних общеобразовательных школ в различных городах Российской Федерации;
- получено Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2008620289 «Информационно-аналитическая система мониторинга здоровья учащихся».

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы (182 источника) и 4-х приложений, включая акт о внедрении. Работа изложена на 130 страницах основного текста и 56 страницах приложений. Содержит 39 таблиц, 26 рисунков.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи работы, сформулированы научная новизна, основные научные положения, выносимые на защиту и практическая значимость работы.

**В первой главе** разработана структура показателей здоровья учащихся, определены методы сбора и критерии оценки показателей здоровья, определён набор математических методов для расчёта частных и интегральных показателей здоровья.

Согласно определению Всемирной Организации Здравоохранения можно выделить 3 основных составляющих здоровья: физическую, психическую и социальную. Физическая составляющая определяется физиологией и антропометрией, состоянием функциональных систем организма, параметрами физического развития и заболеваемостью. Психическая составляющая здоровья школьника формируется из его психолого-педагогических характеристик. Социальная составляющая здоровья может быть определена набором характеристик семейной и образовательной среды учащегося. В конечном итоге здоровье учащегося может быть описано в соответствии с определённой структурой набором показателей здоровья, оцениваемых в количественной или качественной шкале.

В качестве методов сбора информации о состоянии здоровья учащихся специалистами были определены 15 методик, апробированных и стандартизированных на многолетних исследованиях, позволяющих оценить физическую, психическую и социальную составляющие здоровья школьников.

При междисциплинарном подходе к оценке состояния здоровья важным становится выбор единых критериев определения пороговых значений нормы показателя. Метод центильного анализа позволяет рассчитать коридор нормы показателя здоровья, используя единую для всех показателей центильную шкалу. Критерием нормы показателя здоровья является попадание его значения в интервал от 25-й центили до 75-й. Значения показателя

здоровья, попадающие в интервал ниже 25-й центили, интерпретируются как «показатель ниже нормы», выше 75-й центили – «показатель выше нормы». Центильный анализ позволяет рассчитывать коридор нормы показателя актуальный для конкретной школы, города, региона, страны и для конкретного временного периода (например, раз в 5 лет).

Для выявления причин несоответствия тех или иных показателей норме необходимо определить статистически значимые взаимосвязи между показателями здоровья. Для этого применяется математический аппарат корреляционного анализа. В случае нормального распределения показателя здоровья вводится коэффициент корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}}, \quad n \neq 1, \quad (1)$$

где  $x_i$  и  $y_i$  значения двух переменных,  $\bar{X}$  и  $\bar{Y}$  – их средние значения.

При отсутствии нормального распределения и в случае, когда переменные измеряются в ранговой шкале, для заданных двух выборок  $x = (x_1, \dots, x_n)$  и  $y = (y_1, \dots, y_n)$ , вычисляется коэффициент корреляции Спирмена:

$$\rho = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (R_i - S_i)^2, \quad n \neq 1, \quad (2)$$

где  $R_i$  – ранг наблюдения  $x_i$ ,  $S_i$  – ранг наблюдения  $y_i$ .

В ряде случаев необходимо проверять степень влияния третьей (искажающей) переменной на корреляционную взаимосвязь двух других переменных. Для этого вычисляется частная корреляция. Если присвоить коррелирующим переменным индексы 1 и 2, а искажающей переменной — индекс 3, и попарно рассчитать корреляционный коэффициент (Пирсона)  $r_{12}$ ,  $r_{13}$ , и  $r_{23}$ , то для частных корреляционных коэффициентов получим:

$$r_{12,3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}}. \quad (3)$$

Для расчёта интегральных показателей здоровья учащихся применяется аппарат факторного анализа, позволяющий решать задачу сокращения пространства переменных. Если эмпирические данные представить в виде матрицы:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1N} \\ x_{21} & \dots & x_{2N} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nN} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $N$  – количество учащихся,  $n$  – показателей здоровья;  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, N$ ,



то эмпирические переменные можно представить в качестве линейных комбинаций меньшего числа некоторых других переменных – факторов:

$$x_{ji} = a_{i1}f_{1i} + \dots + a_{jq}f_{qi} = \sum_{k=1}^q a_{jk}f_{ki}, \quad (5)$$

где  $q$  – количество факторов,  $k = 1, \dots, q$ .

Для определения степени взаимовлияния интегральной переменной и частных, её образующими, применяется множественный регрессионный анализ. Уравнение множественной линейной регрессии:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_NX_N, \quad (6)$$

где  $Y$  – зависимая (критериальная) переменная;

$X_i$  – независимые переменные (предикторы),  $i=1, \dots, N$ ;

$b_0$  – свободный член;

$b_1, \dots, b_N$  – коэффициенты регрессии.

**Во второй главе** представлена технология измерения и обработки показателей здоровья на основе анкетных данных, алгоритм расчёта частных показателей здоровья, пример расчёта коридора нормы показателей здоровья методом центильного анализа и форма представления этой информации в виде лепестковой диаграммы, показаны корреляционные плеяды как модель представления информации для анализа степени взаимовлияния показателей. Для статистической обработки данных о состоянии здоровья учащихся определена измерительная шкала каждого показателя здоровья: номинативная, ранговая, интервальная, абсолютная. Последовательность расчёта частных и интегральных показателей здоровья представлена в таблице 1.

**Таблица 1.**  
**Последовательность расчета частных и интегральных показателей здоровья индивидуально для каждого ученика и по множеству учащихся**

<b>Форма расчёта</b>	<b>Показатели здоровья</b>	
	<b>Частные</b>	<b>Интегральные</b>
Индивидуальные	<p style="text-align: center;">I</p> <p>Расчёт частных показателей здоровья для каждого учащегося (индивидуальных). Расчёт стенов, интерпретация показателей и формирование индивидуальных отчётов.</p>	<p style="text-align: center;">IV</p> <p>Представление факторных значений для каждого ученика в виде лепестковой диаграммы.</p>
По множеству (статистический анализ)	<p style="text-align: center;">II</p> <p>Формирование отчётов по классу и по школе. Расчёт центильных таблиц. Корреляционный анализ.</p>	<p style="text-align: center;">III</p> <p>Факторный анализ. Множественный регрессионный анализ.</p>

На рис. 1 показан разработанный алгоритм получения, обработки и представления специалистам частных показателей состояния здоровья учащихся.

Расчёт центильных таблиц позволяет количественные показатели здоровья каждого учащегося перевести в центили, соответствующие абсолютному значению показателя. В таблице 2 представлены данные физической подготовленности ученика Иванова И.И. (9-й класс) с указанием соответствующей значению показателя центили.

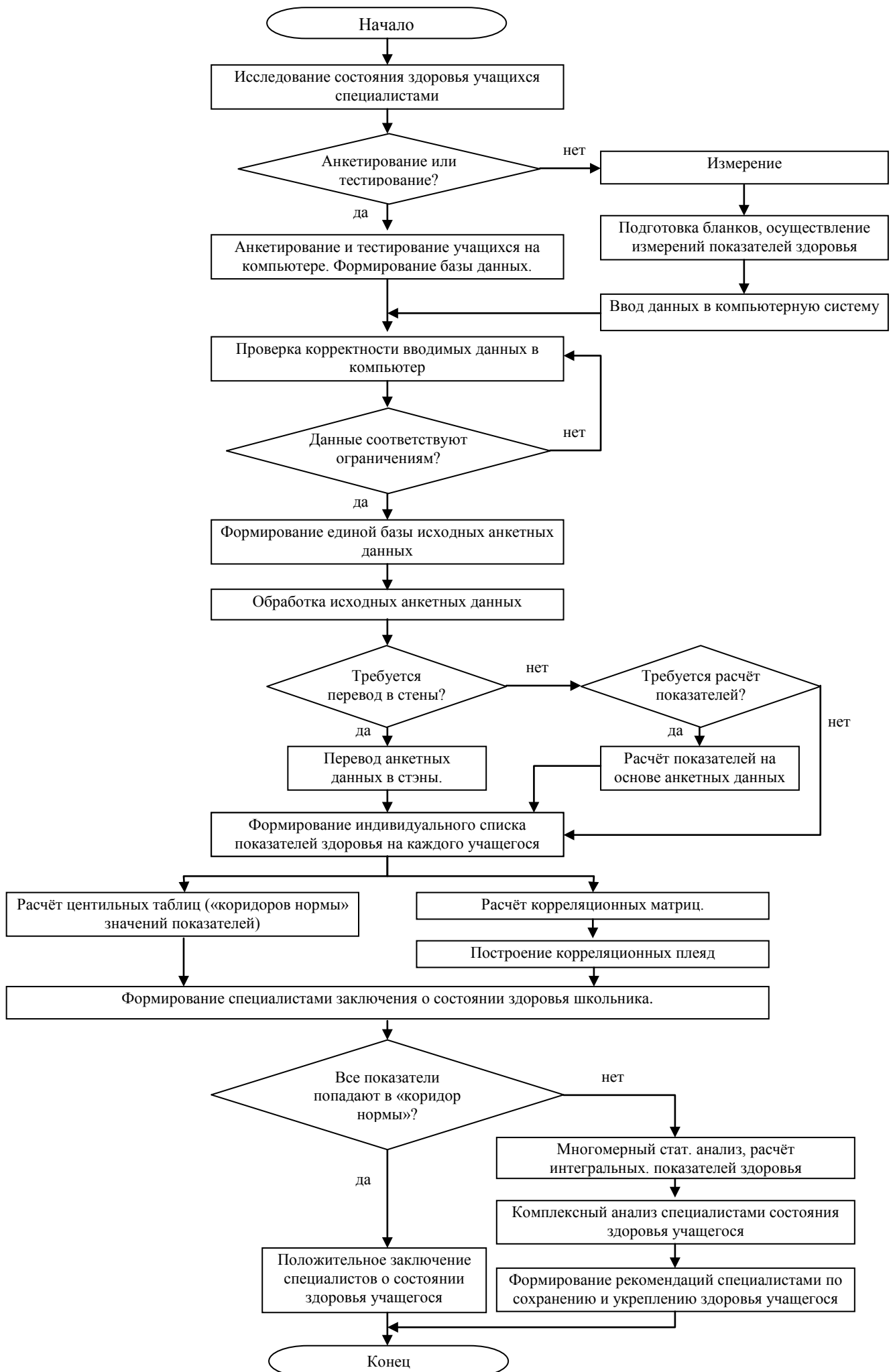


Рис. 1. Алгоритм получения, обработки и представления специалистам частных показателей состояния здоровья учащихся

**Таблица 2.**  
**Данные физической подготовленности ученика Иванова И.И. (9-й класс) с указанием соответствующих центилей**

Показатели физической подготовленности	Значения измеренного показателя	Центиль, соответствующая показателю	Качественная оценка
Рост (см)	156	65%	Норма
Вес (кг)	68	79%	Выше нормы
Сила мышц ног (прыжок в длину с места, см)	240	86%	Выше нормы
Сила мышц рук (подтягивание на перекладине, кол-во раз)	9	54%	Норма
Сила мышц брюшного пресса (кол-во раз в мин)	37	63%	Норма
Быстрота (бег 100 м, сек)	12,6	82%	Выше нормы
Работоспособность (ЧСС, количество раз за 1 мин.)	68	77%	Выше нормы

Одной из наиболее удобных форм графического представления многокритериальных объектов является лепестковая диаграмма (рис. 2). Показатели, измеряемые в различных единицах измерения, отображаются в единой системе координат (от 0 до 100%) в виде значения центилей этих показателей. Это даёт возможность специалисту оценить попадание всех показателей в коридор нормы и сделать вывод о гармоничности развития учащегося.



Рис. 2. Физическая подготовленность ученика Иванова И.И. (9-й класс)

Выявление причин отклонений показателей здоровья от нормы следует искать в причинно-следственных связях между показателями. Эта задача решается применением математического аппарата корреляционного анализа.

Результат корреляционного анализа может быть представлен как в табличной форме (корреляционная матрица), так и в виде корреляционной плеяды – графа, в вершинах которого показатели здоровья, а рёбра означают наличие достоверной статистически значимой корреляционной связи с абсолютным значением больше 0,4 (рис.3). Модель корреляционной плеяды наглядно отражает статистически значимые взаимосвязи между характеристиками здоровья и является средством поддержки принятий решений специалистом.

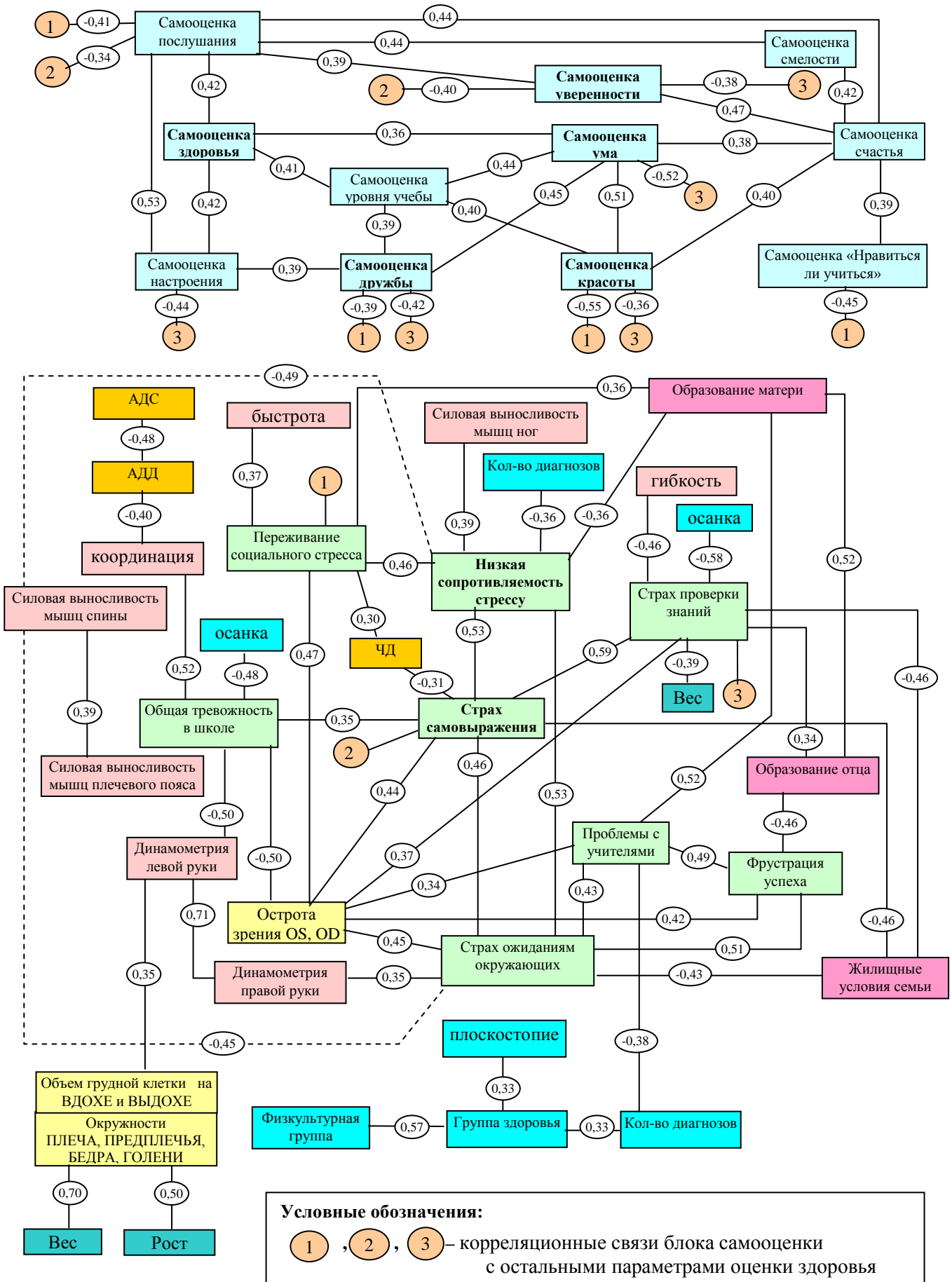


Рис. 3. Граф корреляционных связей между показателями здоровья (для мальчиков, возраст 7 лет, г. Вологда). На графе отображены значения парной корреляции между параметрами, уровень значимости которой менее 0,01

**Третья глава** посвящена расчёту интегральных переменных методом факторного анализа. Здесь даётся описание интегральных переменных через частные методом множественного регрессионного анализа.

При оценке состояния здоровья учащихся мы имеем  $N$  лиц и  $n$  параметров здоровья – переменных, т.е. матрицу, в которой по строке расположены ФИО лица, а по столбцу – параметры здоровья. Количество параметров здоровья по всем трём составляющим достаточно велико (около 200), сделать комплексное заключение о состоянии здоровья ученика становится невозможно, поэтому необходимо преобразовать частные показатели в интегральные. Это можно сделать посредством применения математического аппарата факторного анализа, смысл которого заключается в том, что данные  $n$  переменных считаются линейными функциями меньшего числа других  $q$  переменных, называемых факторами. Факторы выступают как более фундаментальные переменные, характеризующие явление, а исходные переменные объединяются в группы, каждая из которых представляет некий фактор. Задача факторного анализа – найти эти факторы.

Популяция индивидов исследуется по  $n$  переменным (измерениям), характеризующимся  $n$  эмпирическими распределениями. Можно установить зависимости между ними, вычисляя коэффициенты корреляции. Переменные и их распределения распадутся на группы по величине коэффициентов корреляции. Если переменных  $n$ , то коэффициенты корреляций между переменными образуют квадратную симметричную матрицу порядка  $n$ . В этом случае переменная может быть представлена как сумма факторов, умноженных на некоторые коэффициенты, которые определяются из матрицы корреляций. Необходимо искать такую переменную  $f_1$  (фактор), когда при исключении ее влияния, частные коэффициенты корреляции между данными переменными будут равны нулю:  $r_{ij,f_1}=0$ . Если же они не все оказались равными нулю, то необходимо искать вторую переменную–фактор  $f_2$ , чтобы при исключении действия этих двух факторов частные коэффициенты между данными переменными были бы равными нулю ( $r_{ij,f_1,f_2}=0$ ), и т.д. Процесс обрывается на  $f_q$  факторе, если при учете этих  $q$  факторов все частные коэффициенты между переменными будут равны нулю.

По определению коэффициента линейной корреляции имеем:

$$r_{ke} = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N x_{ka} x_{ea}; \quad (7)$$

$$\mathbf{R} = \frac{1}{N} \mathbf{X}\mathbf{X}', \quad (8)$$

где  $\mathbf{R}$  – матрица корреляций;

$\mathbf{X}$  – матрица эмпирических данных;

$\mathbf{X}'$  – транспонированная матрица  $\mathbf{X}$ .

Используя уравнение (8) и уравнение (6), получим:

$$\mathbf{R} = \frac{1}{N} \mathbf{X}\mathbf{X}' = \frac{1}{N} (\mathbf{A}\mathbf{F})' = \mathbf{A} \left( \frac{1}{N} \mathbf{F}\mathbf{F}' \right) \mathbf{A}' . \quad (9)$$

Выражение в скобках есть матрица корреляций между факторами. Будем считать, что факторы не коррелируют между собой или что они ортогональны. Тогда

$$\frac{1}{N} \mathbf{F}\mathbf{F}' = \mathbf{I}, \quad (10)$$

где  $\mathbf{I}$  – единичная матрица.

В таком случае имеем  $\mathbf{R} = \mathbf{A}\mathbf{A}'$ . (11)

Уравнение (11) представим в алгебраической форме:

$$r_{kl} = \sum_{p=1}^q a_{kp} a_{lp}, \quad (12)$$

$$r_{kk} = \sum_{p=1}^q a_{kp}^2 . \quad (13)$$

Уравнение (11) является основой для реализации процедуры факторного анализа. Слева мы имеем эмпирические данные – матрицу корреляций, справа – неизвестные величины, которыми являются элементы матрицы факторных нагрузок.

В общем случае уравнение (5) весьма редко имеет место. Переменная не точно обусловлена факторами, а обусловлена с ошибкой:

$$x_{ji} = \sum_{k=1}^q a_{jk} f_{ki} + e_{ji} , \quad (14)$$

где  $e_{ji}$  – величина ошибки.

Как бы ни были подобраны факторы, они точно не воспроизведут эмпирические переменные, а всегда – с некоторым приближением. Величина ошибки приближения или остаток обозначается матрицей  $\mathbf{E}$ . Уравнение (14) является основным уравнением факторного анализа. В нем  $x_{ji}$  – нормированы,  $f_{ki}$  – ортогональны и нормированы,  $e_{ji}$  – независимы, причем  $\bar{e} = 0$ .

Результатом применения факторного анализа является интерпретация факторов – определение смыслового содержания каждого из них. Факторный анализ считается неудавшимся, если исследователь не может интерпретировать факторы. Если факторы найдены и интерпретированы, то на последнем шаге факторного анализа отдельным наблюдениям присваиваются значения этих факторов. В результате для каждого наблюдения значения большого количества параметров здоровья можно свести к значениям небольшого количества факторов здоровья.

В таблице 3 приведены результаты статистической обработки методом факторного анализа 63 показателей здоровья мальчиков 1-2 классов (объём выборки 411 человек). Факторный анализ позволил сформировать факторную структуру, состоящую из 9-ти факторов, которые впоследствии были интерпретированы специалистами. Определение количества факторов производилось по критерию Кайзера.

**Таблица 3.**

**Результаты статистической обработки данных методом факторного анализа**

№ фактора	Интерпретация фактора
Фактор 1	Антропометрические данные
Фактор 2	Враждебность и агрессивность
Фактор 3	Тревожность
Фактор 4	Школьная тревожность
Фактор 5	Негативный стиль родительского воспитания
Фактор 6	Позитивный или безразличный стиль родительского воспитания
Фактор 7	Социальный статус семьи
Фактор 8	Двигательная подготовка (силовые качества)
Фактор 9	Зрение

Для комплексной оценки состояния здоровья каждого учащегося могут быть использованы вместо прежних значений исходных параметров здоровья значения новых интегральных показателей (факторные значения). В таблице 4 представлены рассчитанные факторные значения для 5-ти школьников выборки для фактора №1, который был интерпретирован как «Антропометрические данные».

**Таблица 4.**

**Рассчитанные факторные значения для учащихся посредством факторного анализа (мальчики 1-2 классов)**

Условный ID учащихся	Окружность грудной клетки на вдохе (см)	Окружность грудной клетки на выдохе (см)	Окружность бедра (см)	Окружность предплечья (см)	Окружность голени (см)	Вес (кг)	Рост (см)	$\Phi_1$ – антропометрические данные
1	61	56	36	16,5	25	23,5	125	-0,60
2	56	51	31,5	14,5	22	18,7	119,5	-1,63
3	64	58	41	17	28	27,6	130	0,18
4	58	53	30	15	21	18	120	-1,62
5	61	58	38	15	25	22,9	123	-0,62

Установление математической зависимости интегральной переменной от частных, её образующих, производится посредством применения множественного регрессионного анализа.

В нашем случае после обработки данных на предыдущем этапе методом факторного анализа были вычислены факторы  $\Phi_i$ ,  $i=1,2,\dots,m$ , где  $m$  – количество обнаруженных факторов. Важно оценить математическую зависимость каждого фактора от образующих его переменных  $x_j^i$ ,  $i$  – номер фактора, а  $j$  – номер показателя здоровья, образующего  $i$ -й фактор. Другими словами, фактор выступает критериальной переменной, а показатели здоровья, его образующие – предикторами.

На практике линия регрессии чаще всего рассчитывается в виде линейной функции  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_NX_N$  (линейная регрессия), наилучшим образом приближающей искомую кривую. Это осуществляется с помощью метода наименьших квадратов, когда минимизируется сумма квадратов отклонений реально наблюдаемых  $Y$  от их оценок  $\hat{Y}$ :

$$\sum_{k=1}^M (Y_k - \hat{Y}_k)^2 \rightarrow \min, \quad (15)$$

где  $M$  — объём выборки. Этот подход основан на том факте, что фигурирующая в приведенном выражении сумма принимает минимальное значение именно для того случая, когда  $Y=y(x_1, x_2, \dots, x_N)$ . Для решения задачи регрессионного анализа методом наименьших квадратов вводится понятие функции невязки:

$$\sigma(\bar{b}) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M (Y_k - \hat{Y}_k)^2. \quad (16)$$

Используя условие минимума функции невязки, получим систему  $(N + 1)$  линейных уравнений с  $(N + 1)$  неизвестными  $b_0, \dots, b_N$ , которое можно решить методом Гаусса.

Найденные параметры  $b_i$  являются частными коэффициентами корреляции;  $(b_i)^2$  интерпретируется как доля дисперсии  $Y$ , объяснённая  $X_i$ , при закреплении влияния остальных предикторов, т.е. измеряет индивидуальный вклад  $X_i$  в объяснение  $Y$ . В случае коррелирующих предикторов возникает проблема неопределенности в оценках, которые становятся зависимыми от порядка включения предикторов в модель. В таких случаях необходимо применение методов анализа корреляционного и пошагового регрессионного анализа.

Представим результаты применения множественного регрессионного анализа для выявления математической зависимости между фактором (критериальная переменная)  $\Phi_1$  «индекс антропометрии» и образующими его переменными (предикторы) представленными в таблице 5.

Важно оценить математическую зависимость фактора  $\Phi_1$  от образующих его переменных  $x_j^1$ , где  $j$  — номер показателя здоровья, образующего фактор. Коэффициенты полученной регрессионной модели представлены в таблице 5. В таблице содержатся значения нестандартизованных ( $B$ ) и стандартизованных ( $Beta$ ) коэффициентов регрессии, а также критерии  $t$ -Стьюдента ( $t$ ) и  $p$ -уровень значимости. Показателем вклада каждой из переменных в регрессионную модель служат их  $Beta$ -коэффициенты.  $B$ -коэффициенты используются для предсказания значений зависимой переменной (предиктора).



**Таблица 5.**  
**Коэффициенты регрессионной модели**

Показатели здоровья		Нестандартизированные коэффициенты регрессии В	Стандартизированные коэффициенты регрессии Beta	Критерий t-Стьюдента	p-уровень значимости
Константы		-11,485	–	-54,012	< 0,01
$x_1^1$	окружность грудной клетки на вдохе	0,045	0,201	5,146	< 0,01
$x_2^1$	окружность бедра	0,048	0,205	6,741	< 0,01
$x_3^1$	окружность плеча	0,087	0,207	7,342	< 0,01
$x_4^1$	окружность голени	0,075	0,206	9,390	< 0,01
$x_5^1$	окружность предплечья	0,045	0,097	6,006	< 0,01
$x_6^1$	окружность грудной клетки на выдохе	0,038	0,181	4,670	< 0,01
$x_7^1$	рост	0,007	0,084	6,803	< 0,01

Уравнение множественной регрессии, составленной на основе полученных коэффициентов имеет следующий вид:

$$\Phi_1 = -11,485 + 0,045 x_1^1 + 0,048 x_2^1 + 0,087 x_3^1 + 0,075 x_4^1 + 0,045 x_5^1 + 0,038 x_6^1 + 0,007 x_7^1.$$

В случае, когда значения некоторых показателей здоровья ряда учащихся не были измерены, полученное уравнение позволяет предсказать (рассчитать) значение фактора для этих учащихся. В таблице 6 такие учащиеся расположены в 5-й, 8-й и 9-й строке.

**Таблица 6.**  
**Предсказание (расчёт) факторных значений для учащихся на основе уравнения множественной регрессии**

Условный номер учащихся	Значения критериальных переменных							Факторные значения	
	$x_7^1$	$x_1^1$	$x_3^1$	$x_4^1$	$x_6^1$	$x_2^1$	$x_5^1$	Рассчитанные методом факторного анализа	Рассчитанные (предсказанные) на основе уравнения множественной регрессии
1	125	73	81	24	18	45	30	2,34	2,17
2	128	69	66	19	18	38	28	0,69	0,51
3	117,5	61	57,5	18	16	33	22	-0,95	-1,09
4	125,5	62	58,5	16	15	34	24	-0,81	-0,98
5	130	65	61	18	17	34,5	26	–	-0,32
6	118,5	60	57	16,5	15	34	25	-0,91	-1,02
7	124,5	64	59	18	18	36	25	-0,25	-0,42
8	127	64	59	18	17	36	26	–	-0,37
9	110,5	58	54,5	16,5	16	32,5	21	–	-1,57
10	125	63	59	18	16	34	25	-0,42	-0,64

Новые интегральные переменные, полученные методом факторного анализа, также подвергаются центильному анализу и представляются специалисту в форме лепестковой диаграммы.

На рис. 4 показан алгоритм расчёта интегральных показателей и представления их специалистам для формирования заключения о состоянии здоровья и рекомендаций по его сохранению и укреплению.

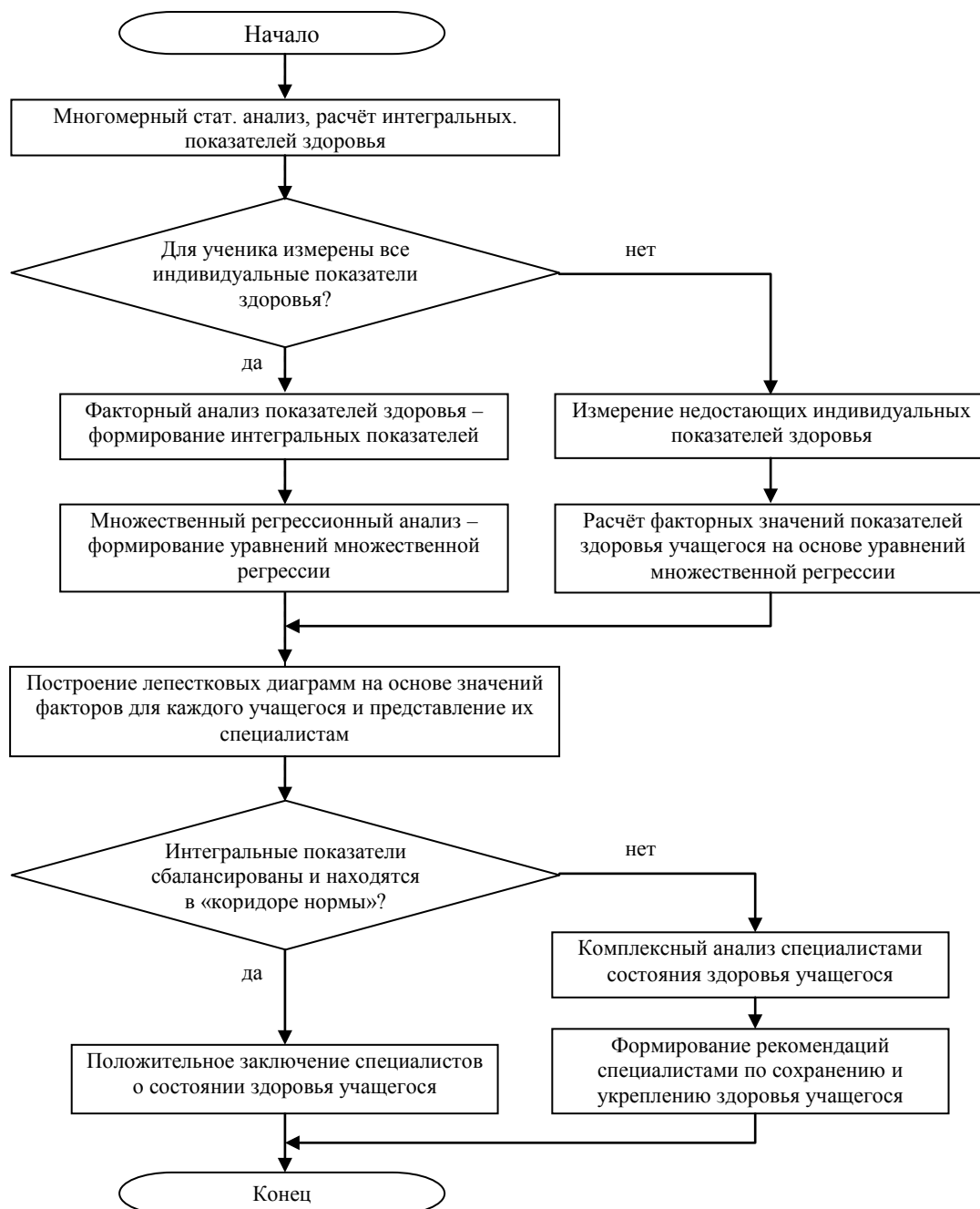


Рис. 4. Алгоритм расчёта интегральных показателей и представления их специалистам для формирования комплексного заключения о состоянии здоровья и рекомендаций по его сохранению и укреплению

**Четвёртая глава** посвящена разработке компьютерной системы мониторинга здоровья учащихся. В ней представлена структура компьютерной системы, этапы проектирования базы данных, интерфейсы взаимодействия с пользователем, а также формирование отчётов и анализ экспериментальных данных.

Разработанная компьютерная система мониторинга предназначена для решения следующих задач:

- 1) сбор анкетных данных о состоянии здоровья учащихся от специалистов;
- 2) хранение данных в реляционной базе данных;
- 3) обработка анкетных данных;
- 4) представление результатов обработки специалистам, создание сводной отчётности для администрации школы.

Система ориентирована на 3 основные группы пользователей: 1) специалисты, непосредственно осуществляющие оценку состояния физического, психического и социального здоровья: психолог, врач, медсестра, логопед, учитель физкультуры; 2) персонал образовательного учреждения, ответственный за здоровьесберегающую деятельность ОУ: социальный педагог школы, классный руководитель, администрация школы; 3) родители или другие законные представители учащихся.

Информационные потоки, циркулирующие в системе, показаны на рис. 5.

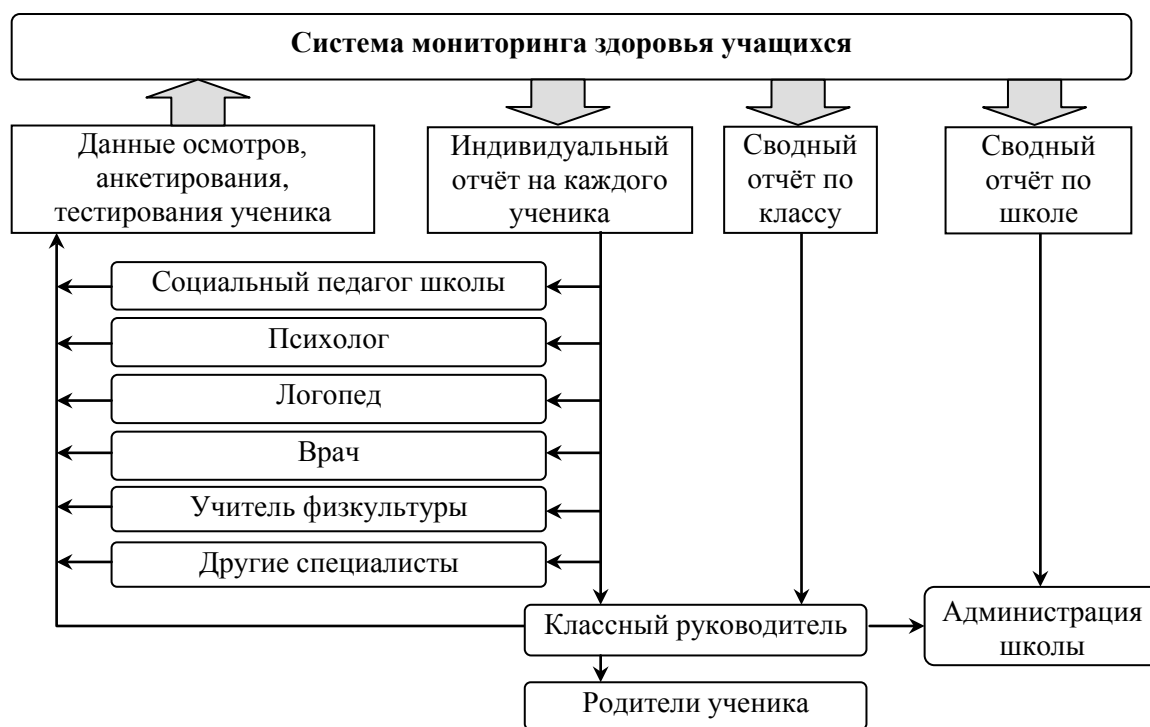


Рис. 5. Пользователи системы мониторинга и информационные потоки в ней

Структура прикладного программного обеспечения системы представлена в виде трёх основных модулей: модуль сбора и хранения данных, модуль обработки данных и модуль представления обработанных данных (модуль поддержки принятия решения).

Модуль сбора и хранения исходных данных предназначен для ввода результатов оценки состояния здоровья каждого учащегося по 15-ти анкетам и хранения этих данных в базе данных системы. Модуль обработки данных предназначен для расчёта частных и интегральных показателей здоровья учащихся, представления их в виде: 1) индивидуального отчёта ученика, 2) сводного отчёта по классу, 3) сводного отчёта по школе, а также статистической обработки данных по множеству учащихся. Модуль представления обработанных данных предназначен для представления информации специалисту для принятия решения о состоянии здоровья ученика в виде: 1) списка значений, 2) таблицы значений, 3) в графическом виде (лепестковая диаграмма). Отчёты могут быть представлены в виде web-страницы или PDF-документа, кроме того, отчёты могут быть выгружены в Excel для последующей обработки и анализа данных пользователем.

Для обеспечения работы прикладного ПО серверной части системы, необходим компьютер с ОС FreeBSD 7 (или другой Unix-совместимой ОС), СУБД MySQL 5.1, web-сервером Apache версии не ниже 2.2, интерпретатором Ruby 1.8.7 и пакетами Rails 2.3.5 и Passenger 2.2.10. Взаимодействие клиентов с сервером обеспечивает локальная сеть. Итоговая структура системы мониторинга показана на рисунке 6.

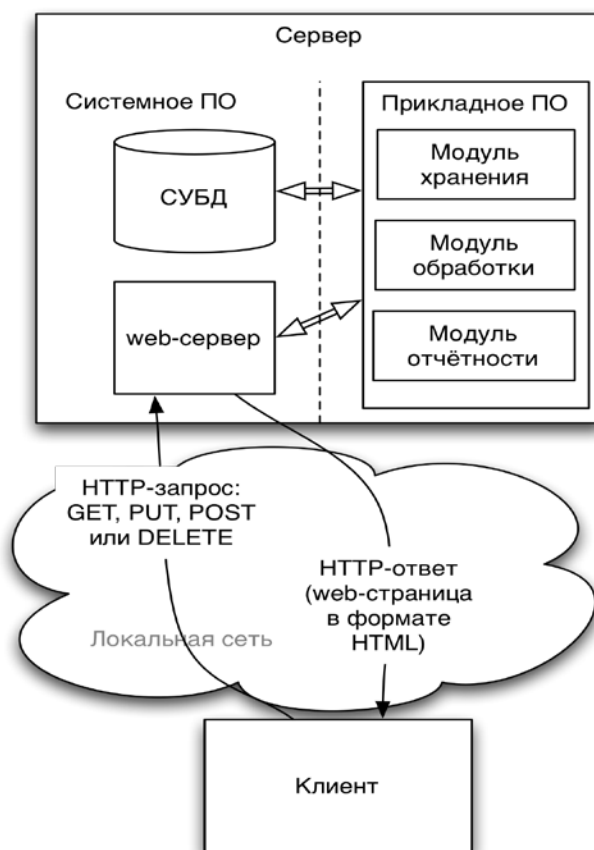


Рис. 6. Итоговая архитектура системы мониторинга

Разработанная компьютерная система мониторинга внедрена и в течение ряда лет применяется в работе средних общеобразовательных школ в различных городах Российской федерации: г. Вологда – 5 школ (2004-2006 г.г.), г. Реутов – 5 школ (2006-2007 г.г.), г. Нальчик – 5 школ (2006 г.), г. Петропавловск-Камчатский – 3 школы (2006-2007 г.г.), г. Москва – 1 школа (2004-2006 г.г.). С 2007 года по настоящее время система мониторинга является основным программным инструментом в работе московского центра мониторинга состояния здоровья учащихся (Юго-Восточный округ), куда входят 15 школ, принимающих участие в проекте «Школа здоровья». Имеются Акт о внедрении и свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2008620289.

**В заключении** приведены основные выводы по работе.

В результате проведенных исследований решена актуальная научно-техническая задача разработки методов и средств компьютерного мониторинга здоровья учащихся на основе междисциплинарного подхода.

Сформулируем основные результаты, полученные при выполнении данной работы:

1. С использованием предложенной общей модели здоровья проведён системный анализ существующих подходов к оценке здоровья учащихся. Совместный учёт физической, психической и социальной составляющих делает возможным как получение комплексных оценок состояния здоровья, так и выявление причинно-следственных связей между различными составляющими.

2. Для оценки состояния здоровья учащихся на междисциплинарном уровне сформированы и обоснованы частные и интегральные показатели здоровья учащихся, позволяющие находить параметры здоровья как отдельного учащегося, так и усредненные по группе учащихся. Сформированные показатели адаптируемы к различным территориальным единицам на заданных временных интервалах.

3. Выбраны и обоснованы апробированные на многолетних исследованиях методы сбора информации о состоянии здоровья учащихся, использующие три составляющие здоровья школьников. Единство критериев нормы для используемых показателей поддерживается корреляционным анализом данных и построением центильных шкал. Критерием нормы показателя здоровья является попадание его значения в интервал от 25-й центили до 75-й.

4. Предложен набор математических методов и разработаны алгоритмы расчёта, обработки и представления частных и интегральных показателей состояния здоровья учащихся специалистам для формирования комплексного заключения о состоянии здоровья и рекомендаций по его сохранению и укреплению. Предложенные методы статистической обработки данных о состоянии здоровья учащихся позволяют выявить статистически значимые взаимосвязи между параметрами здоровья, рассчитать интегральные показатели здоровья и делать прогнозы неизвестного показателя при имеющемся наборе известных показателей.

5. Показано, что применение метода факторного анализа позволяет преобразовать исходное пространство переменных, состоящее из 193 показателей здоровья, в пространство факторов меньшей размерности. В нем количество факторов может меняться от 8 до 14 для разных половозрастных выборок. Выполнены расчёты коэффициентов уравнений множественной регрессии, позволяющие устанавливать математическую зависимость между фактором и образующими его переменными, а также предсказывать значение зависимой переменной.

6. Разработаны модели, структура и формы представления информации специалисту для формирования заключения по состоянию здоровья учащегося. Предложена форма лепестковой диаграммы, которая позволяет отобразить в единой системе координат значения центилей показателей. На диаграмме отмечается коридор нормы, позволяющий специалисту быстро принимать решение о одновременном попадании ряда отображённых на диаграмме значений показателей в указанный коридор.

7. Создан программный комплекс, позволяющий автоматизировать процессы сбора, хранения, обработки и представления результатов обработки специалистам и административному персоналу школы. Частные и интегральные показатели здоровья учащихся представляются в виде индивидуального отчёта ученика, сводного отчёта по классу, сводного отчёта по школе. Отчёты, формируемые в виде списка значений, таблиц значений в графическом виде могут быть представлены в виде Web-страницы или PDF-документа и переданы в Microsoft Excel для последующей обработки.

8. Система мониторинга здоровья внедрена и в течение ряда лет успешно применяется в работе средних общеобразовательных школ в различных городах Российской Федерации. Высокая эффективность программного комплекса подтверждена при проведении исследований в 2004-2009 годах в городах Российской Федерации: Москва, Реутов, Вологда, Нальчик, Петропавловск-Камчатский. С 2007 года система мониторинга является основным программным инструментом в работе московского центра мониторинга состояния здоровья учащихся (Юго-Восточный округ), куда входят 15 школ, принимающих участие в проекте «Школа здоровья». В 2008 году было получено свидетельство о государственной регистрации базы данных №2008620289.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Публикации в изданиях из Перечня ВАК**

1. Финагин В.Г. Оценка качества деятельности образовательного учреждения по охране здоровья методом экспертных оценок. Журнал «Качество. Инновации. Образование.», № 11 (42), ноябрь, 2008, с. 31-36.
2. Финагин В.Г., Рогов А.А. Разработка автоматизированных экспертных систем оценивания безопасности на железнодорожном транспорте. Журнал «Мир транспорта», № 4, 2008, с. 124-128.
3. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Тимакова М.В., Румянцев А.Г. Экспертная модель здоровья детей как основание для распространения междисциплинарного мониторинга. Журнал «Вопросы современной педиатрии», № 6, 2008, с. 7-15.
4. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Тимакова М.В., Румянцев А.Г., Колемасов И.С. Вероятностно-статистическая модель здоровья детей. Журнал «Вопросы современной педиатрии», № 4, 2009, с. 10-16.
5. Finagin V.G. Chechelniczkaya S.M., Mikheeva A.A., Timakova M.V., Rumayantsev A.G. Expert model of children's health as a basis for the construction of interdisciplinary monitoring. Journal «Current pediatrics», digest 2007-2009, p.15-23.
6. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Создание системы контроля качества здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений. Журнал «Качество. Инновации. Образование.», № 6 (61), июнь 2010, с. 50-54.
7. Финагин В.Г., Леонова Н.М., Модяев А.Д. Применение метода упорядоченного предпочтения для определения рейтинга объектов в системе компьютерного мониторинга. Журнал «Системы управления и информационные технологии», №2.1(44), 2011. – с.149-152.
8. Финагин В.Г., Леонова Н.М., Модяев А.Д. Применение метода центильного анализа для расчёта единых критериев оценки многопараметрических объектов. Журнал «Естественные и технические науки», №3(53), 2011. – с. 366-368.

9. Финагин В.Г., Воробьев А.В., Колемасов И.С. Пути повышения эффективности математического аппарата при проведении научных исследований в медицине и психологии. Журнал «Качество. Инновации. Образование.», № 7 (74), июль, 2011 – с. 58-61.

#### **Публикации материалов и тезисов конференций, статей в сборниках**

10. Финагин В.Г., Делягин В.М., Румянцев А.Г., Поляев Ю.А. и соавт. Синдром артериальной гипертензии у детей и подростков. Теория и практика. Делягин В.М. Синдром артериальной гипертензии у детей и подростков: теория и практика/ В.М. Делягин, А.Г. Румянцев, Ю.А. Поляев. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 158, [1] с.: ил. – (Медицина). **(Монография)**.
11. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Румянцев А.Г., Михеева А.А. и соавт. Нарушения осанки у детей / С.М. Чечельницкая [и др.]. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 286 с. : ил. – (Здоровье нации). **(Монография)**.
12. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Орленко С.А., Кузнецова С.Н. Возможности воспитания ответственного поведения в отношении собственного здоровья в школе. Программа «Правильный выбор». Научно-практический журнал «Социальная профилактика и здоровье», № 6, 2005 год, с 26-35.
13. Финагин В.Г. Создание межрегиональной информационно-аналитической системы мониторинга здоровья учащейся молодежи. Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ. Тезисы докладов. – М.: МИЭМ, 2006, с. 200-201.
14. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Применение информационных технологий для осуществления контроля физической подготовленности студентов. IX, Межуниверситетская научно-методическая конференция «Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы»: Материалы международной конференции: В 2 ч. М., 2006. Ч. 2, с. 18-19
15. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М. Здоровье как самоорганизующаяся система. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Здоровье школьников. Профилактика социально-значимых заболеваний». М.-Тверь: Научная книга, 2006. С. 29-32.
16. Финагин В.Г., Орленко С.А., Волков А.М., Чечельницкая С.М. Физиология осанки и психология позы (по материалам исследований студентов 1-го курса ГОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет»). Формирование культуры здоровья в современной образовательной среде: Материалы Первой Всероссийской научно-практической конференции «Сохранение и укрепление здоровья в образовательных учреждениях Российской Федерации» (8-10 ноября 2007 года) / Под ред. Ф.Ф. Харисова. – М.: Федеральный институт развития образования, 2007. – 391 с., с. 331-336.
17. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М. Корреляционный анализ характеристик здоровья учащейся молодежи. Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ. Тезисы докладов. – М.: МИЭМ, 2007. – с. 83
18. Финагин В.Г. Оценка человеческого фактора в проблеме безопасности на транспорте. Труды VIII научно-практической конференции «Безопасность движения поездов», часть I, с. X-5.- М.: МИИТ, 2007г.
19. Финагин В.Г., Веселов Н.В., Рогов А.А. Применение автоматизированных экспертных систем для оценивания безопасности транспортных комплексов. Труды VIII научно-практической конференции «Безопасность движения поездов», часть I, с. I-8.- М.: МИИТ, 2007г.
20. Финагин В.Г. Построение модели здоровья человека на основе факторного и множественного регрессионного анализа. Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ. Тезисы докладов. – М.: МИЭМ, 2008. – с. 100-101.
21. Финагин В.Г. Система оценки человеческого фактора как средство повышения безопасности на транспорте. «Trans-Mech-Art-Chem»// Труды V Международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2008. – с. 232-234.
22. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Функциональная оценка физического здоровья и физического развития студентов. X Межуниверситетская научно-методическая конференция «Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы»: Материалы международной конференции: М.: 2008 – с. 117-118.
23. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Междисциплинарный подход к оценке здоровья студентов. X Межуниверситетская научно-методическая конференция «Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы»: Материалы международной конференции: М.: 2008 – с. 265-266.

24. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Румянцев А.Г.. Экспертная модель здоровья. Философские аспекты биологии и медицины: Выпуск 2: Междисциплинарные аспекты биомедицины: Сборник. – М., изд-во «Принтберри», 2008. – с. 371-375.
25. Финагин В.Г. Инновационный подход в оценке уровня физической подготовленности студентов. X Межуниверситетская научно-методическая конференция «Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы»: Материалы международной конференции: М.: 2008 – с. 114-115.
26. Финагин В.Г. Определение аспектов здоровья учащихся на основе экспертного анализа. Материалы докладов VII научно-методической конференции ПИФК МГПУ «Физическая культура и спорт в современном обществе». М., МГПУ, 2008 – с. 217-220.
27. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Оценка гармоничности физического развития студентов. Материалы докладов VII научно-методической конференции ПИФК МГПУ «Физическая культура и спорт в современном обществе». М., МГПУ, 2008 – с. 220-222.
28. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Центр мониторинга здоровья учащихся. Журнал «Справочник руководителя образовательного учреждения», № 8, август 2009, с.83-91.
29. Финагин В.Г., Воробьёв А.В., Колемасов И.С. Математическое подтверждение психосоматической природы возникновения проблем с осанкой. Философские аспекты биологии и медицины: Выпуск 3: Традиции и новации: Сборник материалов 3-й ежегодной научно-практической конференции. – М., изд-во «Принтберри», 2009. – с. 399-402.
30. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Воробьёв А.В., Ивашов Е.Н., Колемасов И.С. Применение метода структурного моделирования для подтверждения психосоматической природы возникновения проблем с осанкой. «Современные подходы к совершенствованию физического воспитания и спортивной деятельности учащейся молодёжи». Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 45-летию кафедры физического воспитания Владимирского государственного университета. 20-22 октября 2009 г., г. Суздаль. – с. 65-66.
31. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Воробьёв А.В., Ивашов Е.Н., Колемасов И.С. Применение нейросетевого подхода для прогноза риска искривления позвоночника учащихся. «Современные подходы к совершенствованию физического воспитания и спортивной деятельности учащейся молодёжи». Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 45-летию кафедры физического воспитания Владимирского государственного университета. 20-22 октября 2009 г., г. Суздаль. – с. 140-142.
32. Финагин В.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А., Колемасов И.С. Автоматизированная система мониторинга физической подготовленности студентов. «Современные подходы к совершенствованию физического воспитания и спортивной деятельности учащейся молодёжи». Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 45-летию кафедры физического воспитания Владимирского государственного университета. 20-22 октября 2009 г., г. Суздаль. – с. 350-351.
33. Финагин В.Г., Воробьёв А.В., Колемасов И.С. Об одном инновационном подходе к подготовке выпускников математических факультетов к участию в междисциплинарных исследованиях в гуманитарных и естественнонаучных направлениях. Современные образовательные технологии и их использование в системе гуманитарной подготовки инженеров// Материалы II Всероссийской научно-методической конференции/ Москва, 2-3 декабря 2010. – с. 76-79.
34. Финагин В.Г. Математическое моделирование процессов определения рейтинга групповых объектов с использованием метода упорядоченного предпочтения. Журнал «Информационные технологии моделирования и управления», №2(68) 2011. – с.328-332.
35. Финагин В.Г., Петров А.Г., Чечельницкая С.М., Михеева А.А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2008620289. Зарегистрировано в Реестре баз данных 28 июля 2008 г.