

# **МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель Министра  
Главный государственный санитарный врач

\_\_\_\_\_ М.И. Римжа

5 января 2007 г.

Регистрационный № 179-1206

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЯ-РАЗРАБОТЧИКИ: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии общественного здоровья» Министерства здравоохранения Республики Беларусь, Министерство здравоохранения Республики Беларусь, ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», ГУ «Белорусский центр медицинских технологий, информатики, управления и экономики здравоохранения»

АВТОРЫ: Г.А. Асташко, Л.С. Титовец, И.В. Суворова, Т.А. Козлова, Л.Н. Ломать, И.А. Застенская, Т.Е. Науменко, С.С. Худницкий, Г.Е. Косяченко, О.Г. Зязюля, Н.Ф. Фарино, В.Н. Ростовцев

Минск 2007

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Настоящая инструкция устанавливает порядок проведения социально-гигиенического мониторинга (далее — мониторинг) органами и учреждениями государственного санитарного надзора. Объектами исследования при проведении мониторинга являются состояние здоровья населения и среда обитания человека.

Проведение мониторинга осуществляется на основе следующих принципов:

- структурирование по уровням — республиканский, областной, районный, зональный, городской;
- взаимодействие в системе организаций Министерства здравоохранения Республики Беларусь;
- межведомственное взаимодействие.

При проведении мониторинга обеспечиваются:

- организация наблюдений за средой обитания человека, здоровьем населения и условиями его жизнедеятельности;
- ведение специализированных банков данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека;
- определение факторов среды обитания, оказывающих вредное воздействие на здоровье населения, их оценка;
- прогнозирование состояния здоровья населения;
- подготовка предложений для принятия управленческих решений по совершенствованию механизмов обеспечения здоровья населения, обусловленного неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды, а также нормативно-правовой базы, направленной на обеспечение санитарно-эпидемического благополучия населения;
- информирование государственных органов, местных исполнительных и распорядительных органов, организаций, а также граждан о результатах, полученных в ходе мониторинга.

Общая схема проведения мониторинга включает:

- информационное обеспечение системы мониторинга;
- анализ и оценку поступающей информации;
- подготовку предложений для принятия решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемического благополучия населения.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА**

Информационное обеспечение мониторинга представляет собой данные, получаемые при ведении мониторинга, а также способы их представления, обработки и обмена.

Информационное обеспечение включает разделы:

«Информационные потоки» (документооборот) — передача информации для обеспечения взаимосвязи всех звеньев системы.

«Информационные блоки» (структура информации). Формируются в ходе осуществления государственного санитарного надзора; системы лабораторного контроля и инструментальных измерений компонентов среды обитания; оказания медицинской помощи; межведомственного информационного взаимодействия.

Информационные блоки мониторинга состоят из данных характеризующих:

- состояние здоровье населения;
- состояние среды обитания человека;
- социально-экономическое развитие территорий.

На основе полученной информации формируются специализированные банки данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека.

Перечень показателей, используемых в рамках социально-гигиенического мониторинга, представлен в приложении 1.

## **ФУНКЦИИ РАЙОННОГО, ЗОНАЛЬНОГО, ГОРОДСКОГО, ОБЛАСТНОГО, РЕСПУБЛИКАНСКОГО УРОВНЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА**

Социально-гигиенический мониторинг находится во взаимосвязи с другими технологиями государственного санитарного надзора и осуществляется по каждому направлению в профильных подразделениях центра гигиены и эпидемиологии при информационном, методическом сопровождении отделений социально-гигиенического мониторинга.

**Районные, зональные и городские центры гигиены и эпидемиологии** во взаимодействии с местными исполнительными и распорядительными органами, территориальными организациями здравоохранения осуществляют:

- сбор, систематизацию, хранение, обработку и передачу в областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья информации, характеризующей состояние среды обитания, в соответствии с приложением 1;
- формирование территориальных банков данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека;
- подготовку предложений по вопросам обеспечения санитарно-эпидемического благополучия населения районов и городов, предупреждения, устранения и уменьшения факторов вредного воздействия среды обитания на здоровье населения;

- подготовку и издание информационно-аналитического бюллетеня о состоянии здоровья населения и среды обитания на соответствующей территории по результатам проведения мониторинга;
- информирование государственных органов, юридических лиц и граждан о результатах, полученных в ходе мониторинга.

В учреждениях государственного санитарного надзора районного, зонального, городского уровней с целью методического руководства и координации работ по проведению мониторинга создаются функциональные группы по ведению мониторинга из числа ведущих специалистов структурных подразделений, или назначается ответственный специалист по координации и ведению мониторинга на функциональной основе. Специалисты структурных подразделений обеспечивают проведение мероприятий в целях мониторинга по своему направлению деятельности.

**Областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья и Минский городской центр гигиены и эпидемиологии** во взаимодействии с областными исполнительными комитетами и Минским городским исполнительным комитетом, управлениями здравоохранения, Комитетом по здравоохранению Мингорисполкома осуществляют:

- получение из областных и городских лечебно-профилактических организаций, областных и городских управлений Министерства статистики и анализа Республики Беларусь информации, характеризующей состояние здоровья населения областей, их административно-территориальных единиц и г. Минска;
- сбор, систематизацию, хранение, обработку, анализ и оценку информации, характеризующей состояние здоровья населения в зависимости от состояния среды обитания;
- ведение специализированных банков данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека;
- организацию регистров патологии в составе рабочей группы;
- обеспечение специалистов районного, зонального, городского уровней информацией о состоянии здоровья населения области;
- анализ полученных данных, выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и факторами среды обитания человека, прогнозирование динамики наблюдаемых явлений;
- подготовку и издание информационно-аналитического бюллетеня о состоянии здоровья населения и среды обитания по результатам проведения мониторинга;

- участие в координации межведомственной деятельности по мониторингу;
- консультативную помощь специалистам районного, зонального, городского уровней по вопросам проведения мониторинга;
- координацию работ по идентификации и оценке угрозы здоровью населения;
- обоснование, разработку и организацию выполнения целевых территориальных программ по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны здоровья населения, профилактики заболеваний и оздоровления среды обитания человека;
- информирование государственных органов, юридических лиц и граждан о результатах, полученных в ходе мониторинга;
- передачу информации о состоянии здоровья населения и среды обитания в Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья.

**Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья** осуществляет:

- разработку нормативных правовых актов по вопросам проведения мониторинга;
- консультативную помощь специалистам областного, районного, зонального, городского уровней по вопросам проведения мониторинга и использования методологии оценки угрозы здоровью;
- ведение специализированных банков данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека;
- обеспечение специалистов областных центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья и Минского городского центра гигиены, эпидемиологии информацией о состоянии здоровья населения республики во взаимосвязи с воздействием факторов среды обитания человека;
- подготовку предложений по обоснованию, разработке и организации выполнения программ по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны здоровья населения, профилактики заболеваний и оздоровления среды обитания человека;
- информирование государственных органов, юридических лиц и граждан о результатах, полученных в ходе мониторинга.

### **НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЙ СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

Анализ совокупности данных мониторинга проводится с использованием статистических методов. Для характеристики состояния здоровья выполняются:

- анализ и прогноз медико-демографической ситуации;
- медико-статистический анализ показателей структуры и уровней заболеваемости, инвалидности населения, их прогноз.

Показатели, используемые для анализа и оценки медико-демографической ситуации.

**Естественное движение населения**, или воспроизводство населения, — процесс смены поколений людей вследствие их рождения и смерти. Количественная мера процесса отражается при расчете разности:

естественное движение населения = показатель рождаемости – показатель смертности

В полученном результате может оказаться как отрицательное, так и положительное значение (естественный прирост населения — «+», убыль — «-»).

**Коэффициент (индекс) депопуляции** определяется по формуле:

$$\frac{\text{показатель смертности населения}}{\text{показатель рождаемости}}$$

**Рождаемость** — процесс деторождения в совокупности людей, составляющих поколение, определяется по формуле:

$$\frac{\text{число родившихся живыми} \times 100 \text{ (1000, 10 000 и т.д)}}{\text{среднегодовая численность населения за выбранный период}}$$

Для сравнения и ранжирования территорий по показателям рождаемости используют индексы рождаемости:

$$\frac{\text{показатель рождаемости (ни отдельно взятой территории)}}{\text{нормирующий (эталонный) показатель}}$$

В качестве нормирующего показателя может выступать среднереспубликанский, среднеобластной, а также фоновый (самый низкий) показатель, в зависимости от поставленной задачи.

**Смертность** — процесс уменьшения численности населения в результате смерти отдельных людей.

Общий коэффициент смертности рассчитывается по формуле:

$$\frac{\text{число умерших за определенный период (год)} \times 1000 \text{ (10 000, 100 000)}}{\text{среднегодовая численность населения за выбранный период}}$$

**Младенческая смертность** охватывает случаи смерти от момента рождения до достижения возраста 1 года.

**Перинатальная смертность** охватывает случаи гибели плода и новорожденного в перинатальный период (начиная с 28 недель беременности и кончая 7-м днем жизни).

**Неонатальная смертность** охватывает случаи смертности от 0 до 27 дней, **постнеонатальная** — с 28 дней до года.

**Материнская смертность** — смертность женщин по причинам, непосредственно связанным с деторождением, осложнениями беременности, родов и послеродового периода.

Коэффициент материнской смертности определяется:

$$\frac{\text{число случаев материнской смерти} \times 1000}{\text{число детей, родившихся живыми за выбранный период}}$$

**Медико-демографические прогнозы** основываются на характеристике ситуации в длительном ретроспективном временном интервале.

Цель прогнозирования — предсказание с определенной вероятностью будущих качественных или количественных характеристик исследуемого параметра. Поскольку характеристики зависят от многих, в т.ч. и случайных, факторов, которые полностью учесть не представляется возможным, все прогнозы носят вероятностный характер.

Для расчета вероятной прогнозной численности населения  $N$  на  $n$ -летний период наиболее простая демографическая модель использует среднегодовой темп прироста населения, рассчитанный за период ретроспективного наблюдения и определяется следующим образом:

$$N = N_0 \left(1 + \frac{T_{\text{пр}}}{1000}\right)^n,$$

где  $N_0$  — численность населения в год прогноза;

$T_{\text{пр}}$  — среднегодовой темп прироста;

$n$  — прогнозируемое число лет.

Пример расчета прогноза медико-демографических показателей приведен в приложении 2.

**Медико-статистический анализ** показателей распространенности заболеваемости и инвалидности населения основывается на комплексном исследовании уровней, структуры и динамики процесса (динамический ряд не менее 5 лет). Одним из методов определения динамических процессов является расчет среднегодового темпа прироста, который отражает рост, снижение или

стабилизацию изучаемого явления. Пример расчета среднегодового темпа прироста приведен в приложении 3.

Для расчета прогнозных показателей заболеваемости, инвалидности и смертности наиболее проста и эффективна методика получения прогнозных количественных показателей здоровья населения по тренду динамического ряда. Прогноз имеет достаточную вероятность на период, не превышающий трети периода ретроспективного наблюдения (например, для динамического ряда состоящего из 10 показателей — прогноз возможен на 3 года вперед, из 15 показателей — 5 лет и т.д.). Пример расчета количественных прогнозных значений по тренду динамического ряда приведен в приложении 4.

Сравнительный межтерриториальный анализ показателей здоровья проводится по комплексной оценке и ранжированию территорий по критериям неблагополучия в состоянии здоровья населения.

Одним из методов является изучение рисков заболеваний с помощью расчетов относительных, абсолютных и атрибутивных рисков.

Наиболее простым и эффективным методом является расчет относительного эпидемиологического риска для отдельных территорий в пределах региона. Определяется он как вероятность отклонения фактического показателя от стандартной фоновой или контрольной величины. Расчет значений производится на основе информации о показателях по исследуемым территориям не менее чем за 5 лет.

Значения относительного эпидемиологического риска вычисляются по нелинейной функции, аналогичной функции нормального распределения:

$$PR_i^j = 1 - \exp\left(\frac{Z_i^j}{Z_{i\phi}^j}\right)^2 / 2,$$

где  $PR_i^j$  — относительный эпидемиологический риск возникновения  $i$ -ой патологии на территории  $j$ ;

$Z_i^j$  — фактические значения показателей патологии  $i$  на территории  $j$ ;

$Z_{i\phi}^j$  — фоновые значения показателей патологии  $i$  на территории  $j$ .

Величина относительного эпидемиологического территориального риска получается при помощи усреднения полученного значения  $PR_i^j$  для каждой учитываемой патологии  $i$  по всей территории  $j$ :



$$PR^j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N PR_i^j,$$

где  $N$  — количество учитываемых патологий;

$PR^j$  — относительный риск на территории  $j$  по совокупности патологий.

В зависимости от распределения весь интервал изменения интегральных показателей здоровья (от 0 до 1) делится на промежутки, вероятность попадания каждой отдельной величины в выделенные промежутки одинакова. Целесообразно выделять 3 интервала, соответствующих различной степени состояния здоровья населения на территориях:

$0 \leq PR^j \leq 0,33$  — допустимый (приемлемый) риск;

$0,34 \leq PR^j \leq 0,66$  — умеренный риск;

$0,67 \leq PR^j \leq 1$  — повышенный риск.

Критериальная оценка каждого отдельного региона по показателям здоровья возможна как в целом, так и по отдельным классам патологий (или отдельным нозологиям). Пример расчета относительного эпидемиологического риска приведен в приложении 5.

Для характеристики состояния здоровья населения можно также использовать метод нормированного интенсивного показателя заболеваемости (инвалидности, смертности) за период пятилетнего наблюдения. Нормированный интенсивный показатель (далее — НИП) представляет собой отношение истинного показателя заболеваемости (инвалидности, смертности) в конкретной группе наблюдения к «нормирующему показателю» в целом по тому или иному региону.

В основу положена теория вероятностного метода Байеса — метод нормирования интенсивных показателей, разработанный Е.Н. Шиганом. Суть метода заключается в том, что вместо обычных интенсивных показателей используется НИП. Нормированный интенсивный показатель рассчитываем по формуле:

$$\text{НИП} = r/M,$$

где НИП — нормированный интенсивный показатель;

$r$  — интенсивный показатель;

$M$  — «нормирующий показатель».

В качестве «нормирующего показателя» может быть использован как среднереспубликанский (среднеобластной, средний по району и т.д.), так и фоновый (самый низкий) показатели.

## НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Для характеристики состояния среды обитания человека выполняется расчет суммарной антропогенной нагрузки вредных проявлений факторов среды обитания на население. Составляющей данного оценочного показателя является анализ атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы в условиях жизнедеятельности человека.

Оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ в воздухе проводится по величине суммарного показателя загрязнения ( $P$ ), учитывающего кратность превышения предельно допустимых концентраций (далее — ПДК), класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере.

Показатель  $P$  учитывает характер комбинированного действия вредных веществ по типу неполной суммации. Расчет суммарного (комплексного) показателя загрязнения атмосферного воздуха  $P$  проводится по формуле:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2},$$

где  $P$  — суммарный показатель загрязнения;

$K_i$  — «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности, «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности.

Современный алгоритм расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха использует для «приведения» нормированных по ПДК<sub>сс</sub> концентраций веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности следующие коэффициенты изоэффективности: 1 класс — 2,0; 2 класс — 1,5; 3 класс — 1,0; 4 класс — 0,8.

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя  $P$  по пяти степеням: I — допустимая, II — слабая, III — умеренная, IV — сильная, V — опасная.

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении I–V степени возникновение негативных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения атмосферы.

Составляется список вредных веществ, определяемых на данной территории, указываются класс опасности каждого вещества, среднесуточная (максимальная разовая) концентрация ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ), устанавливается кратность превышения ПДК соответствующего

периода осреднения, затем с помощью коэффициентов изоэффективности превышения ПДК веществ разных классов опасности «приводятся» к превышениям ПДК<sub>сс</sub> веществ 3-го класса опасности.

По оценочным таблицам 1 и 2 приложения 6 устанавливается *опасность загрязнения атмосферы* в зависимости от количества вредных веществ, величины суммарного показателя загрязнения  $P$  разных периодов усреднения. Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха приведен в таблицах 3 и 4 приложения 6.

Второй составляющей при исследовании средовых факторов является *оценка качества питьевой воды*.

Согласно санитарным правилам и нормам, при обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле:

$$K_{\text{ВОДЫ}} = \frac{C_{1\text{ФАКТ}}}{C_{1\text{ДОП}}} + \frac{C_{2\text{ФАКТ}}}{C_{2\text{ДОП}}} + \dots + \frac{C_{n\text{ФАКТ}}}{C_{n\text{ДОП}}},$$

где  $C_{1\text{ФАКТ}}$ ,  $C_{2\text{ФАКТ}}$ ,  $C_{n\text{ФАКТ}}$  — концентрации индивидуальных химических веществ 1 и 2 класса опасности — фактически обнаруженные в питьевой воде;

$C_{1\text{ДОП}}$ ,  $C_{2\text{ДОП}}$ ,  $C_{n\text{ДОП}}$  — предельно допустимая концентрация веществ в питьевой воде.

Техногенная нагрузка на почву, ее химическое загрязнение оценивается по суммарному показателю загрязнения почвы —  $K_{\text{ПОЧВЫ}}$ , который характеризует степень химического загрязнения почвы и определяется как сумма коэффициентов концентраций отдельных компонентов загрязнения.

Коэффициент концентрации отдельного компонента загрязнения определяется как частное от деления фактического содержания вещества в почве на его предельно допустимую концентрацию.

Суммарный показатель загрязнения рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ПОЧВЫ}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n},$$

где  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_n$  — концентрации загрязняющих веществ, обнаруженных в почве;

$\text{ПДК}_1$ ,  $\text{ПДК}_2$ ,  $\text{ПДК}_n$  — допустимое содержание загрязняющих веществ в почве.

Комплексная антропогенная нагрузка на окружающую среду (КН) количественно оценивается суммой пофакторных оценок воздуха, воды и почвы и рассчитывается по формуле:

$$КН = \frac{P_{\text{ВОЗДУХА}} + K_{\text{ВОДЫ}} + K_{\text{ПОЧВЫ}}}{N},$$

где КН — комплексная нагрузка;

$N$  — количество учтенных факторов.

Нормативной величиной показателя комплексной антропогенной нагрузки служит число единиц, соответствующих количеству учтенных пофакторных ( $N$ ) оценок (количественный состав исследуемых средовых факторов для всех территориальных субъектов ранжирования одинаков, только в этом случае проведенное сравнительное исследование достоверно).

## **РАНЖИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПО МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ**

Медико-экологическое ранжирование отражает региональные особенности причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и факторами, его определяющими. Оно предполагает эколого-гигиеническую характеристику территорий, выявление групп заболеваемости, характеристику состояния здоровья, проведение анализа причинно-следственных связей.

Принцип построения величины ранга оцениваемых территорий состоит в получении средней величины от суммы баллов по числу учтенных факторов (загрязнения среды и показателей здоровья). При гигиенической экспертизе в каждом случае по каждой сравниваемой территории необходимо соблюдение равенства числа учитываемых факторов.

Для каждой территории определяется сумма загрязнений по совокупности комплексного загрязнения объектов окружающей среды. Ранжирование территорий осуществляется в порядке от высшего балла (наиболее неблагоприятного) к низшему (приближающемуся к оптимальному). Величина гигиенического ранга в сочетании с качественной оценкой степени эколого-гигиенического неблагоприятия и его влияния на здоровье населения лежит в основе установления классификации степени напряжения эколого-гигиенической ситуации, характеризваемой как:

допустимый уровень — комплексная антропогенная нагрузка  $КН < 1$  (величина ранга ниже или равна числу учтенных факторов среды обитания — атмосферного воздуха  $P_{\text{ВОЗДУХА}}$ , питьевой воды  $K_{\text{ВОДЫ}}$  и почвы  $K_{\text{ПОЧВЫ}}$ ), относительный риск заболеваемости, инвалидности,

смертности  $0 \leq PR^j \leq 0,33$ , по нормированному интенсивному показателю (НИП) состояния здоровья  $< 1$ ;

умеренный уровень — комплексная антропогенная нагрузка (КН) от 1,1 до 2,0 (превышает число учтенных факторов в 1,1–2 раза), относительный риск  $0,34 \leq PR^j \leq 0,66$ , НИП от 1 до 1,5;

повышенный уровень — комплексная антропогенная нагрузка (КН) от 2,0 до 3,0 (превышает число учтенных факторов в от 2 до 3 раз), относительный риск  $0,67 \leq PR^j \leq 1$ , НИП более 1,5–3 и выше.

Схема оценки средовых факторов и показателей здоровья на территориальных уровнях представлена в приложении 7.

### **УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ**

Для выявления причинно-следственных связей и качественной оценки ситуации реализуются методы факторного анализа (корреляционного, регрессионного и др.).

Одним из методов факторного анализа является вычисление коэффициента корреляции. Измерение связи корреляционным методом целесообразно проводить только тогда, когда наличие и материальная природа связи хотя бы предположительно установлены в результате специальных научных исследований.

Под силой связи понимают сопряженность связанных признаков, широту варьирования значений. Связь может быть сильной, средней и слабой; положительной или отрицательной.

При положительной (прямой) связи изменение одного явления идет в том же направлении, что и другого (например, рост употребления алкоголя и увеличение количества случаев цирроза печени), коэффициент корреляции может принимать любое значение от 0 до +1.

При отрицательной (обратной) связи изменение одного из изучаемых явлений сопровождается изменением другого в обратном направлении (например, рост числа прививок и снижение заболеваемости), коэффициент корреляции выражается отрицательным числом и находится в пределах от 0 до -1, согласно таблице 1 приложения 8.

Чтобы получить коэффициент парной корреляции (по Пирсону), необходимо иметь два ряда признаков. Сопоставления можно провести в динамике (по годам) или различных группах наблюдения.

Коэффициент корреляции ( $\rho$ ) вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{dx_i \cdot dy_i}{\sqrt{dx^2 \cdot dy^2}},$$

где  $dx$ ,  $dy$  — отклонение от средней величины своего ряда.

Для определения достоверности полученного коэффициента корреляции, при  $n < 30$ , необходимо рассчитать его среднюю ошибку по формуле:

$$m = \frac{\sqrt{1 - \rho^2}}{\sqrt{n - 2}},$$

где  $n$  — число наблюдений;

$\rho$  — коэффициент корреляции.

Пример расчета приведен в таблице 2 приложения 8.

При  $n > 30$  достоверность коэффициента корреляции определяется по формуле:

$$m = \frac{\sqrt{1 - \rho^2}}{\sqrt{n}},$$

где  $n$  — число наблюдений;

$\rho$  — коэффициент корреляции.

Достоверным считается коэффициент корреляции, когда величина его превышает размеры ошибки ( $m$ ) в 3–4 раза.

Наиболее прост в использовании ранговый способ вычисления коэффициентов корреляции (по Спирмену). Метод основан на определении ранга (места) каждого из значений ряда. Пример расчета приведен в таблице 3 приложения 8. Расчет рангового коэффициента корреляции проводится по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

где  $d$  — разность рангов заболеваемости (инвалидности, смертности) и признака, влияние которого изучается;

$n$  — число наблюдений.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Межведомственное информационное взаимодействие осуществляется:

- на республиканском уровне между Министерством здравоохранения Республики Беларусь и Министерством статистики и анализа Республики Беларусь, Министерством образования Республики Беларусь, Министерством торговли Республики Беларусь и другими республиканскими органами государственного управления;
- на областном, районном, зональном, городском уровнях между соответствующими учреждениями государственного

санитарного надзора и комитетами, управлениями, отделами исполнительных комитетов, организациями.

Целями межведомственного информационного взаимодействия являются:

1) повышение уровня информационного обеспечения деятельности республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и принятия управленческих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

2) организация обмена статистической и аналитической информацией;

3) повышение эффективности использования государственных информационных ресурсов, формируемых республиканскими органами государственного управления, местными исполнительными и распорядительными органами.

Направлениями деятельности межведомственного информационного взаимодействия являются:

- обмен статистической и аналитической информацией, разрабатываемой в рамках работ по мониторингу и проводимых статистических наблюдений, а также информацией, имеющейся в формируемых республиканскими органами государственного управления местными исполнительными и распорядительными органами банках данных о состоянии здоровья населения и среды обитания человека;

- обмен нормативными, правовыми и иными документами, имеющими отношение к цели и задачам мониторинга;

- оказание консультативных услуг в области мониторинга;

- проведение совместных статистических и других работ по ведению мониторинга;

- формирование единой интегрированной сети лабораторного контроля и наблюдения за объектами и факторами среды обитания.

Мониторинг взаимодействует с Национальной системой мониторинга окружающей среды в части обмена информацией о состоянии окружающей среды под воздействием на нее природных и антропогенных факторов.

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ  
ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ**

Оценка состояния здоровья населения проводится специалистами учреждений государственного санитарного надзора совместно с лечебно-профилактическими организациями и главными штатными и внештатными специалистами управления здравоохранения исполнительных комитетов.

Подготовка управленческих решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемического благополучия населения, базируется на следующей полученной в ходе мониторинга информации:

- наиболее значимые для данной территории факторы среды обитания, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье населения;
- характерные для данной территории показатели здоровья населения и контингентов риска;
- ранжирование территорий по критериям неблагополучия в состоянии здоровья населения и среды обитания;
- состояние объектов, повлиявших на неблагоприятное изменение среды обитания.

На основе выделенных приоритетных проблем в состоянии здоровья населения и среды обитания учреждения государственного санитарного надзора разрабатывают целевые и комплексные программы, планы мероприятий по вопросам обеспечения санитарно-эпидемического благополучия и охраны здоровья населения, профилактики заболеваний и оздоровления среды обитания человека и контролируют их исполнение.



*Приложение 1*

**Перечень показателей, используемых в рамках социально-гигиенического мониторинга**

Перечень показателей	Источник информации (отчетная форма)	Органы и учреждения — участники СГМ, представляющие информацию	Сроки получения	Периодичность представления	Форма представления
<b>Показатели, характеризующие состояние здоровья населения (собираются облЦГЭ и Минским горЦГЭ)</b>					
Численность населения на начало года; численность населения на конец года; общий прирост/убыль; естественный прирост/убыль; миграционный прирост/убыль	№ А12. Общие итоги естественного движения населения за год	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Рождаемость: все население мальчики/девочки городское население мальчики/девочки сельское население мальчики/девочки общий коэффициент рождаемости городское/сельское население на число женщин фертильного возраста городское /сельское население	№ 12. Общие итоги естественного движения населения за год	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Смертность: все население мужчины, возраст: 0–15	№ С51. Распределение умерших по полу, возрастным группам	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель

16–59 60 и старше женщины, возраст 0-15 16-54 55 и старше городское население сельское население общий коэффициент младенческая смертность перинатальная смертность	и причинам смерти № С57. Младенческая смертность				
Число разводов на 1000 населения	№ А12. Общие итоги естественного движения населения за год	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Число абортсв на 1000 женщин фертильного возраста (15–49 лет)	№ 13. Сведения о прерывании беременности	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Ожидаемая продолжительность жизни (мужчины/женщины) городское население (мужчины/женщины) сельское население (мужчины/женщины)	№ ЗТС. Ожидаемая продолжительность жизни	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
<b>Социально-экономические показатели (собираются облЦГЭ и Минским горЦГЭ)</b>					
Среднедушевой доход населения	Официальный статистический сборник	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Стоимость минимальной продуктовой корзины населения	То же	То же	До 30 июня	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Процент лиц с доходами ниже	То же	То же	До 30 июня	Годовая	Электронный,

прожиточного минимума					бумажный носитель
Состав доходов семьи	То же	То же			
Численность безработных и потребность в работниках заявленных предприятиями и организациями в органы государственной службы занятости	То же		До 30 июня		
Потребление основных продуктов питания	Официальный статистический сборник		До 30 июня		
Средняя обеспеченность Жильем в метрах квадратных на человека	Официальный статистический сборник		До 30 июня		
Показатели, характеризующие заболеваемость, инвалидность (собираются облЦГЭ, и Минским горЦГЭ)					
Общая/первичная заболеваемость	№12. Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных в возрасте 15 лет и старше, проживающих в районе обслуживания организации здравоохранения, оказывающей лечебно-профилактическую помощь	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 1 апреля	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Общая/первичная заболеваемость	№31. Отчет о	Министерство	До 1 апреля	Годовая	Электронный,

	медицинской помощи детям	здравоохранения Республики Беларусь			бумажный носитель
Инфекционная заболеваемость	№1. Отчет об отдельных инфекционных, паразитарных заболеваниях и их носителях	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 1 февраля	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Заболеваемость злокачественными новообразованиями	№7. Отчет о заболеваниях злокачественными новообразованиями №35. Отчет о больных злокачественными новообразованиями	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
			До 31 марта	Годовая	
Заболеваемость туберкулезом	№8. Отчет о заболеваниях активным туберкулезом №33. Отчет о больных туберкулезом и саркоидозом	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	годовая	Электронный, бумажный носитель
			До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Заболеваемость инфекциями, передающимися половым путем	№9. Отчет об инфекциях, передаваемых преимущественно половым путем, грибковых, кожных болезнях и чесотке	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель

Заблеваемость сифилисом, микроспорией и чесоткой	№34. Отчет о больных сифилисом, микроспорией и чесоткой	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Заблеваемость психическими заболеваниями	№36. Отчет о контингентах психически больных	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Инфицированность населения вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)	№1-ВИЧ. Отчет об инфицированности населения вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Заблеваемость психическими расстройствами (кроме заболеваний связанных с употреблением психоактивных веществ)	№10. Отчет о заболеваемости психическими расстройствами (кроме заболеваний, связанных с употреблением психоактивных веществ)	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Заблеваемость наркологическими расстройствами	№11. Отчет о заболеваниях наркологическими расстройствами	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель
	№37. Отчет о контингентах больных алкоголизмом, наркоманией,	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель

	токсикоманями				
Заболеваемость с временной утратой трудоспособности	№16-ВН. Отчет о причинах заболеваемости населения с временной утратой трудоспособности	Министерство статистики и анализа Республики Беларусь Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 31 марта	Квартальная	Электронный, бумажный носитель
Профессиональная заболеваемость	Карта учета профессионального заболевания (отравления)	Министерство здравоохранения Республики Беларусь Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь	До 10 января До 10 июля	Полугодие	Электронный, бумажный носитель
Сведения об освидетельствовании лиц медико-реабилитационными экспертными комиссиями	№1-инв. Отчет об освидетельствовании и взрослого населения медико-реабилитационными экспертными комиссиями №2-инв. Отчет о деятельности медико-реабилитационной экспертной комиссии. №3-инв. Отчет о деятельности областной (Минской городской) медико-реабилитационной	Министерство здравоохранения Республики Беларусь, областные медико-реабилитационные экспертные комиссии, Минская городская Медико-реабилитационная экспертная комиссиями	До 31 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель

	экспертной комиссии.				
Показатели, характеризующие факторы окружающей среды обитания (собираются облцгэ, и Минским горцгэ, райцгэ, зонцгэ)					
Атмосферный воздух					
Уровни загрязнения атмосферы воздуха.	№ 18. Отчет о санитарном состоянии территории 2-ОС «Воздух»	Министерство здравоохранения Республики Беларусь Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь	До 1 апреля  До 1 апреля	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Вода					
Хозяйственно-питьевое водоснабжение  Состояния водных объектов в местах водопользования населения	№ 18. Отчет о санитарном состоянии территории	Министерство здравоохранения Республики Беларусь	До 1 апреля	Годовая	Электронный, бумажный носитель
Почва					
Характеристика состояния почвы	№ 18. Отчет о санитарном состоянии территории. Годовой отчет	Министерство здравоохранения Республики Беларусь Областная станция защиты растений	До 1 апреля  До 1 марта	Годовая	Электронный, бумажный носитель

**Пример расчета прогноза медико-демографических показателей**

Расчет численности городского, сельского и всего населения республики до 2016 г. по среднегодовому темпу прироста  $T_{пр}$  и данным за 1993–2004 гг., приведены в таблице 1.

$$N = N_0 \left( 1 + \frac{T_{пр}}{1000} \right)^n, \text{ где}$$

$N_0$  — численность населения в год прогноза, (2004 г.)

$N$  — прогнозируемая численность на год  $n=1, 2, \dots, 12$ .

$T_{пр}$  — среднегодовой темп прироста за годы наблюдений 1993–2004 гг. (12 лет).

Таблица 1

Расчет среднегодового темпа прироста  $T_{пр}$  на примере динамического ряда, образованного численностью городского населения Республики Беларусь за 1993–2004 гг.

Годы $X_i$	$x_i$	$x_i^2$	$Y_i$ — фактические значения	$x_i \times Y_i$
1993	(1993–1998,5) = –5,5	30,25	6 988 344	–38 435 892
1994	(1994–1998,5) = –4,5	20,25	7 036 743	–31 665 344
1995	(1995–1998,5) = –3,5	12,25	7 060 819	–24 712 867
1996	(1996–1998,5) = –2,5	6,25	7 071 567	–17 678 918
1997	(1997–1998,5) = –1,5	2,25	7 089 869	–10 634 804
1998	(1998–1998,5) = –0,5	0,25	7 122 624	–3 561 312
1999	(1999–1998,5) = 0,5	0,25	7 159 335	3 579 667,5
2000	(2000–1998,5) = 1,5	2,25	6 985 363	10 478 044,5
2001	(2001–1998,5) = 2,5	6,25	7 013 656	17 534 140,0
2002	(2002–1998,5) = 3,5	12,25	7 031 109	24 608 881,5
2003	(2003–1998,5) = 4,5	20,25	7 036 406	31 663 827
2004	(2004–1998,5) = 5,5	30,25	7 045 494	38 750 217
$X_{ср.} = 1998,5$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 143$	$Y_{ср.} = 7 053 444$	$\Sigma = -74 358$

В качестве уравнения тренда, аппроксимирующего данный динамический ряд, берется полином первого порядка.

Из уравнения  $y = b_0 + b_1x$ , определяем  $b_1$  и  $b_0$ , где

$b_1, b_0$  — коэффициенты линейного уравнения.

$b_0 = Y_{ср.}$ ;

$b_1$  рассчитывается по формуле:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{10} x_i^2},$$

Темп прироста принято представлять в процентах:

$$T_{пр} = b_1 / Y_{ср.} \cdot 100\%$$

$$X_{ср.} = (1993 + 1994 + 1995 + 1996 + 1997 + 1998 + 1999 + 2000 + 2001 + 2002 + 2003 + 2004) / 12 = 1998,5$$



$$Y_{\text{ср.}} = (6\,988\,344 + 7\,036\,743 + 7\,060\,819 + 7\,071\,567 + 7\,089\,869 + 7\,122\,624 + 7\,159\,335 + 6\,985\,363 + 7\,013\,656 + 7\,031\,109 + 7\,036\,406 + 7\,045\,494) / 12 = 7\,053\,444$$

Значения  $\sum x \cdot y = -74\,358$  и  $\sum x^2$  берем из таблицы 1 и подставляем в формулу:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} x \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{10} x^2} = \frac{-74\,358}{143} = -520$$

$$T_{\text{пр}} = b_1 / Y_{\text{ср.}} \cdot 100\% = -520 / 7\,053\,444 \cdot 100\% = -0,01\%$$

Аналогично рассчитываются  $T_{\text{пр}}$  для сельского и всего населения республики, их значения приведены в таблице 1.

Расчет прогнозного значения городского населения республики на 2005 г. и 2016 г. по среднегодовому темпу прироста  $T_{\text{пр}} = -0,01$ , определенному за период 1993–2004 гг.:

$$\text{на 2005 год: } 7\,045\,424 = 7\,045\,494 \cdot \left(1 + \frac{-0,01}{1000}\right)^1,$$

$$\text{на 2016 год: } 7\,044\,649 = 7\,045\,494 \cdot \left(1 + \frac{-0,01}{1000}\right)^{12}$$

Таблица 2

Численность населения Республики Беларусь за 1993–2004 гг.  
и прогноз до 2016 года

Год	Город	Село	Все население	Годы	Город	Село	Все население
1993	6 988 344	3 309 461	10 297 805	2005	7 045 424	2 799 419	9 844 531
1994	7 036 743	3 282 663	10 319 406	2006	7 045 353	2 795 276	9 840 003
1995	7 060 819	3 236 406	10 297 225	2007	7 045 283	2 791 139	9 835 477
1996	7 071 567	3 192 821	10 264 388	2008	7 045 212	2 787 008	9 830 952
1997	7 089 869	3 146 258	10 236 127	2009	7 045 142	2 782 883	9 826 430
1998	7 122 624	3 081 213	10 203 837	2010	7 045 071	2 778 764	9 821 910
1999	7 159 335	3 019 786	10 179 121	2011	7 045 001	2 774 652	9 817 392
2000	6 985 363	3 034 117	10 019 480	2012	7 044 930	2 770 545	9 812 876
2001	7 013 656	2 976 779	9 990 435	2013	7 044 860	2 766 445	9 808 362
2002	7 031 109	2 919 831	9 950 940	2014	7 044 789	2 762 350	9 803 850
2003	7 036 406	2 862 184	9 898 590	2015	7 044 719	2 758 262	9 799 340
2004	7 045 494	2 803 568	9 849 062	2016	7 044 649	2 754 180	9 794 833
$T_{\text{пр}}$	-0,01	-1,48	-0,46				

Пример расчета среднегодового темпа прироста

В качестве примера рассчитан среднегодовой темп прироста ( $T_{пр}$ ) инфекционной и паразитарной заболеваемости детей Брестской области за период 1995–2004 гг. Предлагаемый шаблон расчета используется как для четного, так и для нечетного динамического ряда и количества лет, более 5.

Исходные, расчетные данные и темп прироста приведены в примере. Ряд может состоять как из четного, так и нечетного количества членов ряда.

Таблица 1

Расчет среднегодового темпа прироста инфекционной и паразитарной заболеваемости детей Брестской области (на 100 тыс. детского населения)

Годы $X_i$	$x_i$	$x_i^2$	$Y_i$ — фактические значения заболеваемости	$x_i \cdot Y_i$
1995	$(1995-1999,5) = -4,5$	20,25	9993,8	-44 972,1
1996	$(1996-1999,5) = -3,5$	12,25	7357,7	-25 751,95
1997	$(1997-1999,5) = -2,5$	6,25	10169,3	-25 423,25
1998	$(1998-1999,5) = -1,5$	2,25	7958,5	-11 937,75
1999	$(1999-1999,5) = -0,5$	0,25	7962,6	-3981,3
2000	$(2000-1999,5) = 0,5$	0,25	7399,9	3699,95
2001	$(2001-1999,5) = 1,5$	2,25	6144,6	9216,9
2002	$(2002-1999,5) = 2,5$	6,25	6968,3	17 420,75
2003	$(2003-1999,5) = 3,5$	12,25	6159,6	21 558,6
2004	$(2004-1999,5) = 4,5$	20,25	6136,5	27 614,25
$X_{ср.} = 1999,5$	$\Sigma=0$	$\Sigma x_i^2 = 82,5$	$Y_{ср.}=7625,1$	$\Sigma x_i \cdot Y_i = -32 555,9$

В качестве уравнения тренда, аппроксимирующего данный динамический ряд, берется полином первого порядка, т.е. имеет место выравнивание по прямой.

Для получения  $x_i$ , проводим расчет  $X_{ср.}$ :

$$X_{ср.} = (1995 + 1996 + 1997 + 1998 + 1999 + 2000 + 2001 + 2002 + 2003 + 2004)/10 = 1999,5$$

$$Y_{ср.} = (9993,8 + 7357,7 + 10169,3 + 7958,5 + 7962,6 + 7399,9 + 6144,6 + 6968,3 + 6159,6 + 6136,5)/10 = 7625,1$$

Из уравнения  $y = b_0 + b_1x$  определяем  $b_1$  и  $b_0$ , где

$b_1$  и  $b_0$  — коэффициенты линейного уравнения,

$$b_0 = Y_{ср.},$$

$b_1$  рассчитывается по формуле:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{10} x_i^2} = \frac{-32\,555,9}{82,5} = -394,6$$

Темп прироста принято представлять в процентах:

$$T_{\text{пр}} = b_1/Y_{\text{ср}} \cdot 100\% = -394,6/7625,1 \cdot 100\% = -5,2\%$$

### Пример расчета количественных прогнозных значений по тренду динамического ряда

При расчете среднегодового темпа прироста и построения прогнозной модели для получения количественных вероятностных значений заболеваемости до 2010 г. проанализированы данные по первичной заболеваемости по классу новообразований за 1991–2004 гг., значения показателей первичной заболеваемости приведены ниже:

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
530,8	538,2	603	584,2	593,7	642,7	664,9
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
697,4	690,1	700,5	735,2	765,9	817,3	916,0

Для расчета прогнозных показателей средствами Excel с помощью мастера диаграмм строится график по фактическим значениям заболеваемости за 1991–2004 гг., добавляется линия тренда (выбирается тренд, наилучшим образом аппроксимирующий ряд показателей). В данном случае тренд линейный. После указания типа тренда в закладке «Параметры» указать величину коэффициента аппроксимации  $R^2$  и уравнение на диаграмме. В результате строится модель, определяемая линейным уравнением вида:

$$y = 24,857x + 490,71$$

с фактическими значениями коэффициентов полученного уравнения:

$$b_1 = 24,857, b_0 = 490,71.$$

$R^2 = 0,923$  — коэффициент аппроксимации, отражающий степень достоверности данного уравнения.

Среднегодовой темп прироста, как показатель роста, снижения или стабилизации изучаемого процесса, определяется следующим образом:

$$T_{np} = b_1/b_0 = 24,857/490,71 = 5,05\%$$

Прогнозные значения рассчитываются по среднегодовому темпу прироста для каждого прогнозируемого года:

$$P_i = P_0 + P_0 \cdot T_{np} / 100, \text{ где}$$

$P_i$  — прогнозируемое значение показателя в год  $i, i = 2005 \dots 2009$ .

$P_0$  — фактическое значение показателя в 2004, 2005 ... 2009, и последующих годах (шесть лет).

Расчет прогнозных значений первичной заболеваемости новообразованиями до 2009 г. по среднегодовому темпу прироста в соответствии с линейной моделью  $y = 24,857x + 490,78$ :

$$P_{2005} = P_{2004} + P_{2004} \cdot 5,06/100 = 916,0 + 916,0 \cdot 5,06/100 = 962,4$$

$$P_{2006} = P_{2005} + P_{2005} \cdot 5,06/100 = 962,4 + 962,4 \cdot 5,06/100 = 1011,17$$

$$P_{2007} = P_{2006} + P_{2006} \cdot 5,06/100 = 1011,17 + 1011,17 \cdot 5,06/100 = 1062,39$$

$$P_{2008} = P_{2007} + P_{2007} \cdot 5,06/100 = 1062,39 + 1062,39 \cdot 5,06/100 = 1116,2$$

$$P_{2009} = P_{2008} + P_{2008} \cdot 5,06/100 = 1116,2 + 1116,2 \cdot 5,06/100 = 1172,7$$

$$P_{2010} = P_{2009} + P_{2009} \cdot 5,06/100 = 1172,7 + 1172,7 \cdot 5,06/100 = 1232,15$$

Пример расчета прогнозных показателей до 2009 г. общей заболеваемости подростков (14–17 лет) по классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани за 1995–2004 гг. Предлагаемый шаблон расчета используется как для четного, так и для нечетного динамического ряда и любого количества лет.

Таблица 2

Общая заболеваемость подростков (14–17 лет) по классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани за 1995–2004 гг. и прогноз до 2009 г.

Годы	$x_i$	$x_i^2$	$Y_{\Phi_i}$	$X \cdot Y_{\Phi_i}$	$Y_{T_i}$
1995	$(1995-1999,5) = -4,5$	20,25	4281,0	-19 264,5	5476,3
1996	$(1996-1999,5) = -3,5$	12,25	5211,0	-18 238,5	5731,2
1997	$(1997-1999,5) = -2,5$	6,25	6449,4	-16 123,5	5986,0
1998	$(1998-1999,5) = -1,5$	2,25	7110,6	-10 665,9	6240,9
1999	$(1999-1999,5) = -0,5$	0,25	7089,1	-3544,55	6495,7
2000	$(2000-1999,5) = 0,5$	0,25	7531,9	3765,95	6750,6
2001	$(2001-1999,5) = 1,5$	2,25	7539,2	11 308,8	7005,4
2002	$(2002-1999,5) = 2,5$	6,25	7003,2	17508	7260,3
2003	$(2003-1999,5) = 3,5$	12,25	6793,0	23 775,5	7515,1
2004	$(2004-1999,5) = 4,5$	20,25	7223,1	32 503,95	7770,0
$X_{cp} = 1999,5$	$\Sigma = 0$	$\Sigma 82,5$	$Y_{cp} = 66 23,15$	$\Sigma 21025,25$	прогноз
2005	$(2005-1999,5)=5,5$				8024,8
2006	$(2005-1999,5)=6,5$				8279,7
2007	$(2005-1999,5)=7,5$				8534,5
2008	$(2005-1999,5)=8,5$				8789,4
2009	$(2005-1999,5)=9,5$				9044,2

$$Y_{cp} = \sum_{i=1}^{10} Y_{\Phi_i} / 10 = 66231,5/10 = 6623,15,$$

$$X_{cp} = (1995 + 1996 + 1997 + 1998 + 1999 + 2000 + 2001 + 2002 + 2003 + 2004) / 10 = 1999,5,$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i \cdot Y_{\Phi_i} &= (-4,5 \cdot 4281) + (-3,5 \cdot 5211) + (-2,5 \cdot 6449,4) + (-1,5 \cdot 7110,6) + \\ &+ (-0,5 \cdot 7,89,1) + (0,5 \cdot 7531,9) + (1,5 \cdot 7539,2) + (2,5 \cdot 7003,2) + (3,5 \cdot 6793) + \\ &+ (4,5 \cdot 7223,1) = 21\,025,25, \end{aligned}$$

Расчет теоретических прогнозных значений показателей проводится по формуле:  $Y_{Ti} = b_0 + b_i \cdot x$ , где  $b_0 = Y_{CP}$ ,

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{10} x_i^2} = \frac{21\,025,25}{82,5} = 254,85$$

$$1995 \text{ год: } Y_{T1995} = 6623,2 + 254,9 \cdot (-4,5) = 5476,3,$$

$$2005 \text{ год: } Y_{T2005} = 6623,2 + 254,9 \cdot 5,5 = 8024,8,$$

$$2006 \text{ год: } Y_{T\,2006} = 6623,2 + 254,9 \cdot 6,5 = 8279,7 \text{ и т.д.}$$

Пример расчета относительного эпидемиологического риска

В качестве примера определяются градации рисков по областям и г. Минску с использованием данных заболеваемости детского населения Республики Беларусь по классу новообразований с впервые установленным диагнозом за 1995–2005 гг. Фоновое значение для каждой области и г. Минска за годы наблюдений для приведенного примера определяется значением, равным средней величине от 4-х минимальных значений показателей по каждому региону.

Таблица 1

Первичная заболеваемость детского населения Республики Беларусь по классу новообразований за 1995–2005 гг.

Год	Брест-ская об-ласть	Витебс-кая об-ласть	Гомель-ская об-ласть	Грод-ненская об-ласть	г. Минск	Минс-кая об-ласть	Могилев-ская об-ласть	Республика Бела-русь
1995	63,4	84,0	153,5	37,0	157,7	95,8	51,1	95,9
1996	60,6	74,3	143,9	49,9	215,1	103,0	52,5	104,5
1997	59,9	73,8	135,7	88,1	211,2	111,1	54,4	108,4
1998	63,7	67,0	107,1	93,8	199,3	119,3	53,1	103,3
1999	65,8	50,1	117,6	86,3	247,8	118,2	59,9	110,3
2000	62,2	69,2	119,2	82,0	331,4	142,9	64,5	129,1
2001	68,2	77,2	122,6	89,0	338,2	142,2	66,1	133,5
2002	71,5	81,0	127,8	78,5	372,1	153,2	118,1	147,2
2003	89,5	96,6	178,2	78,2	965,6	162,3	131,3	255,6
2004	124,9	98,0	187,9	88,1	1099,0	204,6	134,9	292,9
Фоновое значение	61,53	75,33	138,08	64,25	228,85	113,20	55,63	109,48

Относительный эпидемиологический риск для каждой области и Минска определяется как вероятность отклонения показателя от его фоновой или контрольной величины.

Значения относительного территориального риска вычисляются по нелинейной функции, аналогичной функции нормального распределения:

$$Risk = 1 - \exp\left(-\left(\frac{1}{2}\left(\frac{ФАКТ_i}{ФОН_i}\right)^2\right)\right), \text{ где}$$

*Risk* — относительный территориальный риск;

*exp* — стандартная функция экспонента;

$\text{ФАКТ}_i$  — фактические территориальные значения показателей заболеваемости  $i$ -той патологией;

$\text{ФОН}_i$  — (фоновый) территориальный показатель за годы наблюдений (для каждой области и г. Минска) — средняя величина от 4-х минимальных значений показателей по каждому региону.

Фактические территориальные и полученные фоновые значения используются для определения показателей относительного эпидемиологического риска по областям и г. Минску. Весовые коэффициенты показателей, определяемые отношением  $\frac{\text{ФАКТ}_i}{\text{ФОН}_i}$  по областям и Минску приведены в таблице 2. Территориальные значения относительного риска по областям и Минску, рассчитанные по формуле 1, приведены в таблице 3.

Таблица 2

Весовые коэффициенты показателей заболеваемости по областям и г. Минску  $\left( \frac{\text{ФАКТ}_i}{\text{ФОН}_i} \right)$

Год	Брест-ская область	Витеб-ская область	Гомель-ская область	Грод-нен-ская область	Минск	Минс-кая область	Моги-левская область	Респуб-лика Бела-русь
1995	1,03	1,12	1,11	0,58	0,69	0,85	0,92	0,88
1996	0,98	0,99	1,04	0,78	0,94	0,91	0,94	0,95
1997	0,97	0,98	0,98	1,37	0,92	0,98	0,98	0,99
1998	1,04	0,89	0,78	1,46	0,87	1,05	0,95	0,94
1999	1,07	0,67	0,85	1,34	1,08	1,04	1,08	1,01
2000	1,01	0,92	0,86	1,28	1,45	1,26	1,16	1,18
2001	1,11	1,02	0,89	1,39	1,48	1,26	1,19	1,22
2002	1,16	1,08	0,93	1,22	1,63	1,35	2,12	1,34
2003	1,45	1,28	1,29	1,22	4,22	1,43	2,36	2,33
2004	2,03	1,30	1,36	1,37	4,80	1,81	2,43	2,68

Таблица 3

Значения относительных эпидемиологических рисков по областям и Минску

Год	Брест-ская область	Витебс-кая область	Гомель-ская область	Грод-нен-ская область	Минск	Минс-кая область	Мо-гиле-вская область	Рес-публика Бела-русь
1995	0,41	0,46	0,46	0,15	0,21	0,30	0,34	0,32
1996	0,38	0,39	0,42	0,26	0,36	0,34	0,36	0,37
1997	0,38	0,38	0,38	0,61	0,35	0,38	0,38	0,39
1998	0,41	0,33	0,26	0,66	0,32	0,43	0,37	0,36
1999	0,44	0,20	0,30	0,59	0,44	0,42	0,44	0,40



продолжение таблицы								
2000	0,40	0,34	0,31	0,56	0,65	0,55	0,49	0,50
2001	0,46	0,41	0,33	0,62	0,66	0,55	0,51	0,52
2002	0,49	0,44	0,35	0,53	0,73	0,60	0,90	0,60
2003	0,65	0,56	0,57	0,52	1,00	0,64	0,94	0,93
2004	0,87	0,57	0,60	0,61	1,00	0,80	0,95	0,97
Риски:								
допустимый	0,38	0,20	0,26	0,15	0,21	0,30	0,34	0,32
умеренный	0,49	0,41	0,40	0,51	0,57	0,50	0,57	0,54
повышенный	0,87	0,57	0,60	0,66	1,00	0,80	0,95	0,97

На основе полученных значений относительного эпидемиологического территориального риска по классу новообразований детского населения определяются уровни трех его градаций: допустимый, умеренный, повышенный. Для этого определяются минимальное, среднее и максимальное значения полученных рисков за годы наблюдений по областям и г. Минску. Интервал, определяемый минимальным и максимальным значениями, делится на 3 части, вероятность попадания любого значения риска в выделенные промежутки одинакова. Минимальное значение в приведенном примере определяется значением 0,15, максимальное значение равно 1.

Приведенные ниже диапазоны полученных рисков позволяют выделить территории с различной вероятностью риска и используются для сравнительной оценки территорий и их ранжирования. Для приведенного примера градация полученного с помощью расчетов ранжирования выглядит следующим образом:

$0,15 \leq PR^j \leq 0,40$  — допустимый (приемлемый) риск;

$0,41 \leq PR^j \leq 0,57$  — умеренный риск;

$0,58 \leq PR^j \leq 1$  — повышенный риск.

Полученные при расчете относительные риски, например за 2003 и 2004 гг., можно представить графически:

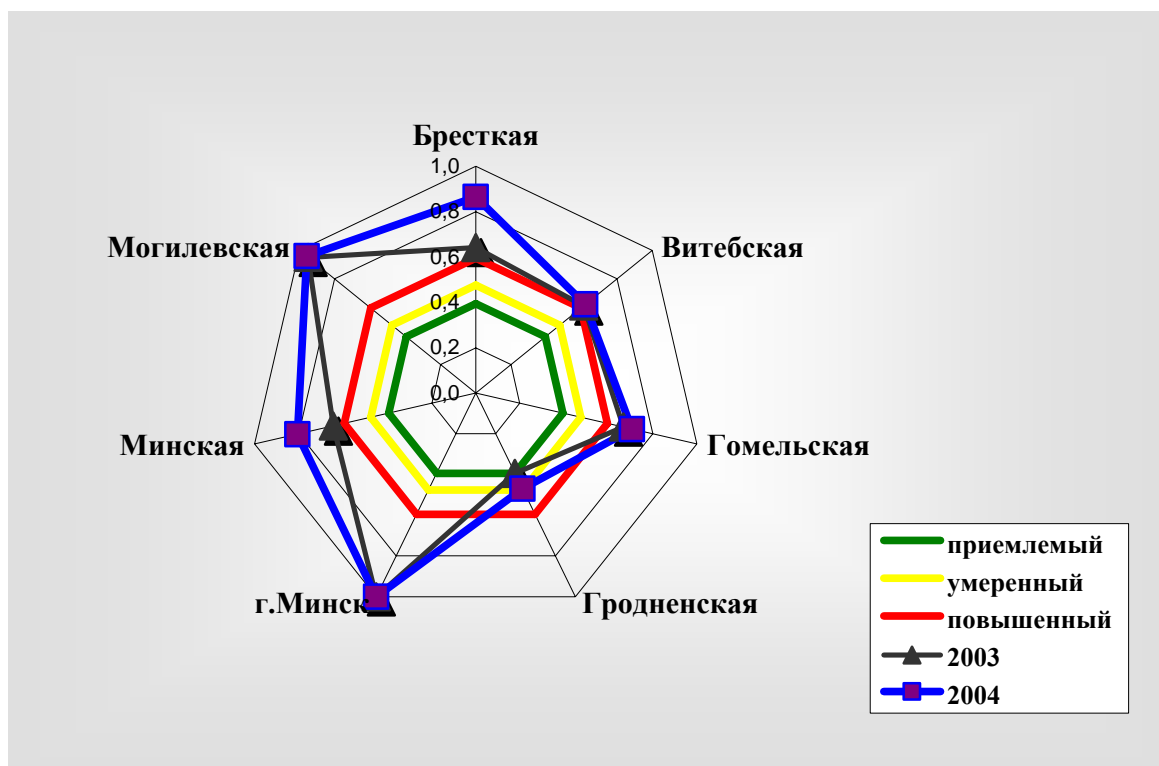


Рис.1. Относительные эпидемиологические риски заболеваемости детского населения по классу новообразований за 2003 и 2004 гг. в разрезе областей и г. Минска

**Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха  
и пример расчета суммарного показателя**

Таблица 1

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ по среднесуточным концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя $P$ при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I — допустимая	до 1,0	до 1,9	до 3,1	до 4,4
II — слабая	1,0-2,0	1,9-3,0	3,1-4,0	4,4-5,0
III — умеренная	2,0-4,0	3,0-6,0	4,0-8,0	5,0-10,0
IV — сильная	4,0-8,0	6,0-12,0	8,0-16,0	10,0-20,0
V — опасная	8,0 и выше	12,0 и выше	16,0 и выше	20,0 и выше

Таблица 2

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ по максимальным разовым концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя $P$ при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I — допустимая	до 1,6	до 3,0	до 5,0	до 7,1
II — слабая	1,6-3,2	3,0-4,8	5,0-6,4	7,1-8,0
III — умеренная	3,2-6,4	4,8-9,6	6,4-12,8	8,0-16,0
IV — сильная	6,4-12,8	9,6-19,2	12,8-25,6	16,0-32,0
V — опасная	12,8 и выше	19,2 и выше	25,6 и выше	32,0 и выше

Таблица 3

Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха  $P$  по среднесуточным концентрациям

Вещество	Класс опасности	ПДК <sub>среднесуточные</sub> , кг/м <sup>3</sup>	Среднее содержание, г/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>среднесуточные</sub>	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Твердые частицы суммарно	3	150,0	120,0	0,80	0,80
Диоксид серы	3	200,0	100,0	0,50	0,50
Оксид углерода	4	3000,0	1500,0	0,50	0,40
Диоксид азота	2	100,0	50,0	0,50	0,75
Винилбензол (стирол)	2	8,0	2,0	0,25	0,38
Сероводород	2	—	—	—	—
Фенол	2	7,0	3,5	0,50	0,75

продолжение таблицы					
Формальдегид	2	12,0	9,0	0,75	1,13
Аммиак	4	—	—	—	—
Хлористый водород	2	100,0	40,0	0,40	0,60
Углеводороды предельные C <sub>1</sub> –C <sub>10</sub>	—	25 000,0 (ОБУВ)	1 000,0	0,04	—

Таблица 4

Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха *P* по максимальным разовым концентрациям

Вещество	Класс опасности	ПДК <sub>сред-несуточные</sub> , кг/м <sup>3</sup>	Среднее содержание, г/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>среднесуточные</sub>	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Твердые частицы суммарно	3	300,0	210,0	0,70	0,70
Диоксид серы	3	500,0	350,0	0,70	0,70
Оксид углерода	4	5 000,0	1 000,0	0,20	0,16
Диоксид азота	2	250,0	200,0	0,80	1,20
Винилбензол (стирол)	2	40,0	20,0	0,50	0,75
Сероводород	2	8,0	4,0	0,50	0,75
Фенол	2	10,0	2,0	0,20	0,30
Формальдегид	2	30,0	33,0	1,10	1,65
продолжение таблицы					
Аммиак	4	200,0	110,0	0,55	0,44
Хлористый водород	2	200,0	50,0	0,25	0,38
Углеводороды предельные C <sub>1</sub> –C <sub>10</sub>	—	25 000,0 (ОБУВ)	4 000,0	0,16	—

**Схема оценки средовых факторов и показателей здоровья на территориальных уровнях**

Расчет интегральных средовых факторов	Расчет интегральных показателей здоровья	Критерии эколого-гигиенической ситуации
<p>Атмосферного воздуха:</p> $P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}$ <p>Питьевой воды:</p> $K_{\text{ВОДЫ}} = \frac{C_{1\text{ФАКТ}}}{C_{1\text{ДОП}}} + \frac{C_{2\text{ФАКТ}}}{C_{2\text{ДОП}}} + \dots + \frac{C_{n\text{ФАКТ}}}{C_{n\text{ДОП}}}$ <p>Почвы:</p> $K_{\text{ПОЧВЫ}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}$ <p>Показатель антропогенной нагрузки комплексной:</p> $KH = \frac{P + K_{\text{ВОДЫ}} + K_{\text{ПОЧВЫ}}}{N}$	<p>1 модель Метод Байеса — метод нормирования интенсивных показателей, рассчитывается по формуле: НИП = <math>r/M</math></p> <p>Показатель комплексной оценки состояния здоровья: (НИПзаб.+ НИПинв.+ НИП смертность)/N</p> <p>2 модель Значения относительного эпидемиологического риска на территории j по i-ой патологии,  <math display="block">PR_i^j = 1 - \exp\left(-\frac{Z_i^j}{Z_{i\phi}^j}\right)^2 / 2</math> где <math>PR_i^j</math> — вероятностный эпидемиологический риск возникновения i-ой патологии на территории j.  <math>Z_i^j</math> — фактические значения показателей;  <math>Z_{i\phi}^j</math> — фоновый территориальный показатель.  Величина относительного эпидемиологического риска по территории j для совокупности патологий <math>i=1 \dots N</math>:  <math display="block">PR^j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N PR_i^j</math> где,  <math>PR^j</math> — относительный эпидемиологический территориальный риск на территории j;  N — количество учитываемых патологий;  <math>PR_i^j</math> — относительный эпидемиологический</p>	<p>Допустимый уровень — величина гигиенического ранга ниже или равна числу учтенных факторов, комплексные показатели <math>&lt;1</math>, относительный риск <math>0 \leq PR^j \leq 0,33</math>, НИП <math>&lt; 1</math>.</p> <p>Умеренный уровень — величина гигиенического ранга превышает число учтенных факторов в 1,5–2 раза, комплексные показатели 1,1–2,0, относительный риск <math>0,331 \leq PR^j \leq 0,687</math>? НИП от 1 до 1,5.</p> <p>Повышенный уровень — величина гигиенического ранга превышает число учтенных факторов в 3 раза, комплексные показатели более 2–3,0, относительный риск <math>0,688 \leq PR^j \leq 0,688</math>, НИП <math>&gt; 1,5</math>.</p>

	риск на территории $j$ патологии $i$ .	
--	--	--

Оценка коэффициента корреляции и примеры его расчета

Таблица 1

Оценка коэффициента корреляции

Оценка корреляции	Коэффициент при корреляции	
	прямой	обратной
Слабая (малая, низкая)	0,0–0,29	0–(-0,29)
Средняя (умеренная)	0,3–0,69	(-0,3)–(-0,69)
Сильная (большая, высокая)	0,7–1,0	(-0,7)–(-1,0)

Расчет коэффициента корреляции

Пример: описание метода вычисления коэффициента корреляции — установление связи между запыленностью на рабочих местах и болезнями органов дыхания согласно таблице 2.

Таблица 2

Методика вычисления коэффициента корреляции

x, запыленность, мг/м <sup>3</sup>	y, заболеваемость органов дыхания	отклонение от средней		отклонение в квадрате		произведение отклонения
		dx	dy	dx <sup>2</sup>	dy <sup>2</sup>	
226	10,0	57	4,0	3249	16	228
207	8,0	38	2,0	1444	4	76
188	6,0	19	0	361	0	0
155	4,0	-14	-2,0	196	4	28
71	2,0	-98	-4,0	9604	16	392
847	30,0	2	0	14854	40	724

Расчет средней величины:

ряда x (запыленность):  $847/5 = 169,4 \approx 169$  (мг/м<sup>3</sup>);

ряда y (заболеваемость):  $30/5 = 6,0$ .

Расчет отклонений значений от средней величины:

ряда x:  $226 - 169 = 57$ ;

ряда y:  $10,0 - 6,0 = 4,0$

Возводим отклонения в квадрат и суммируем их:

$$\sum dx^2 = 14854;$$

$$\sum dy^2 = 40.$$

Отклонения каждого ряда перемножаем  $dx \cdot dy$  и суммируем их, итого 724.

Подставляем полученные значения в формулу:

$$r = \frac{\sum dx \cdot dy}{\sqrt{\sum dx^2 \cdot \sum dy^2}} = \frac{724}{\sqrt{14854 \cdot 40}} = 0,94,$$

где dx и dy — отклонение от средней величины своего ряда.

Коэффициент корреляции +0,94 — связь положительная, значимая. Таким образом, имеется сильная связь между запыленностью и заболеваемостью органов дыхания.

Для определения достоверности полученного коэффициента корреляции при  $n < 30$  расчет его средней ошибки ( $m$ ) производится по формуле:

$$m = \frac{\sqrt{1-\rho^2}}{\sqrt{n-2}} = \frac{\sqrt{1-0,94^2}}{\sqrt{5-2}} = \frac{\sqrt{0,12}}{\sqrt{3}} = \pm 0,20,$$

где  $n$  — число наблюдений;

$\rho$  — коэффициент корреляции.

При  $n > 30$  достоверность коэффициента корреляции определяется по формуле:

$$m = \frac{\sqrt{1-\rho^2}}{\sqrt{n}}$$

Считается достоверным коэффициент корреляции, когда величина его превышает размеры ошибки ( $m$ ) в 3–4 раза.

Ранговый способ вычисления коэффициентов корреляции. Ранговый коэффициент корреляции относится к непараметрическим критериям. Метод основан на определении ранга (места) каждого из значений ряда согласно таблице 3.

Таблица 3

Пример расчета коэффициента корреляции рангов

Год	Первичная заболеваемость взрослого населения Республики Беларусь гастритами и дуоденитами	Порядковый номер ранга заболеваемости	Удельный вес проб, отвечающих гигиеническим нормам по железу	Порядковый номер ранга заболеваемости	Разность рангов	Разность рангов, возведенная в квадрат
2000	420,8	5	71,4	5	0	0
2001	405,9	4	8,4	3	1	1
2002	339,3	3	70,6	4	1	1
2003	318,7	1	62,3	1	0	0
2004	326,9	2	67,1	2	0	0
$n = 5$	сумма				2	2

Коэффициент корреляции рангов обозначается греческой буквой  $\rho$  и получается из формулы:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot 2}{5(5^2 - 1)} = 1 - \frac{12}{120} = 1 - 0,1 = 0,9,$$

где  $d$  — разность рангов заболеваемости;

$n$  — число наблюдений.

Определяют разность между порядковыми номерами рангов, описанных выше. Возводим разности в квадрат и, суммируя, получаем значение  $m$ :



$$m = \frac{\sqrt{1-\rho^2}}{\sqrt{n-2}} = \frac{\sqrt{1-0,9^2}}{\sqrt{5-2}} = \frac{\sqrt{0,19}}{\sqrt{3}} = \pm 0,25,$$

где  $n$  — число пар коррелируемых рядов;

$\rho$  — коэффициент корреляции.