

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра общественного здоровья и здравоохранения**

**Л. Г. СОБОЛЕВА, В. М. ДОРОФЕЕВ, Т. М. ШАРШАКОВА**

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ.  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В МЕДИЦИНЕ.  
ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ. СПОСОБЫ  
ИХ ВЫРАВНИВАНИЯ И АНАЛИЗА**

**Учебно-методическое пособие для студентов 4 курса высших  
медицинских учебных заведений всех факультетов**

**Гомель  
ГоГМУ  
2008**

УДК 614.2:31  
ББК 51.1(2)+60.5  
С 54

**Рецензент:**

кандидат медицинских наук, доцент, кафедры общей гигиены, экологии и радиационной медицины Гомельского государственного медицинского университета *С. М. Дорофеева*

**Соболева, Л. Г.**

С 54     Статистические величины. Использование их в медицине. Динамические ряды. Способы их выравнивания и анализа: учеб.-метод. пособие для студентов 4 курса медицинских учебных заведений всех факультетов / Л. Г. Соболева, В. М. Дорофеев, Т. М. Шаршакова — Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет». 2008. — 28 с.

ISBN 978-985-506-208-1

Предназначено для проведения практических занятий на кафедре общественного здоровья и здравоохранения с целью получения знаний, умений и навыков по данной теме. Соответствует учебному плану и типовой учебной программе по дисциплине «Общественное здоровье и здравоохранение», утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Утверждено и рекомендовано к изданию Центральным учебным научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 20 ноября 2008 г., протокол № 11.

УДК 614.2:31  
ББК 51.1(2)+60.5

ISBN 978-985-506-208-1

© Учреждение образования  
«Гомельский государственный  
медицинский университет», 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Тема изучается в течение 5 часов и состоит из 3 частей.

В первой части занятия проводится изучение и обсуждение основных вопросов темы. Во второй части студенты под руководством преподавателя выполняют индивидуальные задания и решают ситуационные задачи по расчету относительных показателей, вычислению показателей и анализу динамических рядов; рассматривают методики составления взвешенных и сгруппированных вариационных рядов, правильного расчета средних величин, критериев разнообразия, коэффициента корреляции. Третья часть занятия посвящена самостоятельной работе студентов с конкретными статистическими документами по составлению вариационных рядов и вычислению средних величин и других характеристик ряда; контролю полученных знаний и практических навыков, подведению итогов.

**ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ:** изучить виды статистических величин, освоить методику их расчета; овладеть основными навыками анализа статистического материала путем использования относительных величин, анализа динамического ряда и способами его выравнивания; обучить студентов основам вариационной статистики, находящей применение, как в практической, так и научной деятельности врача. При изучении этой темы студенты должны усвоить правила составления и обработки вариационного ряда, виды средних величин и способы их вычисления.

### **ЗАДАЧИ ЗАНЯТИЯ:**

- использование статистических величин для оценки здоровья населения и деятельности организаций здравоохранения;
- освоение основ вариационной статистики;
- усвоение основных свойств статистической совокупности;
- овладение методикой составления сгруппированных и несгруппированных вариационных рядов, вычисления средних величин, критериев разнообразия.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ**

#### **Студент должен уметь:**

- рассчитывать относительные величины;
- проводить выравнивание уровней динамического ряда;
- анализировать динамический ряд, рассчитывать и давать характеристику показателям динамического ряда;
- построить график, который отражает суть того или иного показателя;
- составлять простой и сгруппированный вариационные ряды;
- вычислять средние величины;
- вычислять и оценивать критерии разнообразия признака.

**Студент должен знать:**

- виды относительных величин;
- методику расчета показателей (интенсивных, экстенсивных, соотношения, наглядности);
- определение динамического ряда;
- виды динамических рядов;
- методы выравнивания уровней динамического ряда;
- методику анализа динамического ряда;
- понятие вариационного ряда;
- виды вариационных рядов;
- средние величины, их применение в практической работе врача;
- критерии оценки разнообразия количественных значений, изучаемых признаков.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

1. Что такое абсолютная величина?
2. Как рассчитать отношение одной величины к другой?
3. Как рассчитать процентное соотношение величин?
4. Как рассчитать долю, часть одной величины в другой?
5. Что такое среднее арифметическое и как оно вычисляется?
6. Какие еще средние величины используются в математике?
7. Свойства средних величин.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Величины, используемые для характеристики статистической совокупности.
2. Применение относительных величин. Методика их расчета.
3. Определение динамического ряда. Виды динамических рядов.
4. Анализ динамического ряда, методика расчета показателей.
5. Выравнивание уровней динамического ряда.
6. Определение вариационного ряда.
7. Виды вариационных рядов.
8. Характеристики вариационного ряда.
9. Средняя величина.
10. Виды средних величин.
11. Определение моды ( $M_0$ ), медианы ( $M_e$ ) и средней арифметической ( $M$ ).
12. Способы вычисления средней арифметической.
13. Среднее квадратичное отклонение.

## УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

### АБСОЛЮТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

**Абсолютная величина** — это величина, характеризующая размах или единичность явления.

Из определения вытекают случаи **применения абсолютных величин в медицине и здравоохранении**. Абсолютные величины — это, например, численность населения, число лечебно-профилактических учреждений, число врачей, число инфекционных заболеваний, число больных и вирусоносителей СПИД и т.д.

Сравнивая размеры явлений или изучая изменение явлений во времени, следует абсолютные числа, выражающие эти размеры, привести к одному знаменателю, чаще всего — численность населения.

### ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ, ИХ ВИДЫ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА, ПРИМЕНЕНИЕ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

**Относительные величины** (показатели, коэффициенты) — это величины, полученные путем отношения двух абсолютных величин, выраженных через третью абсолютную величину.

Виды относительных величин:

1. Экстенсивный показатель.
2. Интенсивный показатель.
3. Показатель соотношения.
4. Показатель наглядности.

**Экстенсивный показатель** (показатель распределения, состава явления, удельного веса) — показатель структуры явления.

К таковым, например, относятся показатель структуры причин смертности, показатель структуры причин младенческой смертности, показатель структуры заболеваемости, показатели распределения населения по полу, образованию, месту жительства, возрастной состав населения, удельный вес детей в структуре населения и т.д.

**Методика расчета:**

экстенсивный показатель = (часть явления / целое явление) × основание.

Основание — чаще всего 100, экстенсивный показатель выражается в %.

Например: в 2006 году число всех заболеваний детей в детском саду составило 102 случая, в том числе 50 случаев энтеритов и 52 случая дизентерии. Если принять все случаи за 100 %, заболеваемость энтеритом составит —  $50/102 \times 100 \% = 49\%$ , а заболеваемость дизентерией —  $52/102 \times 100 \% = 51\%$ .

**Интенсивный показатель** — показатель частоты явления в среде, которая данное явление продуцирует.

**Методика расчета:**

Интенсивный показатель =  
(явление / среда, которая данное явление продуцирует) × основание.

Среда — чаще всего численность населения.

**Общий интенсивный показатель** — тот, при расчете которого средой выступает численность населения.

Может быть определенная группа населения, часть численности населения.

**Специальный интенсивный показатель** — тот, при расчете которого средой выступает определенная часть (группа) населения. Пример специального интенсивного показателя: показатель общей плодовитости, показатель брачной плодовитости, показатель повозрастной плодовитости. Показатель общей плодовитости = (число рождений у женщин фертильного возраста (15–49 лет) / число женщин фертильного возраста (15–49 лет) × 1000.

**Основание:**

**100** — так рассчитываются, например, показатель летальности, показатель мертворождаемости, которые выражаются в %.

Показатель летальности = (число умерших / число больных) × 100.

Показатель мертворождаемости = (число детей, родившихся мертвыми / число детей, родившихся живыми и мертвыми) × 100.

**На 100** работающих рассчитываются и выражаются показатели заболеваемости с временной потерей трудоспособности.

Показатель частоты дней временной нетрудоспособности = (число дней временной нетрудоспособности / число работающих) × 100.

Показатель частоты случаев временной нетрудоспособности = (число случаев временной нетрудоспособности / число работающих) × 100.

**1000** — это основание, которое чаще всего используется при расчете санитарно-статистических показателей. Так рассчитываются, например, показатели заболеваемости, болезненности, рождаемости, смертности, младенческой смертности, естественного прироста и др. Они выражаются в ‰ (промилях).

Рождаемость = (число родившихся за год / среднегодовая численность населения) × 1000.

Смертность = (число умерших за год / среднегодовая численность населения) × 1000.

Первичная заболеваемость = (совокупность заболеваний, зарегистрированных впервые в жизни в данном году / среднегодовая численность населения) × 1000.

**10000** — так рассчитываются, например, показатели заболеваемости и смертности по отдельным причинам. На 10 тыс. населения рассчитываются показатели инвалидности. Названные показатели выражаются в ‰ (продецимилях).

Показатель первичной инвалидности = (число лиц, которым впервые в жизни установлена группа инвалидности / среднегодовая численность населения) × 10 000.

**100000** — на 100 тыс. детей, родившихся живыми, например, рассчитывается и выражается показатель материнской смертности.

Материнская смертность = (число женщин, умерших во время беременности, родов и в первые 42 дня послеродового периода / число детей, родившихся живыми) × 100 000.

**Показатель соотношения** — это показатель частоты явления в среде, которая данное явление не продуцирует. Он характеризуется отношением двух статистических совокупностей, не связанных между собой, а сопоставимых только логически, по их содержанию.

**Методика расчета:**

показатель соотношения =  
(явление / среда, которая данное явление не продуцирует) × основание.

Пример: показатель обеспеченности населения врачами, средним медицинским персоналом, койками. Они рассчитываются на 10 тыс. населения.

**Показатель наглядности** — показатель, который используется для того, чтобы охарактеризовать изменения явления в динамике.

Методика расчета: первоначально исходный или конечный (либо любой другой) уровень принимают за 1 или 100, а затем путем составления пропорций для каждого уровня находят, во сколько раз или на сколько процентов произошло уменьшение либо увеличение.

**К другим относительным величинам** могут быть отнесены показатель координации, коэффициент правдоподобия.

Показатель координации характеризует отношение частей целого между собой. Пример: показатели отношения между численностью мужчин и женщин, показатели отношения между числом врачей и средних медицинских работников.

Показатель координации = (число мужчин / число женщин) × 1000.

Коэффициенты правдоподобия характеризуют соотношения одноименных относительных показателей структуры, рассчитанных на двух разных совокупностях.

## СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ В СТАТИСТИКЕ

**Средние величины** — это обобщающие показатели, характеризующие величину того или иного признака, варьирующего у отдельных единиц качественно однородной совокупности.

**Вариация** — изменение значения варьирующего признака у отдельных единиц совокупности.

**Ряд распределения** — упорядоченное распределение единиц совокупности по значению варьирующего признака. Если варьирующий признак имеет качественную меру, то такую вариацию называют **качественной**, а ряд распределения — **атрибутивным** (распределение больных по

нозологическим формам заболеваний, по полу, профессии и т. п.). Если же варьирующий признак имеет количественное выражение, такую вариацию называют *количественной*, а ряд распределения — *вариационным*.

**Вариационный ряд** — это статистический ряд, показывающий распределение изучаемого явления по величине какого-либо количественного признака. Например, больных по возрасту, по срокам лечения, новорожденных по весу и т. п.

**Варианта** — отдельные значения признака, по которому проводится группировка (обозначается *V*).

**Частота** — число, показывающее, как часто встречается та или иная варианта (обозначается *P*). Сумма всех частот показывает *общее число* наблюдений и обозначается *n*. Разность между наибольшей и наименьшей вариантой вариационного ряда называется *размахом или амплитудой*.

**Различают вариационные ряды:**

### **1. Прерывные (дискретные) и непрерывные**

Ряд считается непрерывным, если группировочный признак может выражаться дробными величинами (вес, рост и т. п.), прерывным, если группировочный признак выражается только целым числом (дни нетрудоспособности, число ударов пульса и т.п.).

### **2. Простые и взвешенные**

Простой вариационный ряд представляет собой ряд, в котором количественное значение варьирующего признака встречается один раз. Во взвешенном вариационном ряду количественные значения варьирующего признака повторяются с определенной частотой.

### **3. Сгруппированные (интервальные) и несгруппированные**

Сгруппированный ряд имеет варианты, объединенные в группы, объединяющие их по величине в пределах определенного интервала. В несгруппированном ряду каждой отдельной вариации соответствует определенная частота.

### **4. Четные и нечетные**

В четных вариационных рядах сумма частот или общее число наблюдений выражено четным числом, в нечетных — нечетным.

### **5. Симметричные и асимметричные**

В симметричном вариационном ряду все виды средних величин совпадают или очень близки (мода, медиана, среднее арифметическое).

В зависимости от характера изучаемых явлений, от конкретных задач и целей статистического исследования, а также от содержания исходного материала, в санитарной статистике *применяются следующие виды средних величин:*

- структурные средние (мода, медиана);
- средняя арифметическая;
- средняя гармоническая;



- средняя геометрическая;
- средняя прогрессивная.

**Мода ( $M_o$ )** — величина варьирующего признака, которая более часто встречается в изучаемой совокупности т. е. варианта, соответствующая наибольшей частоте. Находят ее непосредственно по структуре вариационного ряда, не прибегая к каким-либо вычислениям. Она обычно является величиной очень близкой к средней арифметической и весьма удобна в практической деятельности.

**Медиана ( $M_e$ )** — делящая вариационный ряд (ранжированный, т.е. значения вариант располагаются в порядке возрастания или убывания) на две равные половины. Медиана вычисляется при помощи так называемого нечетного ряда, который получают путем последовательного суммирования частот. Если сумма частот соответствует четному числу, тогда за медиану условно принимают среднюю арифметическую из двух средних значений.

Мода и медиана применяются в случае незамкнутой совокупности, т.е. когда наибольшая или наименьшая варианты не имеют точной количественной характеристики (например, до 15 лет, 50 и старше и т. п.). В этом случае среднюю арифметическую (параметрические характеристики) рассчитывать нельзя.

**Средняя арифметическая** — самая распространенная величина. Средняя арифметическая обозначается чаще через **M**.

Различают среднюю арифметическую простую и взвешенную.

**Средняя арифметическая простая** вычисляется:

— в тех случаях, когда совокупность представлена простым перечнем значений признака у каждой единицы;

— если число повторений каждой варианты нет возможности определить;

— если числа повторений каждой варианты близки между собой.

Средняя арифметическая простая исчисляется по формуле:

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

где  $V$  — индивидуальные значения признака;

$n$  — число индивидуальных значений;

$\sum$  — знак суммирования.

Таким образом, простая средняя представляет собой отношение суммы вариантов к числу наблюдений.

**Пример.** Определить среднюю длительность пребывания на койке 10 больных пневмонией:

16 дней — 1 больной; 17–1; 18–1; 19–1; 20–1; 21–1; 22–1; 23–1; 26–1; 31–1.

$$M = \frac{16 + 17 + 18 + 19 + 20 + 21 + 22 + 23 + 26 + 31}{10} = 21,3 \text{ койко-дня.}$$

**Средняя арифметическая взвешенная** исчисляется в тех случаях, когда индивидуальные значения признака повторяются. Ее можно вычислять двояким способом:

1. Непосредственным (среднеарифметическим или прямым способом) по формуле:

$$M = \frac{\sum VP}{\sum P},$$

где  $P$  — частота (число случаев) наблюдений каждой варианты.

Таким образом, средняя арифметическая взвешенная представляет собой отношение суммы произведений вариантов на частоты к числу наблюдений.

2. С помощью вычисления отклонений от условной средней (по способу моментов).

Основой для вычисления взвешенной средней арифметической является:

— сгруппированный материал по вариантам количественного признака;  
— все варианты должны располагаться в порядке возрастания или убывания величины признака (ранжированный ряд).

Для вычисления по способу моментов обязательным условием является одинаковый размер всех интервалов.

По способу моментов средняя арифметическая вычисляется по формуле:

$$M = M_o + i \left( \frac{\sum aP}{\sum P} \right),$$

где  $M_o$  — условная средняя, за которую чаще принимают величину признака, соответствующую наибольшей частоте, т. е. которая чаще повторяется (Мода);

$i$  — величина интервала;

$a$  — условное отклонение от условной средней, представляющее собой последовательный ряд чисел (1, 2 и т.д.) со знаком + для вариантов больших условной средней и со знаком – (–1, –2 и т.д.) для вариантов, которые ниже условной средней. Условное же отклонение от варианты, принятой за условную среднюю равно 0;

$P$  — частоты;

$\sum P$  — общее число наблюдений или  $n$ .

**Пример.** Определить средний рост мальчиков 8 лет непосредственным способом (таблица 1).

Таблица 1 — Данные для определения среднего роста мальчиков 8 лет непосредственным способом

Рост в см	Число мальчиков P	Центральная варианта V	VP
115–116	2	116	232
117–118	7	118	826
119–120	21	120	2520
121–122	33	122	4026
123–124	21	124	2604
125–126	12	126	1512
127–128	3	128	384
129–130	1	130	130
n = 100			12234

Центральная варианта — середина интервала — определяется как полусумма начальных значений двух соседних групп:

$$\frac{115 + 117}{2} = 116; \quad \frac{117 + 119}{2} = 118 \text{ и т. д.}$$

Произведение VP получают путем умножения центральных вариантов на частоты  $116 \times 2 = 232$ ;  $118 \times 7 = 826$  и т. д. Затем полученные произведения складывают и получают  $\sum VP = 12234$ , которую делят на число наблюдений (100) и получают среднюю арифметическую взвешенную.

$$M = \frac{12234}{100} = 122,34 \text{ см.}$$

Эту же задачу решим по способу моментов, для чего составляется следующая таблица 2:

Таблица 2 — Данные для определения среднего роста мальчиков 8 лет способом моментов

Рост в см (V)	Число мальчиков P	a	aP
115–116	2	-3	-6
117–118	7	-2	-14
119–120	21	-1	-21
121–122	33	0	0
123–124	21	1	21
125–126	12	2	24
127–128	3	3	9
129–130	1	4	4

$$n=100 \sum aP = 17$$

В качестве  $M_0$  принимаем 122, т. к. из 100 наблюдений у 33 человек рост был 122 см. Находим условные отклонения (a) от условной средней в соответствии с вышесказанным. Затем получаем произведение условных

отклонений на частоты ( $aP$ ) и суммируем полученные величины ( $\sum aP$ ). В итоге получится 17. Наконец, данные подставляем в формулу:

$$M = 122 + 2\left(\frac{17}{100}\right) = 122 + 0,34 = 122,34.$$

При изучении варьирующего признака нельзя ограничиваться только вычислением средних величин. Необходимо вычислять и показатели, характеризующие степень разнообразия изучаемых признаков. Величина того или иного количественного признака неодинакова у всех единиц статистической совокупности.

Характеристикой вариационного ряда является среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), которое показывает разброс (рассеивание) изучаемых признаков относительно средней арифметической, т.е. характеризует колеблемость вариационного ряда. Оно может определяться непосредственным способом по формуле:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (V - M)^2 P}{\sum P}}.$$

Среднее квадратичное отклонение равняется квадратному корню из суммы произведений квадратов отклонений каждой варианты от средней арифметической  $(V - M)^2$  на свои частоты деленной на сумму частот ( $\sum P$ ).

**Пример вычисления.** Определить среднее число больничных листов, выдаваемых в поликлинике за день (таблица 3).

Таблица 3 — Данные для определения среднего числа больничных листов, выдаваемых в поликлинике за день

Число больничных листов, выданных врачом за день (V)	Число врачей (P)	VP	V-M	(V-M) <sup>2</sup>	(V-M) <sup>2</sup> P
4	2	8	-2	4	8
5	4	20	-1	1	4
6	9	54	0	0	0
7	3	21	1	1	3
8	2	16	2	4	8
	n=20	120			23

$$M = \frac{120}{20} = 6; \sigma = \pm \sqrt{\frac{23}{20-1}} = \pm \sqrt{1,2} = \pm 1,1.$$

В знаменателе при числе наблюдений менее 30 необходимо от  $\sum P$  отнимать единицу.

Если ряд сгруппирован с равными интервалами, тогда можно определить среднее квадратичное отклонение по способу моментов:

$$\sigma = i \sqrt{\frac{\sum \alpha^2 P}{\sum P} - \left(\frac{\sum \alpha P}{\sum P}\right)^2},$$

где  $i$  — величина интервала;  
 $\alpha$  — условное отклонение от условной средней;  
 $P$  — частоты вариант соответствующих интервалов;  
 $\sum P$  — общее число наблюдений.

**Пример вычисления:** Определить среднюю длительность пребывания больных на терапевтической койке (по способу моментов) (таблица 4):

Таблица 4 — Данные для определения средней длительности пребывания больных на терапевтической койке (по способу моментов)

Число дней пребывания на койке (V)	Число больных (P)	$\alpha$	$\alpha P$	$\alpha^2 P$
5–9	17	-2	-34	68
10–14	44	-1	-44	44
15–19	193	0	0	0
20–24	131	1	131	131
25–29	12	2	24	48
30–34	3	3	9	27
	400	86	318	

$$M = 17 + 5 \left( \frac{86}{400} \right) = 18,1;$$

$$\sigma = \pm 5 \sqrt{\frac{318}{400} - \left( \frac{86}{400} \right)^2} = \pm 5 \sqrt{0,795 - 0,046} = \pm 5 \sqrt{0,749} = \pm 0,86 \cdot 5 = \pm 4,3.$$

Бельгийский статистик А. Кетле обнаружил, что вариации массовых явлений подчиняются закону распределения ошибок, открытому почти одновременно К. Гауссом и П. Лапласом. Кривая, отображающая это распределение, имеет вид колокола. По нормальному закону распределения колеблемость индивидуальных значений признака находится в пределах  $M \pm 3\sigma$ , что охватывает 99,73% всех единиц совокупности.

Подсчитано, что если к средней арифметической прибавить и отнять  $2\sigma$ , то в пределах полученных величин находится 95,45% всех членов вариационного ряда и, наконец, если к средней арифметической прибавить и отнять  $1\sigma$ , то в пределах полученных величин будут находиться 68,27% всех членов данного вариационного ряда. В медицине с величиной  $M \pm 1\sigma$  связано понятие нормы. Отклонение от средней арифметической больше, чем на  $1\sigma$ , но меньше, чем на  $2\sigma$  является субнормальным, а отклонение больше, чем на  $2\sigma$  ненормальным (выше или ниже нормы).

В санитарной статистике правило трех сигм применяется при изучении физического развития, оценке деятельности учреждений здравоохранения, оценке здоровья населения. Это же правило широко применяется в народном хозяйстве при определении стандартов.

Таким образом, среднее квадратичное отклонение служит для:

- измерения дисперсии вариационного ряда;
- характеристики степени разнообразия признаков, которые определяются коэффициентом вариации:

$$C = \frac{\sigma}{M} \cdot 100.$$

Если коэффициент вариации более 20 % — сильное разнообразие, от 20 до 10 % — среднее, менее 10 % — слабое разнообразие признаков. Коэффициент вариации в известной мере является критерием надежности средней арифметической.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ РЯД, ЕГО АНАЛИЗ И СПОСОБЫ ВЫРАВНИВАНИЯ

**Динамический ряд** — ряд однородных сопоставимых величин, показывающих изменение изучаемого явления во времени. Это статистическая форма отображения развития явлений во времени. Числа, составляющие динамический ряд, принято называть уровнями ряда. *Уровни ряда могут быть представлены абсолютными числами, относительными и средними величинами.*

**Интервальный ряд** состоит из последовательного ряда чисел, характеризующих изменение явления на определенный период (по времени).

**Моментный ряд** состоит из величин, определяющих размеры явления не за какой-либо отрезок времени, а на определенную дату — момент.

Для более глубокого понимания сути развития общественных явлений исчисляют такие показатели динамического ряда, как абсолютный прирост, темп прироста, темп роста, абсолютное значение 1 % прироста.

**Абсолютным приростом** называют разницу между каждым последующим уровнем и уровнем предыдущим. Абсолютный прирост может быть положительным и отрицательным.

**Темпом роста** называется отношение каждого последующего уровня к предыдущему, выраженному в процентах.

**Темпом прироста** называется отношение абсолютного прироста к предыдущему уровню, принятому за 100 %.

Так как каждому относительному показателю соответствуют определенные абсолютные величины, то при изучении темпов прироста нужно обязательно учитывать, какая абсолютная величина соответствует каждому проценту прироста, каково его содержание. Для этого исчисляется такой показатель, как *абсолютное значение одного процента прироста*. Он определяется как частное от деления абсолютного прироста за определенный период на темп прироста в процентах за этот же период.

Для иллюстрации расчетов рассмотренных статистических показателей приведем ряд динамики.

Пример. Необходимо дать анализ динамики рождаемости в определенном районе (таблица 5).

Таблица 5 — Динамика рождаемости в регионе за 1996–2005 гг.

Год	Рождаемость, %	Абсолютный прирост	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста
1996	9,4	—	—	—	—
1997	8,9	–0,5	–5,3	94,7	0,09
1998	9,2	0,3	3,4	103,4	0,09
1999	9,3	0,1	1,1	101,1	0,09
2000	9,4	0,1	1,1	101,1	0,09
2001	9,2	–0,2	–2,1	97,9	0,10
2002	8,9	–0,3	–3,3	96,7	0,09
2003	9,0	0,1	1,1	101,1	0,09
2004	9,1	0,1	1,1	101,1	0,09
2005	9,2	0,1	1,1	101,1	0,09

**Порядок вычисления следующий:**

1. Определяем абсолютный прирост:  $8,9 - 9,4 = -0,5$ ;  $9,2 - 8,9 = 0,3$  и т. д.
2. Вычисляем темп прироста:  $-0,5 \times 100 / 9,4 = -5,3$  и т. д.
3. Находим темп роста:  $8,9 \times 100 / 9,4 = 94,7$  и т.д.
4. Получаем абсолютное значение 1% прироста:  $-0,5 / -5,3 = 0,09$

Динамический ряд не всегда состоит из уровней, последовательно изменяющихся в сторону снижения или увеличения. Нередко уровни динамического ряда резко колеблются, и это не позволяет выявить основную тенденцию, свойственную изучаемому явлению за определённый период времени. В таких случаях проводится выравнивание динамического ряда. Существует несколько способов выравнивания динамического ряда: укрупнения интервала, сглаживание путем вычисления скользящей средней, аналитическое выравнивание по прямой и др.

Рассмотрим выравнивание по прямой линии, которое осуществляется следующим образом:

$$Y_t \text{ (теоретические уровни)} = a_0 + a_1 t,$$

где  $t$  — условное обозначение времени,

$a_0$  и  $a_1$  — параметры искомой прямой, которые находятся из решения системы уравнений:

$$n a_0 + a_1 \sum t = \sum y;$$

$$a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y t;$$

где  $y$  — фактические уровни;

$n$  — число рядов динамики.

Система уравнений упрощается, если  $t$  подобрать так, чтобы их сумма

равнялась 0, т.е. начало отсчета времени перенести в середину рассматриваемого периода. Тогда:

$$a_0 = \Sigma y/n; a_1 = \Sigma yt/ \Sigma t^2.$$

Подставляя полученные значения  $a_0$  и  $a_1$  в формулу, вычисляют все значения теоретического уровня.

Рассмотрим следующий пример (таблица 6).

Таблица 6 — Выравнивание рождаемости за 2003–2008 гг.

Год	Рождаемость, (y)	Условное обозначение времени, t	$y \times t$	$t \times t$	Теоретический уровень после выравнивания	Трехлетние скользящие средние
2003	9,4	- 5	- 47	25	11	-
2004	8,9	- 3	- 26,7	9	10,1	9,2
2005	9,2	- 1	- 9,2	1	9,3	8,8
2006	8,3	1	8,3	1	8,5	8,9
2007	9,4	3	18,8	9	7,7	8,7
2008	8,4	5	25,2	25	6,9	-

$$n = 6 \quad \Sigma y = 53,6$$

$$\Sigma yt = - 30,6 \quad \Sigma t \times t = 70.$$

Если ряд четный, отсчет ведется с 1 (середина ряда), затем последовательно нечетные числа 3, 5, 7 и т.д. в обе стороны (вверх с - ; вниз с +); если ряд нечетный, отсчет условного обозначения времени ведется с 0 (середина ряда), затем — 1, 2, 3 и т.д. в обе стороны.

**Порядок вычисления следующий:**

$$Y_t (\text{теоретические уровни}) = a_0 + a_1 t;$$

$$a_0 = \Sigma y/n; a_1 = \Sigma yt/ \Sigma t^2;$$

$$a_0 = 8,9 \quad a_1 = - 0,4;$$

$$8,9 + (- 0,4) \times (- 5) = 11;$$

$$8,9 + (- 0,4) \times (- 3) = 10,1 \text{ и т.д.}$$

**Порядок вычисления скользящей средней:**

$$\text{Для 2004 года } (9,4 + 8,9 + 9,2) / 3 = 9,2.$$

$$\text{Для 2005 года } (8,9 + 9,2 + 8,3) / 3 = 8,8 \text{ и т.д.}$$

Укрупнение интервала производят путем суммирования данных за ряд смежных периодов (таблица 7).

Таблица 7 — Данные о рождаемости за 2003–2008 гг.

Года	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Рождаемость	9,4	8,9	9,2	8,3	9,4	8,4

$$\text{За 2003–2005 рождаемость составляет } 9,4 + 8,9 + 9,2 = 27,5.$$

$$\text{За 2006–2008 рождаемость составляет } 8,3 + 9,4 + 8,4 = 26,1.$$



# ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ ЦЕЛЕЙ ЗАНЯТИЯ

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

### Задача 1

Население в г. Н. в 2002 г. составляло 47 020, в отчетном году — 50 030 человек. В 2002 г. было зарегистрировано 550 случаев болезней системы кровообращения (БСК), в том числе: гипертоническая болезнь — 305 случаев, ИБС — 115 случаев, цереброваскулярные болезни — 25 случаев, прочие — 105 случаев. В отчетном году зарегистрировано 770 случаев БСК, в том числе гипертоническая болезнь — 360 случаев, ИБС — 160 случаев, цереброваскулярные болезни — 30 случаев, прочие — 220 случаев.

Вычислить интенсивные и экстенсивные показатели заболеваемости. Сделать выводы об изменениях в заболеваемости болезнями системы кровообращения в г. Н. в отчетном году по сравнению с 2002 годом.

### Задача 2

В отчетном году в Республике Беларусь работало 40 449 врачей (без зубных врачей). Показатели обеспеченности врачами населения: 2000 — 44,4 ‰, 2001 — 40,7 ‰. Численность населения — 9899,2 тыс. человек.

Определить показатель обеспеченности врачами в отчетном году, рассчитать показатели наглядности за 3 года и представить их графически.

### Задача 3

В больнице анализировались показатели летальности в течение ряда лет. В 1993 г. уровень летальности составлял 6,5 %; в 1994 г. — 7,0 %; в 1995 г. — 8,5%; в 1996 г. — 13%.

Составить динамический ряд и рассчитать основные его показатели (таблица 8).

Таблица 8 — Данные для расчета основных показателей динамического ряда

Год	Уровень ряда (летальность в %)	Показатель наглядности (%)	Темп прироста (%)	Темп роста (%)
2000	6,5			
2001	7,0			
2002	8,5			
2003	13,0			

### Задача 4

Младенческая смертность в Республике Беларусь составила: в 1999 г. — 11,4 ‰, в 2000 г. — 9,3‰, в 2001 г. — 9,1‰, в 2002 г. — 7,9 ‰.

Определить тип динамического ряда. Представить данные графически, вычислить показатели динамического ряда и провести анализ.

### Задача 5

Изучалась длительность временной нетрудоспособности у больных с острыми респираторными заболеваниями. Было установлено, что в течение 5 дней болели 5 человек, 6 дней — 5; 7 дней — 5; 8 дней — 2; 9 дней — 5.

Составить вариационный ряд и рассчитать основные его характеристики.

## САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

### *Контрольные вопросы темы*

1. Перечислите величины, используемые для характеристики статистической совокупности.
2. Какие относительные величины вы знаете? Какова методика их расчета?
3. Определение динамического ряда. Виды динамических рядов.
4. Анализ динамического ряда, методика расчета показателей.
5. Какие способы выравнивания уровней динамического ряда вы знаете.
6. Определение вариационного ряда.
7. Виды вариационных рядов.
8. Характеристики вариационного ряда.
9. Определение средней величины?
10. Виды средних величин.
11. Определение моды ( $M_0$ ), медианы ( $M_e$ ) и средней арифметической ( $M$ ).
12. Способы вычисления средней арифметической.
13. Вычисление среднего квадратичного отклонения.

## ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ

### **1. Статистические коэффициенты относятся к величинам:**

*Варианты ответа:*

- а) абсолютным;
- б) производным.

### **2. При вычислении интенсивных коэффициентов необходимо знание статистических совокупностей:**

*Варианты ответа:*

- а) одной;
- б) двух.

### **3. При вычислении экстенсивных коэффициентов необходимо знание статистических совокупностей:**

*Варианты ответа:*

- а) одной;
- б) двух.

**4. Общими и специальными коэффициентами могут быть:**

*Варианты ответа:*

- а) экстенсивные;
- б) интенсивные.

**5. Для углубленного и дифференцированного анализа явлений необходимо пользоваться коэффициентами:**

*Варианты ответа:*

- а) специальными интенсивными;
- б) относительной интенсивности.

**6. Структуру изучаемого явления характеризует коэффициент:**

- а) интенсивный;
- б) экстенсивный;
- в) наглядности;
- г) соотношения.

**7. Частоту явления в данной среде характеризует коэффициент:**

*Варианты ответа:*

- а) интенсивный;
- б) экстенсивный;
- в) наглядности;
- г) соотношения.

**8. Показатель соотношения характеризует:**

*Варианты ответа:*

- а) изменение явления во времени;
- б) отношение двух независимых совокупностей;
- в) распределение целого на части.

**9. Коэффициент соотношения по методике вычисления близок к коэффициенту:**

*Варианты ответа:*

- а) наглядности;
- б) экстенсивному;
- в) интенсивному;
- г) относительной интенсивности.

**10. Указать экстенсивный коэффициент:**

*Варианты ответа:*

- а) средняя продолжительность предстоящей жизни;
- б) смертность населения;
- в) доля девочек среди новорожденных;
- г) обеспеченность населения койками;
- д) темп роста;
- е) динамика рождаемости за 10 лет.

**11. Указать интенсивный коэффициент:**

*Варианты ответа:*

- а) темп роста;
- б) обеспеченность населения врачами;
- в) процент болезней системы кровообращения среди причин смерти населения;
- г) младенческая смертность.

**12. Указать интенсивный специальный коэффициент:**

*Варианты ответа:*

- а) соотношение новорожденных м:д = 105:100;
- б) больничная летальность;
- в) средняя продолжительность случая нетрудоспособности;
- г) летальность при инфаркте миокарда;
- д) структура смертности населения;
- е) темп роста населения.

**13. Указать коэффициент соотношения:**

*Варианты ответа:*

- а) соотношение врачей и среднего медицинского персонала;
- б) число дней нетрудоспособности на 100 работающих;
- в) динамика рождаемости населения в Гомельской области;
- г) средняя продолжительность пребывания больного в стационаре;
- е) доля детей 1-го года жизни на педиатрическом участке;
- ж) темп роста.

**14. Выравнивание динамических рядов производится, если динамический ряд состоит из:**

*Варианты ответа:*

- а) резко колеблющихся величин;
- б) неоднородных величин.

**15. Абсолютное значение одного процента прироста или убыли получается от деления абсолютной величины прироста или убыли на показатель темпа:**

*Варианты ответа:*

- а) прироста или убыли;
- б) роста или снижения.

**16. Динамический ряд может быть составлен из величин:**

*Варианты ответа:*

- а) абсолютных;
- б) относительных;
- в) средних.

**17. Ряд однородных статистических величин, показывающих изменение какого-либо явления во времени, называется:**

*Варианты ответа:*

- а) динамическим рядом;
- б) вариационным рядом.

**18. Моментный динамический ряд строится из статистических величин, относящихся:**

*Варианты ответа:*

- а) к точной дате;
- б) к произвольной дате.

**19. Величины, из которых состоит динамический ряд, называются:**

*Варианты ответа:*

- а) уровнями ряда;
- б) числами ряда.

**20. Величины разности между предыдущим и последующим уровнями называются:**

*Варианты ответа:*

- а) абсолютным приростом;
- б) темпом роста.

**21. Отношение каждого последующего уровня к предыдущему, выраженное в процентах, называется:**

*Варианты ответа:*

- а) темпом роста;
- б) темпом прироста.

**22. Отношение абсолютного прироста или убыли каждого последующего члена ряда к уровню предыдущего, выраженное в процентах является темпом:**

*Варианты ответа:*

- а) прироста;
- б) роста.

**23. Темп прироста всегда меньше темпа роста на:**

*Варианты ответа:*

- а) 100;
- б) 50.

**24. Выравнивание динамических рядов производится при помощи:**

*Варианты ответа:*

- а) скользящей средней;
- б) средней арифметической;
- в) выравнивания по прямой.

**25. Средние величины применяются для характеристики признаков:**

*Варианты ответа:*

- а) качественных;
- б) количественных.

**26. Для получения средних величин необходимым условием является:**

*Варианты ответа:*

- а) наличие качественно однородной группы данных;
- б) знание формул расчета;
- в) построение вариационного ряда.

**27. Средними величинами называются:**

*Варианты ответа:*

- а) обобщающие показатели, характеризующие величину того или иного признака, варьирующего у отдельных единиц качественно однородной совокупности;
- б) второй вид производных величин, представляющих свободную обобщающую характеристику одним числом всей статистической совокупности по одному колеблющемуся количественному признаку;
- в) производные величины, показывающие средний уровень изучаемого признака в расчете на единицу однородной совокупности.

**28. Вариационным рядом является:**

*Варианты ответа:*

- а) статистический ряд, показывающий распределение изучаемого явления по величине какого-либо количественного признака;
- б) статистический ряд, состоящий из двух основных элементов: вариант (V), частот (P);
- в) ряд распределения величин по какому-либо одному качественному признаку, расположенному в возрастающем или убывающем порядке.

**29. По данным о числе дыханий в минуту из 12 наблюдений можно построить вариационный ряд:**

*Варианты ответа:*

- а) простой, прерывный, четный;
- б) нечетный, взвешенный, сгруппированный;
- в) простой, непрерывный, симметричный.

**30. Для определения среднего пульса у 100 больных рациональнее построить вариационный ряд:**

*Варианты ответа:*

- а) сгруппированный, нечетный, непрерывный;
- б) прерывный, взвешенный, сгруппированный;
- в) несгруппированный, четный, взвешенный.

**31. Средние величины используются для характеристики одного группового свойства статистической совокупности:**

*Варианты ответа:*

- а) распределение количественных и качественных признаков в изучаемой совокупности;
- б) разнообразие или колеблемость любых признаков совокупности;
- в) взаимосвязь или зависимость между любыми, признаками;
- г) средний уровень признаков в совокупности;
- д) репрезентативность или достоверность полученных результатов.

**32. Формулы для расчета средней арифметической:**

*Варианты ответа:*

- а)  $M = \frac{\sum v \cdot p}{N}$ ;
- б)  $M = \frac{\sum viP}{N}$ ;
- в)  $M = A + \frac{\sum d \cdot P}{N}$ ;
- г)  $M = A + i \frac{\sum di \cdot P}{N}$ .

**33. Определение моды:**

*Варианты ответа:*

- а) средняя величина, выражающая наиболее часто встречающиеся типичные значения признака и применяемая для характеристики симметричных вариационных рядов;
- б) варианта, соответствующая наибольшей частоте.

**34. Определение медианы:**

*Варианты ответа:*

- а) делящая вариационный ряд на две равные половины;
- б) средняя величина, не зависящая от значений крайних вариантов и обозначающая конкретную срединно-расположенную варианту в любых вариационных рядах.

**35. Средние величины вычисляется на:**

*Варианты ответа:*

- а) первом этапе статистического исследования;
- б) третьем этапе статистического исследования.

**36. Самыми древними средними величинами являются:**

*Варианты ответа:*

- а) мода и медиана;
- б) средняя прогрессивная.

**37. Менее трудоемким вычислением средней арифметической величины является способ:**

*Варианты ответа:*

- а) моментов;
- б) вычисление средней геометрической.

**38. К средним величинам относятся:**

*Варианты ответа:*

- а) мода;
- б) медиана;
- в) средняя арифметическая;
- г) средняя геометрическая.

### ОТВЕТЫ К ТЕСТОВОЙ ПРОГРАММЕ

1	б	11	г	21	а	31	г
2	б	12	г	22	а	32	а
3	а	13	а	23	а	33	а
4	б	14	а	24	а, в	34	а
5	а	15	а	25	б	35	б
6	б	16	а–в	26	в	36	а
7	а	17	а	27	а	37	а
8	б	18	а	28	а	38	а–г
9	в	19	а	29	а		
10	в	20	а	30	б		



## ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ

1. *Вальчук, Э. А.* Основы организационно-методической службы и статистического анализа в здравоохранении / Э. А. Вальчук, Н. И Гулицкая, Ф. П. Царук. — Мн.: 2003. — 381 с.
2. *Глушанко В. С.* Общественное здоровье и здравоохранение /Курс лекций / В. С. Глушанко. — Витебск, 2001. — 359 с.
3. *Лисицын, Ю. П.* Общественное здоровья и здравоохранение / Учебник для вузов / Ю. П. Лисицын. — М.: Издат. Дом ГЭОТАР — МЕД, 2002. — 520 с.
4. Общественное здоровье и здравоохранение / Под ред. В. А. Миняева, Н. И. Вишнякова. — М.: 2003. — 520 с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. *Алехнович, М. В.* Методика и организация статистического исследования: учеб.-метод. пособие / М. В. Алехнович. — Гродно. 2001. — 24 с.
2. *Мерков, А. М.* Санитарная статистика / А.М. Мерков, Л.Е. Поляков — Л.: Медицина, 1977. — 384 с.
3. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения: учеб. пособие / Под ред. В. З. Кучаренко. — М.: Издат. дом ГЭОТАР-МЕД, 2005. — 188 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Цель занятия.....	3
2. Задачи занятия .....	3
3. Требования к исходному уровню знаний .....	3
4. Контрольные вопросы из смежных дисциплин .....	4
5. Контрольные вопросы по теме занятия .....	4
6. Учебный материал.....	5
7. Задания для самостоятельной работы студентов по реализации программных целей занятия .....	16
10. Самоконтроль усвоения темы .....	18
11. Тестовый контроль.....	18
12 Ответы к тестовой программе.....	24
13. Литература .....	25

Учебное издание

**Соболева** Людмила Григорьевна  
**Дорофеев** Виталий Михайлович  
**Шаршакова** Тамара Михайловна

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В МЕДИЦИНЕ.  
ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ. СПОСОБЫ ИХ ВЫРАВНИВАНИЯ И АНАЛИЗА**

Учебно-методическое пособие высших медицинских  
учебных заведений для студентов 4 курса всех факультетов

**Редактор** *Т. Ф. Рулинская*  
**Компьютерная верстка** *А. М. Елисеева*

Подписано в печать 16.12.2008  
Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная 65г/м<sup>2</sup>. Гарнитура «Таймс»  
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 150 экз. Заказ № 407

Издатель и полиграфическое исполнение  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
246000, г. Гомель, ул. Ланге, 5  
ЛИ № 02330/0133394 от 30.04. 2004

