

## Глава 13

## АНАЛИЗ НА ДИНАМИЧНИ ПРОМЕНИ

## 1. Значение на изучаването на тенденциите в развитието на здравните и социални явления

Важна задача на статистическия анализ е изучаването на здравето на населението и дейността на здравните и социалните заведения с отчитане на измененията, настъпващи в тях с течение на времето.

За тази цел е необходимо да се анализира динамиката на един или друг процес, което се извършва с помощта на специален статистически метод, наречен *анализ на динамични промени*.

Информацията за промените в здравното състояние на населението, проучването на динамиката на застаряването на населението, промените в честотата и структурата на заболяемостта, смъртността, временната и трайна нетрудоспособност и др. имат огромно значение за правилното планиране и развитие на здравното и социално обслужване на населението, за планирането и подготовката на необходимите кадри, заведения и т.н.

Проучването на динамиката на здравните и социални явления позволява да се оцени ефективността на различните профилактични, терапевтични, рехабилитационни или други мероприятия, провеждани на равнището на отделния индивид, социални групи или по-големи човешки общности.

Промените в здравните и социални явления в течение на определен период от време оформят т. нар. *тенденции в развитието* на тези явления. Изучаването на тези тенденции позволява да се очертаят бъдещите промени в явленията, т. е. да се прогнозира развитието им и да се планират необходимите мерки за решаване на възникващите медико-социални проблеми.

Основните задачи на анализа на динамични промени са:

- количествена характеристика на величините на настъпилите промени в изучаваните явления;
- количествена характеристика на посоката на развитие на изучаваните явления;
- количествено измерване на действието на причините, предизвикали това развитие;
- прогнозиране на бъдещото развитие на изучаваните явления

## 2. Динамични редове – характеристика и основни елементи

Съвсем логично следва изводът, че анализът на динамични промени се прилага само при количествени променливи. Същите трябва да бъдат предварително групирани в подходящи *честотни разпределения*, наричани още *динамични редове*.

*Динамичен ред* – ред от статистически еднородни и съпоставими величини, характеризиращи изменението на дадено явление в течение на времето и разположени в хронологичен ред за определени промеждутъци от време.

**Видове динамични редове**

- *Моментни* – състоят се от величини, характеризиращи размерите на изучаваното явление към определени моменти. Тези величини не могат да бъдат раздробени на по-малки части. Например числеността на населението на Р България към 31.12. всяка година.
- *Интервални* – изучаваното явление се разглежда за определен период (по часове, денонощия, седмици, декади, месеци, години). За разлика от моментния динамичен ред, такъв ред може да се раздели на подпериоди или пък отделните интервали могат да бъдат окрупнявани. Например, умрелите лица по години могат да бъдат разпределени по месеци, тримесечия и т. н. Изборът на величината на периода в интервалния ред (година, месец, седмица, ден, час) се определя от степента на изменчивост на явленията.

Колкото по-бавно се изменя дадено явление с течение на времето, толкова по-големи трябва да бъдат периодите на наблюдение и анализ.

- **Прости** – те са съставени от абсолютни числа. Не винаги при анализа на динамиката на явленията е удобно да се използват абсолютни числа, тъй като тяхното изменение (нарастване или намаляване) рядко е свързано с изменение в числеността на средата, в която се проявяват. Например, нарастването на абсолютния брой умрели от злокачествени новообразувания може да бъде свързано, освен с конкретни причини от околната и социалната среда, и с увеличаване броя на лицата от по-старшите възрастови групи.
- **Сложни** – изучаваните явления са представени чрез относителни величини (проценти, интензивни показатели, средни величини и др.). Например, динамични редове за раждаемост (брой живородени на 1000 души население), смъртност (брой умрели лица на 1000 души население), детска смъртност (брой умрели деца до 1-годишна възраст на 1000 живородени), среден брой обслужвани лица от 1 лекар по години и т. н.

#### Основни елементи на динамичния ред:

- **независима променлива** –  $x$  – това са временните интервали  $t$ , въз основа на които е построен динамичния ред (години, месеци, дни);
- **зависима променлива** –  $y$  (абсолютни числа, %, средни величини), чрез която се характеризира изучаваното явление.

Промените в явленията, настъпващи с течение на времето, могат да се изучават с помощта на два вида показатели: **описателни и аналитични показатели за динамика**.

### 3. Описателни показатели за динамика

Различаваме следните описателни показатели за динамика:

**Абсолютно ниво** – изразява се чрез мерните единици, представящи изучаваната зависима променлива  $y$ , т.е. смъртността през разглеждания единадесет годишен период (колона 2 на **табл. 13.1**).

**Абсолютен прираст** – представлява абсолютната величина на разликата между абсолютното ниво от определен временен интервал на разглеждания период и абсолютното ниво от предходния временен интервал (при верижна основа) или началния временен интервал (при постоянна основа). Например, абсолютният прираст за 10 г. в таблицата е +0,5 при верижна основа (спрямо 9 г.) и +1,6 – при база 0 г. (колона 3 и 4 на **табл. 13.1**).

**Табл. 13.1. Динамика на общата смъртност в регион „А“**

Год. $x(t)$	Абс. ниво ( $y$ )	Абс. прираст база 0 г.	Абс. прираст вер. основа	Темп на ръста при база 0 г.	Темп на ръста вер. осн.	Темп на прир при база 0 г.	Темп на прир. вер. осн.
1	2	3	4	5	6	7	8
0	12,5	-	-	100	100	-	-
1	12,8	0,3	0,3	102,4	102,4	2,4	2,4
2	12,6	0,1	-0,2	100,8	98,4	0,8	-1,6
3	12,9	0,4	0,3	103,2	102,4	3,2	2,4
4	13,2	0,7	0,3	105,6	102,3	5,6	2,3
5	13,6	1,1	0,4	108,8	103,0	8,8	3,0
6	14,0	1,5	0,4	112,0	102,9	12,0	2,9
7	14,7	2,2	0,7	117,6	105,0	17,6	5,0
8	14,3	1,8	-0,4	114,4	97,3	14,4	-2,7
9	13,6	1,1	-0,7	108,8	95,1	8,8	-4,9
10	14,1	1,6	0,5	112,8	103,7	12,8	3,7

**Темп на ръста (на развитие)** – представлява процентно отношение между абсолютното ниво от определен временен интервал и абсолютното ниво от предходния временен интервал (при верижна основа) или началния временен интервал (при постоянна основа). Темпът на развитие за 10 г. е бил 103,7% при верижна основа (спрямо 9 г.) и 112,8% спрямо 0 г. (колони 5 и 6 на таблицата).



**Темп на прираста** – представлява процентно отношение между абсолютния прираст за определен времеен интервал и абсолютното ниво на предходния времеен интервал (при верижна основа) или началния времеен интервал (при постоянна основа). Темпът на прираста за 10 г. е бил 3,7% при верижна основа (спрямо 9 г.), но спрямо 0 г. той е бил 12,8% (колони 7 и 8 на табл. 13.1).

#### 4. Аналитични показатели за динамика

Многочислени наблюдения за продължителен период от време показват, че не винаги е възможно само чрез описателни показатели да се разкрие определена тенденция в развитието. За тази цел се налага да се използват **аналитични показатели** (наричани още **показатели за плавно развитие**), чрез които се измерва количествено влиянието на различните причини върху развитието на дадено явление.

При определяне на аналитичните показатели се изхожда от предпоставката, че промените в явленията са резултат от комбинираното въздействие на много разнообразни фактори, които най-общо могат да бъдат сведени до:

- **трайно действащи причини**
- **временно действащи причини.**

**Трайно действащите причини** определят хода на промените, т.е. тенденциите в развитието, а **временно действащите причини** предизвикват отклонения от този ход и внасят елемент на случайност в развитието на съответното явление.

При изучаване на динамиката на дадено явление изключително важно е да се определи конкретно кои причини се отнасят към трайно действащите и кои към временно действащите.

Количествената характеристика на влиянието на споменатите две групи причини се основава на следната теоретична концепция: Допуска се, че действат само закономерни, трайни причини и се определят т. нар. **показатели за плавно развитие** –  $y_t$ , т. е. теоретични стойности, които биха се получили през всеки от разглежданите



временни интервали, ако не действат случайни причини. Разликата между фактически наблюдаваните стойности ( $y$ ) и теоретичните ( $y_t$ ) дава представа за влиянието на временно действащите причини.

За практическото определяне на стойностите на показателите за плавно развитие –  $y_t$  и разликите ( $y - y_t$ ) е необходимо да се извърши **изравняване на динамичните редове**. Същността на изравняването се състои в намиране на теоретична линия, която най-добре съответства на фактическите стойности и при която разликите между фактическите и теоретичните стойности ще бъдат най-малки.

За изравняване на динамичните редове най-често се използват следните подходи:

- **графичен метод**
- **метод на удължаване на периодите**
- **метод на верижните средни**
- **метод на най-малките квадрати**

**Графичният метод** се състои в представяне на фактически наблюдаваните стойности върху координатната система чрез начупена линия, след което свободно с ръка или с помощта на чертожни прибори се очертава права или крива линия –  $y_p$ , която най-добре съответства на фактическите стойности –  $y$ . Отделните точки на линията  $y_t$  характеризират влиянието на трайно действащите причини, а разликите между  $y$  и  $y_t$  – временно действащите причини. Този метод е доста неточен.

**Методът на удължаване на периодите** се състои в обединяване на периодите ( $x$  или  $t$ ) и вместо да се представят стойностите на  $y$  (напр. смъртността в горния пример) за всяка отделна година, времевите интервали могат да се обединят (напр. в 3-годишни интервали) и да се изчисли средна стойност на  $y$  за всеки удължен период и вместо по три отделни точки на диаграмата на разсейване ще има по 1 точка за всеки удължен период. Отново през тези точки се трасира възможно най-точно прилягащата линия ( $y_t$ ). При този подход се изглаждат някои резки колебания между временните интервали и теоретичната линия е по-точна.



**Методът на верижните средни** е още по-точен, тъй като при него се изчислява стойността за първия удължен период (напр., за 3 години), но следващите периоди се застъпват чрез последователно отпадане на първата година в съответен интервал и приемане на следващата. По този начин случайните колебания се изглаждат още по-добре и линията, която ще се трасира след графично изобразяване на верижните средни, ще приляга по-плътно до фактическите данни за зависимата променлива  $y$ .

**Методът на най-малките квадрати** е най-точен сред посочените методи. Същността му е в това да се определят по математически начин стойностите на коефициентите  $a$  и  $b$ , които определят положението на дадена права линия в координатната система. Търси се линия, спрямо която сумата от квадратите на разликите между фактическите и теоретичните стойности е най-малка (от където идва и името *метод на най-малките квадрати*). Стойностите на коефициентите  $a$  и  $b$  се намират чрез решаване на система от уравнения. **Коефициентът  $b$ , наричан коефициент на регресията**, показва с колко се променя (нараства или намалява)  $y$  при промяна на  $x$  с единица, т. е. за всеки следващ временен интервал.

Решаването на уравнението на правата линия  $y = a + bx$  и намирането на стойностите на коефициентите  $a$  и  $b$  позволява да се прогнозира развитието на явленията чрез **метода на екстраполацията**.

Същността на метода на екстраполация се състои в условно продължаване на временните периоди и към стойността на  $y_t$  за последния разглеждан временен интервал (в случая – 10 година) се прибавя последователно стойността на коефициента на регресия  $b$  за всяка следваща година. Съществени условия за точността на прогнозирането по този метод са:

- базисната информация за изучаваното явление да е за достатъчно дълъг период (напр., не по-малко от десет години).
- периодът на прогнозата може да е за максимум половината от броя на базисните временни периоди (години, месеци).

Методологията на моделирането и изравняването чрез метода на най-малките квадрати и прогнозирането ще илюстрираме с данните от **табл. 13.1**.



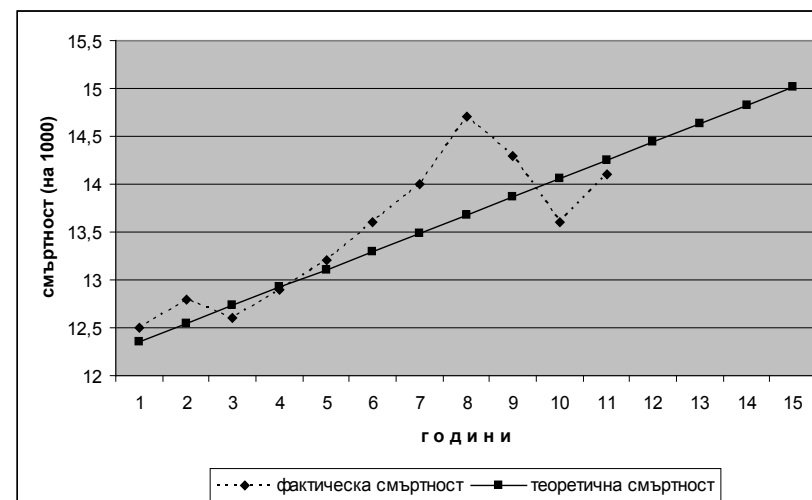
Динамиката на смъртността има възходяща тенденция, която може да се представи с уравнението на права линия:

$$y_t = a + vx,$$

където:  $y_t$  – теоретични (изгладени) стойности на смъртността, които се формират под влияние на трайно действащи (закономерни) причини;  $x(t)$  – номерата на временните периоди (години);  $a$  и  $v$  – стойности, получени след решаване на уравнението на регресията.

Резултатите след решаване на уравнението на регресията са представени на **фиг. 13.1**, като уравнението придобива вида:

$$y_t = 12,35 + 0,19x$$



**Фиг. 13.1. Динамика на смъртността в район А.**  
(фактически  $y$  и изравнени  $y_t$  стойности чрез метода на най-малките квадрати)

Прекъснатата линия показва фактическата смъртност ( $y$ ); непрекъснатата линия ( $y_t$ ) отразява изгладените стойности на смъртността (действието на трайните причини) и прогнозираните за следващите 4 години. Прогнозируемата стойност на смъртността до последната година се получава като към изравнената стойност  $y_t$  за 11-та година се прибавя от 1 до 4 пъти стойността на коефициента  $b$ .



От фигурата се вижда също разликата ( $y$  и  $y_j$ ), която отчита количествено влиянието на случайните (временно действащите) причини и насочва вниманието към търсене на конкретните фактори, довели до съществени отклонения от трайната тенденция в развитието на дадено явление (в случая – общата смъртност).

Както се посочва при разглеждането на регресионния анализ, за да са валидни резултатите от моделираната тенденция и прогнозата, е необходимо да се провери адекватността на модела и значимостта на коефициентите  $a$  и  $b$ . Адекватният модел със значими коефициенти може да служи при вземане на управленски решения в практиката.