

CZU: 330.43:311.3

**MODELAREA ACTUARĂ: ASPECT METODOLOGIC***Iulia CAPRIAN, Iurii CAPRIAN**Universitatea de Stat din Moldova*

În articol sunt specificate un șir de probleme, soluțiile cărora pot fi puse la baza tarifelor pentru serviciile sociale prestate de către structuri actuare; se face o încercare de a folosi lanțurile Markov pentru cuantificarea stării de sănătate a populației umane, clientelă a structurii actuare.

**Cuvinte-cheie:** *actuar, calcule actuare, fond de asigurare, servicii sociale, structuri actuare, eficientizare, metodologie actuară, probabilitate, cheltuieli, lanțurile Markov, starea sănătății, tarife, riscuri, costuri, pierderi, optimizare, criterii.*

**ACTUARIAL MODELING: METHODOLOGICAL ASPECT**

In the article are listed a series of problems. Their solutions can be put at the basis of the tariffs applied for social services, which are provided by the actuarial structures. There is an attempt to use the Markov chains in order to quantify the population health, population being the customer of the actuarial structure.

**Keywords:** *actuary, actuarial calculations, insurance fund, social services, actuarial structure, efficiency, actuarial methodology, probability, expenses, health state, tariffs, costs, loss, criteria, optimization.*

**Introducere**

Bazele teoriei calculelor actuariale au fost puse în secolul XVII în lucrările savanților D.Graunt, Ian de Vitta, E.Vallei. În anul 1962 a fost publicată lucrarea savantului englez D.Graunt. „Studiile naturale și politice efectuate asupra buletinului decesurilor”. El a prelucrat datele despre decesele oamenilor și a desenat tabelul decesurilor. În același timp, savantul olandez Ian de Vitta a publicat lucrarea privind tarifele pentru asigurarea rentei viagere, în care a expus metoda de calcul al primelor de asigurare în dependență de vârsta asiguratului și de normativul sporirii banilor. Dezvoltarea ulterioară a teoriei calculelor actuariale a fost continuată în lucrările astronomului și matematicianului englez E.Vallei. El a definit tabelele principale ale mortalității. Forma de tabele propusă de E.Vallei este aplicată până în prezent. Pe metodologia elaborată de către acesta se bazează modalitățile contemporane de calcul al tarifelor pe asigurarea vieții și a pensiilor complementare. Actualmente, în teoria calculelor actuariale sunt aplicate cele mai noi realizări în matematici și statistici.

**Problemele metodologice**

Problemele calculelor actuariale dețin locul cel mai important în activitatea desfășurată de către asigurător. Importanța calculelor actuariale este determinată de faptul că, de regulă, asigurătorul aplică diverse tipuri de asigurare după conținut și caracter, fapt ce necesită o evaluare matematică, adecvată a angajamentelor asumate prin contractul de asigurare. În procesul de organizare a calculelor actuariale este necesar să fie incluse și unele probleme generale, care nu depind de tipul de asigurare concret. La acestea se atribuie: determinarea primei nete, marja de risc și cheltuielile generale și administrative.

Calculul actuariale reprezintă un proces, în decursul căruia sunt determinate cheltuielile necesare pentru asigurarea obiectului dat. Prin intermediul calculelor actuariale este determinat costul real și costul total al serviciului prestat de către asigurător asiguratului.

*Actuar* este specialist în calcule statistice privitoare la asigurări, la probleme financiare. În scopul de a evita necesitatea de a specifica domeniul în care economistul își desfășoară analizele, calculele și procesele respective frecvent sunt denumite *actuale*.

În formă mai generală, calculele actuariale pot fi prezentate ca un sistem de legi statistice și matematici, care cuantifică relațiile dintre asigurător și asigurat. Cu ajutorul acestor calcule este determinată cota de participație a fiecărui asigurat la constituirea fondului de asigurare; cu alte cuvinte, sunt determinate cuantumul taxelor tarifare [1 p.117]. Serviciile sociale prestate populației de către structurile de asigurări, de regulă, sunt costisitoare. În acest context, firesc e să fie pusă, formulată problema minimizării, optimizării

acestora (a costurilor). Metodele, criteriile, formele de analiză a costurilor serviciilor sociale, inclusiv matematica actuară, constituie știința actuară. Domeniul serviciilor sociale constituie o parte componentă a sistemului socioeconomic unde se intersectează un șir de factori economici, sociali, demografici, legislativi [2]. Fiecare factor își are ponderea sa în procesele de stabilire a costurilor serviciilor sociale. Structurile prestatoare de servicii sociale trebuie să dispună de fonduri financiare de rezervă, de depășire a unor riscuri, de ocolire a unor riscuri potențiale. Obiectul de cercetare pentru matematica actuară – costul serviciilor sociale, care categoric se deosebește de costul produselor industriale, agricole. Cauza este că costul serviciilor sociale depinde de o serie de factori de proveniență exogenă, de evenimente aleatoare care se pot produce sau nu cu o anumită probabilitate. Deci, costul serviciilor sociale poate fi determinat sub forma speranței matematice și acest cost periodic necesită a fi revăzut, actualizat, revăzut, inclusiv cele trei componente (modalitățile de depășire a riscurilor, de ocolire a riscurilor, de creare a fondurilor financiare de rezervă).

Pentru asigurarea funcționării, fiecare structură actuară trebuie să fie dotată cu cel puțin 5 blocuri (Fig.1).

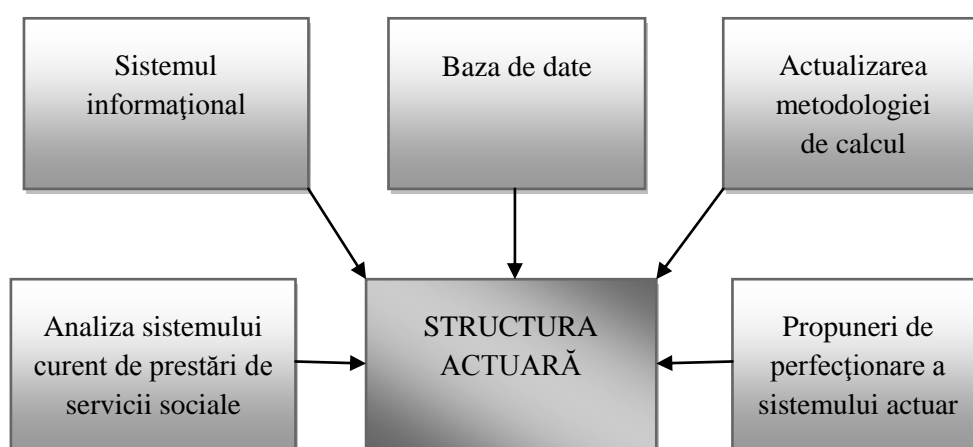


Fig.1. Schema-bloc „Componentele structurii actuare”.

Pentru a-și îndeplini eficient funcțiile, structura actuară este obligată să ducă evidența unor indicatori economici, sociali, demografici. Prognozele, calculele financiare privind cheltuielile generate de prestarea serviciilor sociale, de asigurări pot fi actualizate în baza sistemului informațional, datelor actualizate necesare pentru calcule, perfecționării metodologiei puse la baza efectuării calculelor actuare, analizelor sistemului curent de prestări servicii actuare, de asigurări, propunerilor de perfecționare a sistemului actuar. Sistemul structurilor actuare este și trebuie să fie în permanență actualizat, în același rând modelele matematice de efectuare a calculelor, de elaborare a prognozelor actuare. Prognozele actuare depind de perioadele de timp.

Programele (prognozele) actuare, elaborate pentru perioade de scurtă durată, au un nivel de precizie mult mai ridicat comparativ cu prognozele de lungă durată.

Eficientizarea funcționării actuare se face în baza: analizelor tendințelor demografice și social-economice ale Republicii Moldova; analizei veniturilor, cheltuielilor retro necesare pentru prognozarea acestora; analizei modificărilor legislative legate de prestările sociale și asigurări; elaborării unei baze de date a evoluției indicatorilor statistici; identificării metodelor economico-matematice pentru efectuarea calculelor actuare; studierii soldurilor venituri-cheltuieli; evidențierii deficitelor; studierii propunerilor de modificare a legislației actuare (Fig.2). Elaborarea unei baze de date, la rândul său, se face în baza: evidenței personificate necesare pentru identificarea variantelor de dezvoltare socioeconomică; evidenței prognozelor de reproducere a populației umane în profil teritorial; studierii pieței muncii necesare pentru elaborarea prognozelor de șomaj; studierii nivelului de trai pentru identificarea veniturilor reale ale populației; studierii economiei la nivel macro necesare pentru elaborarea prognozelor actuare; elaborării prognozelor privind numărul populației umane în profilul vârstelor, teritorial (Fig.2).

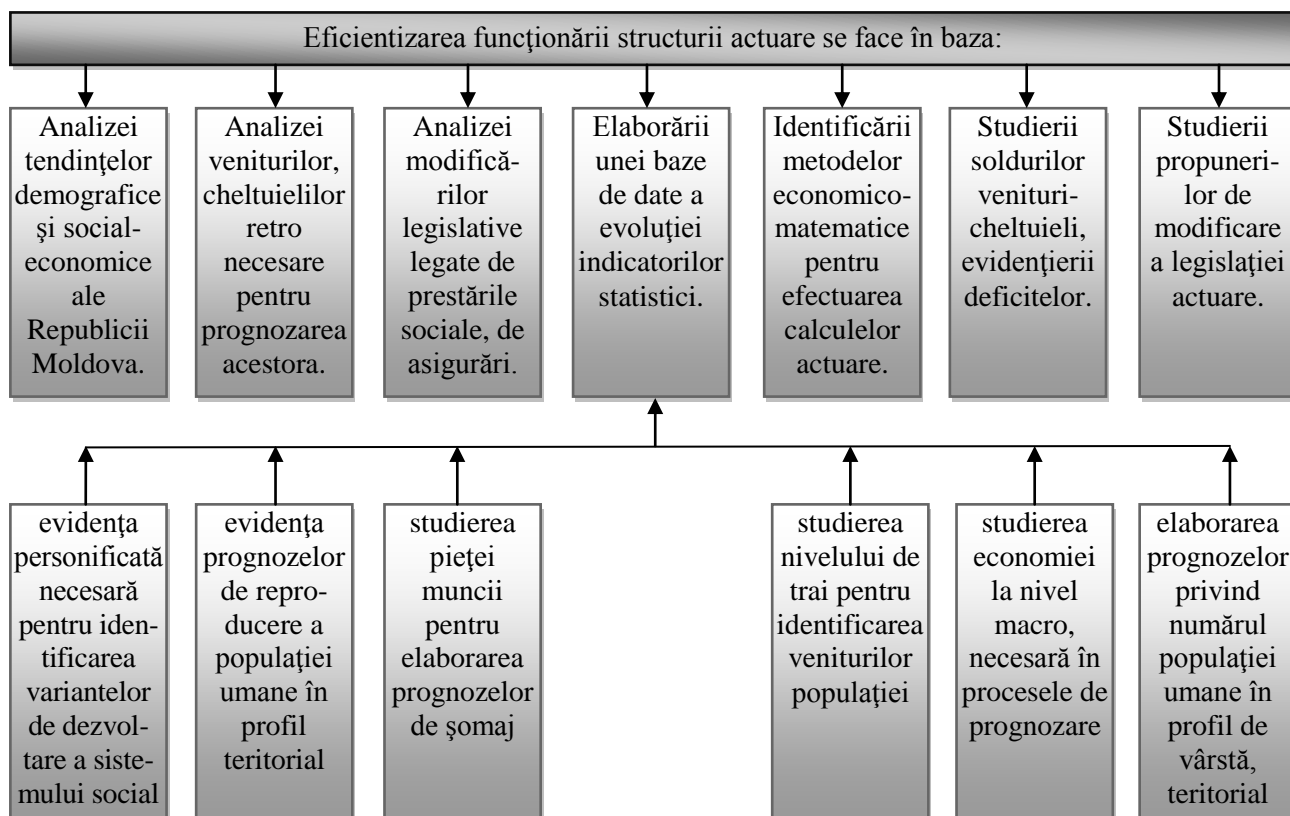


Fig.2. Schema-bloc „Eficientizarea funcționării structurii actuale”.

Metodologia actuară (modelul actuar) trebuie să conțină patru blocuri: colectarea și actualizarea datelor statistice; estimarea nivelului de veridicitate a datelor; analiza experiențelor din exteriorul țării; efectuarea propriilor prognoze actuale (Fig.3).

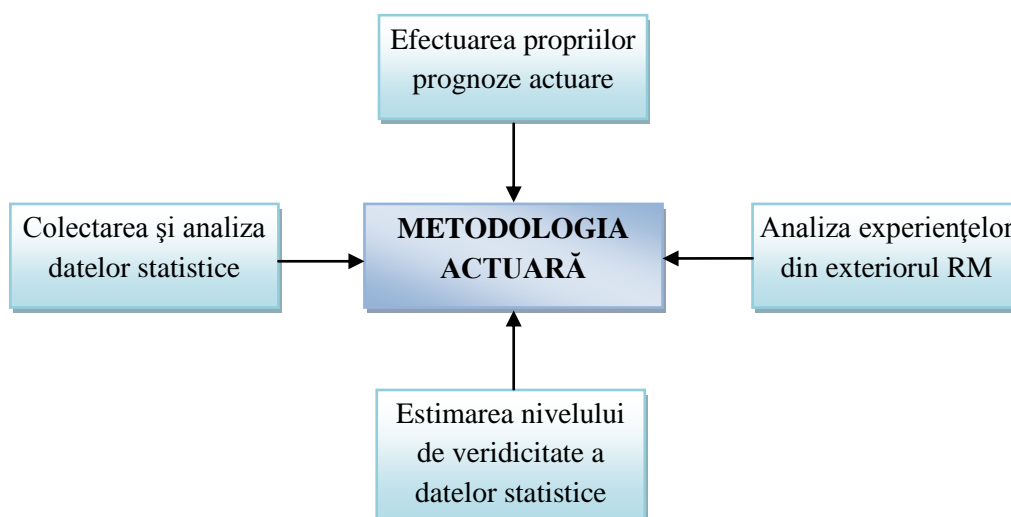


Fig.3. Schema-bloc „Metodologia actuară”.

Funcționarea sistemului actuar poate fi eficientă dacă datele informațiile, datele despre pensiile clienței vor fi veridice; dacă vor fi identificate datele despre ieșirile de pensii înainte sau mai târziu de datele legislative; dacă vor fi identificate deficitul, proficitul fondurilor de pensionare. Un rol important în eficientizarea funcționării structurilor actuale are (în Republica Moldova) Casa Teritorială de Asigurări Sociale. De exemplu, Asociația Oamenilor de Afaceri din Moldova (AOAM), fondată în anul 2010, a fost amendată după ce nu a

depus la timp declarațiile privind calcularea și utilizarea contribuțiilor de asigurări sociale de stat. La 18.07.2016 Casa a stabilit că AOAM a încălcat termenele de prezentare a datelor respective prevăzute de Legea Bugetului de Asigurări Sociale de Stat pentru anul 2015, privind depunerea declarațiilor, calcularea și utilizarea contribuțiilor de asigurări sociale de stat obligatorii pentru luna mai a anului 2016. În urma abaterii respective, a fost întocmit un proces-verbal în baza art.291 alin.(1) din Codul Contravențional. Casa s-a adresat în judecată pentru a sancționa AOAM. Controale similare trebuie să se producă, nu frecvent, ci sistematic. Deci, structurile actuale pot și trebuie să fie abilitate cu dreptul de control.

În principiu, pentru actuarii, asigurările sociale generate de riscurile profesionale constituie probleme complexe ce depășesc problemele de asigurare cu pensii după vârstă. Vârsta de ieșire la pensie este stabilită prin lege; îmbolnăvirea personalului nu poate fi prognozată. Nici evoluția maladiei nu poate fi stabilită cu mare precizie. Astfel de aspect creează pentru calculele actuale anumite incertitudini. Un anumit suport în aceste situații pot oferi metodele programării matematice în condiții de incertitudine totală [3]. Experiența în muncă în cadrul sistemelor actuale și intuiția conduc uneori la alegerea celor mai adecvate metode pentru realizarea unui obiectiv. În măsura în care crește complexitatea problemelor, experiența și intuiția devin insuficiente pentru o alegere judicioasă a celei mai bune soluții. Analiza condițiilor în care se desfășoară un proces conduce de obicei la crearea unor modele care își găsesc o expresie matematică. Modelul unui proces actuar poate fi deterministic sau stohastic, probabilistic. Aceste clase de modele nu diferă ca formă, dar se deosebesc din punctul de vedere al informațiilor pe care le conțin și le pot oferi, precum și din punctul de vedere al interpretării rezultatelor care se obțin cu ajutorul lor. Un model actuar este deterministic, dacă parametrii care caracterizează procesul actuar sunt cunoscuți cu precizia necesară pentru a garanta valabilitatea rezultatelor, iar construcția modelului actuar nu conține niciun factor aleator. Parametrii unui model actuar deterministic sunt valorile medii ale unor variabile aleatoare.

Populația umană pentru care structura actuară prestează servicii sociale, de asigurări, în scopul unei analize matematice, o divizăm în trei grupe după starea de sănătate: (1) bună; (2) stabilă; (3) gravă. În consecință, starea de sănătate a populației din cele trei grupe poate evalua din primul an în anul următor cu anumite probabilități. De exemplu, populația cu starea de sănătate bună în primul an, în anul următor cu o anumită probabilitate: (1) își poate păstra starea bună; (2) poate trece în grupa a doua cu starea de sănătate stabilă; (3) poate trece în grupa a treia cu caracteristica gravă.

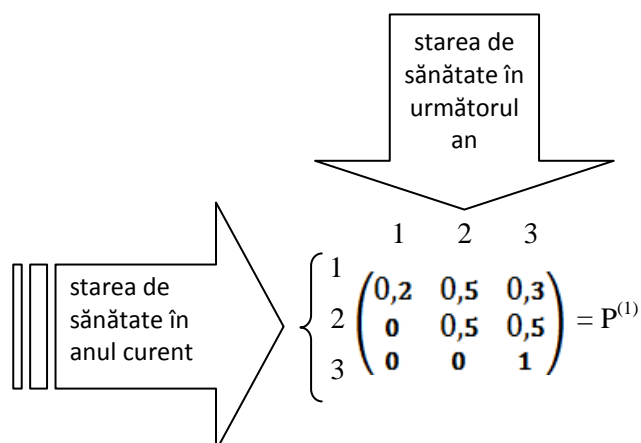
Schimbări similare pot fi întâlnite și pentru grupele (2) și (3). Probabilitățile pot fi scrise sub forma:

$$P^{(2)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0,3 & 0,6 & 0,1 \\ 0,1 & 0,6 & 0,3 \\ 0,05 & 0,4 & 0,55 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

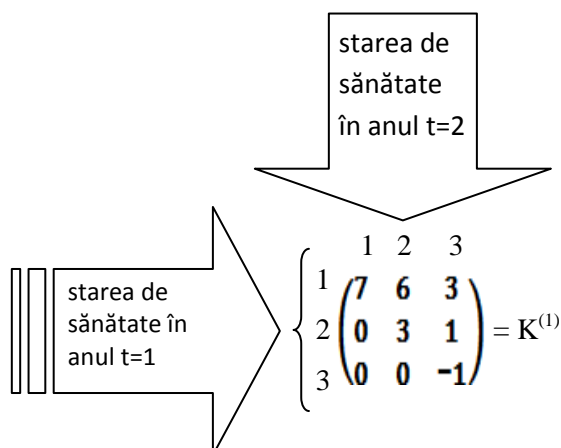
Din expresia (1) citim: în grupa (1) în anul 2 – 30% din populație și-a menținut starea de sănătate „BUNĂ”; 60% – din grupa cu starea de sănătate „BUNĂ” în anul 2 vor fi trecuți în grupa cu starea de sănătate „STABILĂ”; iar 10% – în grupa cu starea de sănătate „GRAVĂ”. Din grupa (2) din anul întâi în anul doi 10% din populație vor avea starea de sănătate „BUNĂ”; 60% – își vor menține starea „STABILĂ” din anul precedent, iar 30% – vor trece în grupa cu calificativul „GRAVĂ”; din grupa (3) – 5% vor primi calificativul stării de sănătate „BUNĂ”; 40% – „STABILĂ” și 55% – calificativul „GRAVĂ”. Structura actuară prestează servicii sociale, deci suportă anumite cheltuieli. Notăm aceste cheltuieli:

$$K^{(2)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 5 & 7 & 11 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Să formulăm problema structurii actuale (SA). Structura actuară prestează servicii sociale financiare. În fiecare an estimează starea de sănătate a populației umane în cele 3 categorii, utilizând calificativele: „BUNĂ”, „STABILĂ”, „GRAVĂ”. Acumulând datele statistice din anii precedenți, SA poate stabili: starea sănătății din anul t depinde de starea de sănătate a populației din anul t-1. Probabilitățile schimbării stării de sănătate în doi ani consecutivi pot fi scrise sub forma „Lanțurile Markov”:



Calificativelor „BUNĂ”, „STABILĂ”, „GRAVĂ” le corespund (sunt codificate) numerele: 1,2,3. Costurile serviciilor sociale prestate de către S.A. depind de starea de sănătate a populației umane, de exemplu, în acești doi ani consecutivi. Pentru anul  $t=1$  cheltuielile S.A. constituie:



Să comparăm elementele matricelor  $K^1$  și  $K^2$ :

$$K^{(1)} = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 3 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}; \quad K^{(2)} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 5 & 7 & 11 \end{pmatrix}$$

Observăm că elementele  $k_{ij}^{(2)}$  ale matricei  $k^2$  constituie cheltuielile S.A. legate de finanțarea serviciilor medicale. Dacă, de exemplu, populația cu calificativul stării de sănătate „BUNĂ” se menține și în următorul an, cheltuielile S.A. se pot reduce până la 2. Matricelor  $k^{(1)}$  și  $k^{(2)}$  le corespund matricele probabilităților  $p^{(1)}$  și  $p^{(2)}$ :

$$P^{(1)} = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,5 & 0,3 \\ 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad P^{(2)} = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,6 & 0,1 \\ 0,1 & 0,6 & 0,3 \\ 0,05 & 0,4 & 0,55 \end{pmatrix}$$

Dacă, de exemplu, strategia S.A. acordă suplimentar finanțe pentru starea de sănătate „GRAVĂ”, atunci matricele probabilităților și ale cheltuielilor vor fi:

$$P = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,5 & 0,3 \\ 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0,05 & 0,4 & 0,55 \end{pmatrix}; \quad K = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 3 \\ 0 & 5 & 1 \\ 5 & 7 & 11 \end{pmatrix}$$

Cheltuielile S.A. vor constitui:

$$k_1 = 0,2 \times 7 + 0,5 \times 6 + 0,3 \times 3 = 1,4 + 3,0 + 0,9 = 2,6$$

$$k_2 = 0 \times 0 + 0,5 \times 5 + 0,5 \times 1 = 0 + 2,5 + 0,5 = 3$$

$$k_3 = 0,05 \times 5 + 0,4 \times 7 + 0,55 \times 11 = 0,25 + 2,8 + 6,05 = 9,1 \text{ Total} = 14,7 \text{ (un. monetare)}$$

Un suport considerabil (un suport matematic) în procesele de determinare a costurilor serviciilor sociale, pot fi lucrările [3-5]. În modelele actuare deterministice S.A. dispune de variabile de decizii care pot lua valori în domeniul determinat de restricțiile legislative, de disponibilitatea de fonduri financiare. Decizia adoptată de S.A. este prognoza (programul, planul) care satisface restricțiile problemei și corespunde criteriului de optimizare ales, exprimat prin funcția obiectivă. În modelele actuare stochastice unii dintre parametri sau toți parametrii sunt variabile aleatoare care nu pot fi înlocuite prin valorile medii, fie pentru că aceste valori nu sunt cunoscute, fie pentru că înlocuirea lor ar face ca informațiile obținute prin rezolvarea modelului actuar să se îndepărteze de realitate. În aceste cazuri, deciziile S.A. care trebuie luate depind de variabilele aleatoare din modelul actuar. Se poate admite că repartiția variabilelor aleatoare, care constituie parametrii unui model actuar, nu este cunoscută. Astfel de probleme sunt tratate în programarea matematică sub denumirea de „incertitudini” [3]. Dacă S.A. dispune de informații suficiente numai asupra unor dintre operații incluse în modelul actuar, astfel încât se cunosc repartițiile unor dintre variabilele aleatoare implicate, modelul actuar se încadrează în cazurile de incertitudine parțială [4]. Dacă se cunosc repartițiile tuturor variabilelor aleatoare, atunci modelul actuar se încadrează în programarea stochastică [5]. S.A. trebuie să-și elaboreze un program de finanțare a serviciilor sociale, de asigurări.

În sistemele de modele actuare un rol deosebit are criteriul de optimizare. La baza criteriului sunt puse un șir de costuri, date despre perioadele potențiale; inclusiv costurile riscurilor sociale; locul de muncă, funcția victimei; lista riscurilor sociale potențiale în profilul funcțiilor victimelor, teritorial, de timp; lista întâmplărilor în profil teritorial, de timp; volumul pierderilor potențiale; modalitățile de ocolire a riscurilor potențiale; costul pierderilor; volumul maxim de pierderi care pot fi restituite; probabilitățile timpului în care pot apărea riscuri sociale etc. (Fig.4).

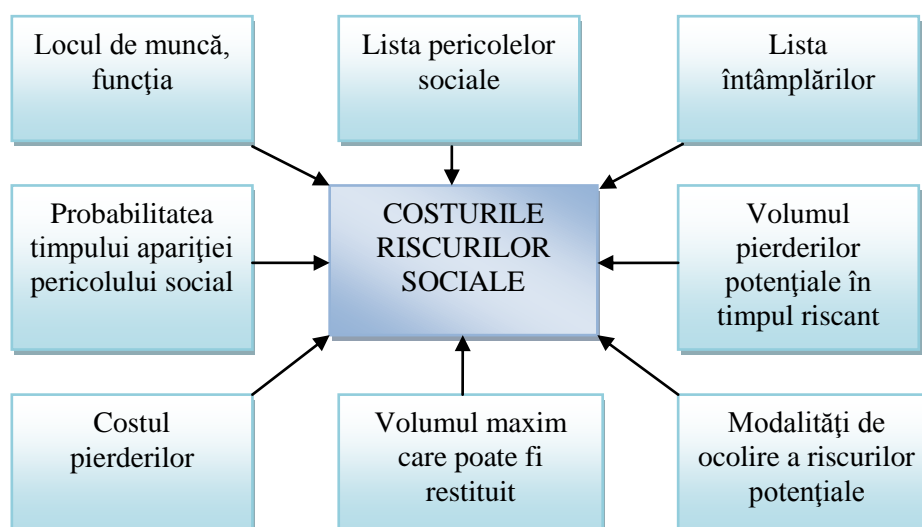


Fig.4. Schema-bloc „Costurile riscurilor sociale”.

Structura actuară prestează partea financiară a serviciilor sociale pentru clientela sa. Tariful, destinat acoperirii cheltuielilor pentru serviciile sociale, necesare subiectului asigurat, este elaborat în baza: pașaportului social al subiectului asigurat (genul, vârsta, studiile, profesia, venitul, funcția la serviciu); analizei riscurilor sociale, a metodelor de ocolire a riscurilor potențiale; satisfacerii consumului de bunuri de primă necesitate; analizei cererii la serviciile sociale; eficientizării funcționării structurii actuare; listei serviciilor sociale pentru subiecții asigurați; calculului „eforturilor” financiare, efectelor; selectării metodei de calcul al tarifului; calculului pentru determinarea nivelului de inflație; clasificării cheltuielilor structurii actuare în cheltuieli constante și cheltuieli variabile (Fig.5).

Potrivit datelor BNS al Republicii Moldova, valoarea minimumului de existență pentru populație din orașele Chișinău, Bălți este de 1972 lei, cu 12,2% mai mult față de alte orașe (1758 lei). Pe categorii de populație, valoarea maximă a minimumului de existență revine populației cu vârsta aptă de muncă (1926 lei), bărbaților (2082 lei). Minimumul de existență pentru copii constituie în medie 1716 lei lunar. În prima jumătate a anului



2016 salariul mediu lunar pe economie al unui angajat a însumat 4836 lei. Pentru pensionari minimul de existență a constituit 1524 lei, pensia medie lunară este de 1279 lei. Deci, structurile actuare, elaborând tarifele financiare pentru serviciile sociale acordate, trebuie să țină cont și de datele BNS în acest domeniu. Subiectul nu trebuie să fie asigurat cu consumul de bunuri și servicii sub nivel mediu.

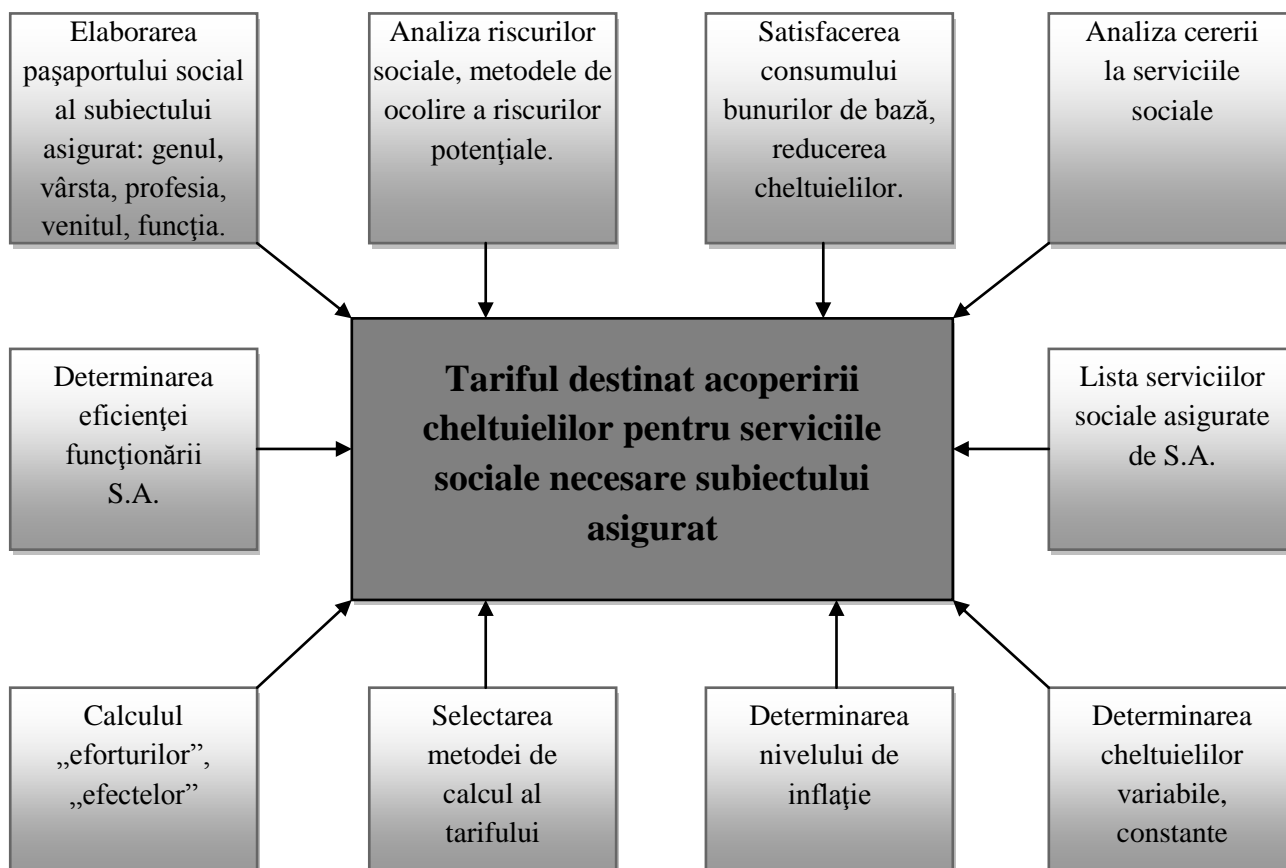


Fig.5. Schema-bloc „Tariful structurii actuare”.

### Concluzii

Activitățile structurii actuare sunt de o importanță socială deosebită. În acest context, trebuie de subliniat și importanța economică a prestațiilor financiare ale structurilor actuare. Asigurații, clientela structurilor actuare, fiind susținuți financiar de către structurile actuare în baza tarifelor, în baza legislației RM, contribuie la creșterea cererii pe piața de bunuri și servicii medicale. Cererea, știut e, contribuie la creșterea activităților productive, la ameliorarea economiei țării. În condițiile economiei de piață, nu întotdeauna problemele personale ale omului (sănătatea, capacitatea de muncă, vârstă etc.) sunt pe primul plan; profitul – important; omul – secund. În aceste condiții, sistemele actuare vin cu propuneri pentru soluționarea, în caz de necesitate, a problemelor personale ale omului. Structurile actuare, de regulă, nu sunt „omogene”, comun pentru acestea sunt legislația și obligațiunile și drepturile subiectului asigurat. Metodologiile de calcul al tarifelor pentru prestarea financiară a serviciilor sociale nu întotdeauna sunt identice. Perfecționarea și popularitatea metodologiei pentru structurile actuare sunt tratări științifico-practice mult necesare.

Serviciile sociale acordate de către structurile actuare trebuie să fie de calitate, inclusiv pentru copiii din Republica Moldova. Astfel de scopuri își propune Consiliul Național Consultativ al Copiilor, creat de către Ministerul Muncii, Protecției Sociale și Familiei în anul 2015. Consiliul este o formă de control al activităților structurilor actuare din Republica Moldova. În Consiliu activează 30 de copii din toate raioanele țării. Copiii din Consiliu aduc mesaje de la semenii lor, de la colegii de clasă, pentru ca politicile structurilor actuare să fie mai aproape de necesitățile și dorințele copiilor.

**Referințe:**

1. FOTESCU, S. *Inițiere în asigurări*. Chișinău, 2003, p.4.
2. ULIAN, G., CAPRIAN, Iu, VIȘANU, T. Piața de asigurări în Republica Moldova. În: *Studia Universitatis. Seria Științe exacte și economice*. Chișinău: CEP USM, 2012, nr.7(57), p.161-166.
3. MAXIMILIAN, S. *Modelarea proceselor economice*. Chișinău: CEP USM, 2013.
4. TAHA A., Hamdy. *Operations Research*. London, 1982.
5. MIHOC, G., MĂDEJDE, I. *Programarea matematică, programarea stocastică*. București, 1962.

*Prezentat la 21.08.2016*