



# ՏՆՏԵՍԱՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄ

## ԱԼԲԵՐՏ ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՀՊՏՀ տնտեսական ինֆորմատիկայի և տեղեկատվական համակարգերի ամբիոնի ասպիրանտ

### ՀՀ-ՈՒՄ ՆՈՐԱՄՈՒԾԱԿԱՆ ԳՈՐԾՆԹԱՑՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԼԱՏԵՆՏ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ազգային տնտեսությունում նորամուծական գործընթացների քանակական գնահատումը առանցքային նշանակություն ունի վերջիններիս ուսումնասիրության, ինչպես նաև ազգային նորամուծական քաղաքականության մշակման համար: Հաշվի առնելով նորամուծական գործընթացների մոդելավորման մի շարք խնդիրներ՝ ներկայացվում է նոր մոտեցում՝ հիմնված դինամիկ գործոնային վերլուծության վրա, որը թույլ է տալիս նորամուծական գործընթացը դիտարկել որպես չդիտարկվող և նկարագրել լատենտ փոփոխականների միջոցով:

**Հիմնաբառեր.** նորամուծական գործընթացներ, դինամիկ գործոնային մոդելավորում, լատենտ գործընթացներ, նորամուծական գործընթացների գնահատում

JEL: R11, R12, O30, O31

Նորամուծական գործընթացների մասին պատկերացում ունենալու, ինչպես նաև արդյունավետ նորամուծական քաղաքականության մշակման համար համապատասխան գործընթացների մոդելավորումը և գնահատումը առանցքային նշանակություն ունեն ազգային տնտեսության մակարդակում:

Ազգային մակարդակում նորամուծական գործընթացների մոդելավորման համար պետք է հաշվի առնել այն հանգամանքը, որ, անկախ տնտեսության առանձնահատկություններից և առկա տեղեկատվական բազայից, չկա որևէ ցուցանիշ, որը կբնութագրի նորամուծական գործընթացներն ամբողջու-

թյամբ: Որպես կանոն, վերջիններս շեշտադրում են նորամուծական գործընթացների առանձին կողմերը:

Այս համատեքստում՝ ազգային տնտեսությունում նորամուծական գործընթացների և տնտեսության կապի մոդելավորումը բավականին բարդ խնդիր է: Բարդությունն այն է, որ, ի տարբերություն այլ տնտեսական գործընթացների, այս պարագայում անկախ փոփոխականը, որը բնութագրում է նորամուծական գործընթացը, ուղղակիորեն դիտարկելի չէ:

Հիմնվելով վերոնշյալի վրա՝ ազգային մակարդակում նորամուծական գործընթացը կարելի է համարել ուղղակիորեն չդիտարկելի, որն անուղղակիորեն կարելի է չափել այլ դիտարկելի և առավել պարզ գործընթացներով:

Տնտեսագիտության մեջ և ընդհանրապես հասարակական գիտություններում այսպիսի խնդիրները բազմաթիվ են: Տնտեսագիտական հետազոտություններում, օրինակ, նման դասի խնդիրներից է մարդկային կապիտալի կամ ստվերային տնտեսության գնահատումը:

Այս դասի խնդիրների պարագայում կիրառելի է, այսպես կոչված, լատենտ փոփոխականի մոդելավորման մոտեցումը<sup>1</sup>: Լատենտ ասելով հասկանում ենք այնպիսի փոփոխական, որը հնարավոր չէ ուղղակիորեն չափել: Լատենտ փոփոխականի մասին պատկերացում կազմելու համար, համաձայն վերոնշյալ մոտեցման, օգտագործում ենք այլ՝ ուղղակիորեն չափելի փոփոխականներ:

Դինամիկ գործոնային վերլուծություններն ի սկզբանե օգտագործվել են տնտեսական ցուցանիշների ժամանակային շարքերի ուսումնասիրման համար: Դրանից զատ, դրանք կիրառվել են մի շարք այլ ոլորտներում՝ հոգեբանություն, հիդրոլոգիա, օվկիանոսային ուսումնասիրություններ և այլն:

Դինամիկ գործոնային վերլուծությանն առաջին անգամ անդրադարձել է Գեուեկեն<sup>2</sup>: Մեթոդի նպատակը բազմաչափ ժամանակային շարքերի հիմքում առկա ընդհանուր գործընթացները կամ, այլ կերպ ասած, լատենտ ազդեցություններն են: Ավելին, համաձայն Զուրի մոտեցման<sup>3</sup>, մոդելի մեջ որպես անկախ փոփոխականներ կարելի է ներառել նաև այլ՝ դիտարկելի բացատրող փոփոխականներ: Դինամիկ գործոնային վերլուծությունը նման է գործոնային վերլուծությանը, սակայն, ի տարբերություն վերջինիս, այն հաշվի է առնում շարքերում ժամանակային բաղկացուցիչը և թույլ է տալիս մոդելում օգտագործել նաև ոչ ստացիոնար ժամանակային շարքեր:

Դինամիկ գործոնային վերլուծությունը հիմնվում է կառուցվածքային ժամանակային շարքերի մոդելի վրա<sup>4</sup>, որը թույլ է տալիս ժամանակային շարքը տրոհել մի շարք բաղկացուցիչների: Ժամանակային շարքերի դինամիկական մոդելավորվում է որպես պատահական տատանում (Random Walk model): Ունենք կախյալ  $y_t$  փոփոխական,  $t = 1, \dots, T$ : Պարզագույն կառուցվածքային ժամանակային շարքի մոդելը նկարագրվում է հետևյալ ձևով՝

<sup>1</sup> Տե՛ս **Bartholomew D. J. and Knott M.**, Latent Variable Models and Factor Analysis. London: Arnold Publishers, 1999, էջ 19–44:

<sup>2</sup> Տե՛ս **Geweke J.F.**, The dynamic factor analysis of economic time series models. In: Aigner D.J., Goldberger A.S. (Eds.), Latent Variables in Socio-economic Models. Amsterdam, North-Holland, 1977, էջ 365–382:

<sup>3</sup> Տե՛ս **Zuur Alain, Tuck Ian & Bailey N.**, Dynamic factor analysis to estimate common trends in fisheries time series. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003, էջ 543:

<sup>4</sup> Տե՛ս A.S. (Eds.), Latent Variables in Socio-economic Models. Amsterdam, North-Holland, էջ 365–382: Harvey A.C., Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. Cambridge University Press. 1989:

$$y_t = \alpha_t + \varepsilon_t$$

$$\alpha_t = \alpha_{t-1} + \eta_t$$

որտեղ  $\alpha_t$ -ն ներկայացնում է անհայտ միտումը  $t$  ժամանակահատվածում: Ենթադրվում է, որ  $\varepsilon_t \sim N(0, h)$ ,  $\eta_t \sim N(0, q)$ ,  $\alpha_0 \sim N(\alpha_0, v_0)$ : Ենթադրվում է նաև, որ  $\varepsilon_t$ ,  $\eta_t$  և  $\alpha_0$  իրարից անկախ են:

Դինամիկ գործոնային մոդելի ամբողջական տեսքը հետևյալն է՝<sup>5</sup>

$$y_n(t) = \sum_{m=1}^M \varpi_{m,n} x_{m,n}(t) + \mu_n(t) + \sum_{k=1}^K \beta_{k,n} v_k(t) + \varepsilon_n(t)$$

$$x_{m,n}(t) = x_{m,n}(t-1) + w_{m,n}(t)$$

որտեղ՝  $y_n(t)$ -ն  $n$ -րդ դիտարկելի փոփոխականի արժեքն է  $t$ -րդ ժամանակահատվածում,  $x_{m,n}(t)$ -ն՝  $n$ -րդ ոչ դիտարկելի կամ լատենտ փոփոխականի արժեքը  $t$ -րդ ժամանակահատվածում,  $\varpi_{m,n}$ -ն ներկայացնում է լատենտ փոփոխականների անհայտ գործակիցները,  $\mu_n(t)$ -ն հավասարումների հաստատուն բաղադրիչն է,  $\beta_{k,n}$ -ն՝  $v_k(t)$  բացատրող (դիտարկելի) փոփոխականների ռեգրեսիոն գործակիցները:  $\varepsilon_n(t)$ -ն և  $w_{m,n}(t)$ -ը ներկայացնում են մոդելի սխալի բաղկացուցիչը:

Մեր առջև դրված խնդրի շրջանակներում բացակայում է բացատրող փոփոխականների բաղկացուցիչը: Համաձայն Ջուրի սպասումների՝ մաքսիմալացման ալգորիթմն առավել արդյունավետ կլինի, եթե  $x_{m,n}(t)$  ժամանակային շարքերի մաթեմատիկական սպասումը սահմանվի 0<sup>6</sup>: Այս դեպքում վերանում է  $\mu_n(t)$  բաղադրիչը: Արդյունքում՝ ստացված մոդելը մատրիցներով նկարագրելու պարագայում կստացվի հետևյալ պատկերը.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varpi_{11} & \varpi_{12} & \varpi_{13} & \dots & \varpi_{1M} \\ \varpi_{21} & \varpi_{22} & \varpi_{23} & \dots & \varpi_{2M} \\ \varpi_{31} & \varpi_{32} & \varpi_{33} & \dots & \varpi_{3M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \varpi_{n1} & \varpi_{n2} & \varpi_{n3} & \dots & \varpi_{nM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_{Mn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{Mn} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{1r} \\ x_{2r} \\ x_{3r} \\ \vdots \\ x_{Mr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1r-1} \\ x_{2r-1} \\ x_{3r-1} \\ \vdots \\ x_{Mr-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_{1r} \\ w_{2r} \\ w_{3r} \\ \vdots \\ w_{Mr} \end{bmatrix}$$

որտեղ՝

<sup>5</sup> Տե՛ս **Ritter A., Muñoz-Carpena R.**, Dynamic factor modeling of ground and surface water levels in an agricultural area adjacent to Everglades National Park, Journal of Hydrology, Volume 317, Issues 3–4, 2006, էջ 340–354:

<sup>6</sup> Տե՛ս **Holmes E. E., Ward E. J. and Wills K.**, MARSS: multivariate autoregressive state-space models for analyzing time-series data. R Journal, 2012, էջ 12–13:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{2n} \end{bmatrix} \sim MVN \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$$

$$\begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ W_{2n} \end{bmatrix} \sim MVN \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \dots & \gamma_{1,2n} \\ 0 & \gamma_{22} & \gamma_{23} & \dots & \gamma_{2,2n} \\ 0 & \gamma_{32} & \gamma_{33} & \dots & \gamma_{3,2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \gamma_{n3} & \dots & \gamma_{n,2n} \end{bmatrix} \right)$$

Այսպիսով՝ մոդելի երկու սխալների բաղադրիչներն ունեն բազմաչափ նորմալ բաշխում, ընդ որում,  $w_t$ -ի բաշխման կովարիացիոն մատրիցը սահմանված է: Վերջինիս մասով կան մի շարք տարբերակներ: Այսպես՝

1. Սխալների վարիացիաները հավասար են, և բացակայում են կովարիացիաները:
2. Սխալներն ունեն տարբեր վարիացիաներ, և բացակայում են կովարիացիաները:
3. Հավասար վարիացիաներ և կովարիացիաներ:
4. Տարբեր վարիացիաներ և կովարիացիաներ (չկան սահմանափակումներ):

Համաձայն Ջուրի<sup>7</sup>  $x_t$  վեկտորի սկզբնական վիճակը սահմանվում է հետևյալ կերպ՝

$$x_0 \sim MVN \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 5 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 5 \end{bmatrix} \right)$$

որտեղ  $x_0$ -ն բաշխված է բազմաչափ նորմալ բաշխման օրենքով, որը բնութագրվում է 0 միջինով և բավականաչափ մեծ վարիացիաներով ու 0 կովարիացիաներով մատրիցով:

Այսպիսով՝ մոդելի առանցքային պարամետրերն են.

1. Լատենտ փոփոխականների քանակը: Նշենք, որ գոյություն չունի որևէ վերլուծական մեթոդ, որը հնարավորություն տա միանշանակորեն որոշելու լատենտ փոփոխականների օպտիմալ քանակը: Գործնականում դա ընտրվում է ինչպես ֆորմալ քանակական մեթոդներով, օրինակ՝ Ակայեի ինֆորմացիոն չափանիշով<sup>8</sup> (AIC), այնպես էլ ստացված արդյունքների մեկնաբանելիությամբ:
2. Սխալների բաշխման կառուցվածքը:

<sup>7</sup> St'u Zuur A. F., Fryer R. J., Jolliffe I. T., Dekker R. and Beukema J. J., Estimating common trends in multivariate time series using dynamic factor analysis. *Environmetrics*, 14(7), 2003, էջ 665–685:

<sup>8</sup> St'u Akaike H., A new look at the statistical model identification, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19 (6), 1974, էջ 716–723:

Մոդելում անհայտ պարամետրերը գնահատվում են սպասումների մաքսիմալացման (Expectation Maximization) ալգորիթմով<sup>9</sup>:

Այս մոտեցմամբ դինամիկ գործոնային վերլուծությունը հասանելի է Brodgar կոմերցիոն կիրառական ծրագրային փաթեթում, ինչպես նաև ոչ կոմերցիոն R վիճակագրական լեզվի<sup>10</sup> «MARSS» (Multivariate Autoregressive State Space)<sup>11</sup> փաթեթում:

Մոդելի տեղեկատվական հիմք են համարվում Ազգային վիճակագրական ծառայության<sup>12</sup>, Համաշխարհային տնտեսական ֆորումի<sup>13</sup>, Համաշխարհային բանկի<sup>14</sup>, «Հերիթեջ» հիմնադրամի<sup>15</sup> տրամադրած՝ Հայաստանին վերաբերող ժամանակային շարքերը: Ստորև ներկայացված են կիրառվող շարքերը և դրանց աղբյուրները: Շարքերի ընտրության սահմանափակումն այն է, որ վերջիններս, ըստ տարվա կամ եռամսյակների, հասանելի լինեն 2007–2017 թթ. համար:

Վերոնշյալ շարքերի հիմնական մասը հասանելի է տարեկան կտրվածքով: Բավականաչափ դիտարկումներ ապահովելու և վերջիններիս եռամսյակային հասանելի շարքերին համապատասխանեցնելու համար կիրառել ենք ժամանակային շարքերի դեկոմպոզիցիայի մեթոդը, մասնավորապես՝ Boot-Feibes-Lisman<sup>16</sup> (BFL) մոտեցմամբ:

Մեթոդի հիմքում առկա սկզբունքը ժամանակաշրջանների միջև փոփոխությունները նվազագույնի հասցնելն է՝ հաշվի առնելով տարեկան տվյալների սահմանափակումները: Մեթոդի նպատակային ֆունկցիան ունի հետևյալ տեսքը՝

$$P(x) = \sum_{t=2}^T (x_t - x_{t-1})^2 \rightarrow Max$$

Այս մեթոդով ժամանակային շարքերի դեկոմպոզիցիան իրականացվել է R վիճակագրական լեզվի «tsdissag2» փաթեթի<sup>17</sup> միջոցով:

Լավագույն մոդելի ընտրության համար գնահատվել են 2–4 լատենտ գործոնների և սխալների բաշխման տարբերակների բոլոր հնարավոր զույգերը: Համաձայն Ակայկեր ինֆորմացիոն չափանիշի՝ լավագույն արդյունքը ստացվում է՝ օգտագործելով սխալների բաշխման առանց սահմանափակումների կովարիացիոն մատրիցով և 4 լատենտ գործընթացներով մոդելը:

Լատենտ շարքերը ստանալուց հետո անհրաժեշտ է դրանք մեկնաբանել: Որպեսզի բացատրելի լինեն ստացված լատենտ շարքերը, վերջիններս ենթարկում ենք պտտման կամ ճշգրտման: Այս խնդրի լուծման համար առա-

<sup>9</sup> St'u Zuur A. F., Fryer R. J., Jolliffe I. T., Dekker R. and Beukema J. J., Estimating common trends in multivariate time series using dynamic factor analysis. *Environmetrics*, 14(7), 2003, էջ 665–685:

<sup>10</sup> St'u <https://www.r-project.org/>

<sup>11</sup> St'u Holmes E. E., Ward E. J. and Scheuerell M. D., Analysis of multivariate timeseries using the MARSS package, March 30, 2018, Northwest Fisheries Science Center, NOAA: <https://cran.r-project.org/web/packages/MARSS/index.html>

<sup>12</sup> St'u <http://www.armstat.am/>

<sup>13</sup> St'u <https://www.weforum.org/>

<sup>14</sup> St'u <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/armenia>

<sup>15</sup> St'u <https://www.heritage.org/index/>

<sup>16</sup> St'u Boot J., Feibes W. and Lisman J., Further methods of derivation of quarterly figures from annual data, *Cahiers Economiques de Bruxelles*, 36, 1967, էջ 539–546:

<sup>17</sup> St'u <https://cran.r-project.org/web/packages/tsdisagg2/index.html>

վել կիրառելի է VARIMAX ալգորիթմը<sup>18</sup>, որը բացատրվում է այսպես. հետևյալ երկու մոդելները համարժեք են՝

$$x_t = x_{t-1} + w_t$$

$$y_t = Zx_t + \varepsilon_t$$

և

$$Hx_t = Hx_{t-1} + Hw_t$$

$$y_t = ZH^{-1}x_t + \varepsilon_t$$

VARIMAX ալգորիթմի նպատակն է գտնել այնպիսի  $m \times m$  չափի  $H$  պտտման մատրից, որի դեպքում  $Z$  մատրիցի գործակիցները կունենան առավելագույն վարիացիա: Ստորև ներկայացված են ստացված կոռելյացիոն գործակիցները դիտարկելի փոփոխականների և լատենտ գործընթացների միջև: Գործընթացները մեկնաբանելու համար առավելապես հաշվի են առնվել դիտարկելի փոփոխականների վրա վերջիններիս դրական ազդեցությունները:

Աղյուսակ 1

Լատենտ գործընթացների ազդեցությունը դիտարկելի փոփոխականների վրա

Դիտարկելի փոփոխականներ	S<S	Գիտություն	Շուկա	Ինստիտուտներ
SS աշխատուժ	0.37098977	0.31627458	0.062055502	0.04824405
SS արտադրության ծավալներ	0.34654777	0.29114749	0.049727969	0.0257277
S<S կազմակերպությունների քանակ	0.34033303	0.20721556	0.020124404	0.02627517
Նորագույն տեխնոլոգիաների հասանելիություն	0.33945677	-0.07735197	0.034268237	-0.026297
Բարձրագույն կրթության որակ	0.33037407	0.02895113	0.070755879	-0.04508076
Նորամուծական կարողություն	0.32181217	0.27288154	0.009304622	-0.01036773
R&D ոլորտում համալսարան –կազմակերպություններ համագործակցություն	0.3211058	0.08501335	0.025695859	-0.02357315
Ապրանքների շուկայի արդյունավետություն	0.31653438	0.17528328	0.349089777	-0.07331508
Բիզնեսի զարգացվածություն	0.30436836	0.1551652	0.210699546	-0.02752351
Կազմակերպությունների R&D ծախսեր	0.25901321	0.37062691	0.17892508	-0.02835458
Պետության կողմից տեխնոլոգիական արտադրանքի գնում	0.18091952	0.30024086	0.436958982	0.12165116
Ինստիտուցիոնալ զարգացում	0.11905524	0.13440556	0.206997559	0.30543565
Գիտնականների և ինժեներների հասանելիություն	0.10707241	0.41296235	0.185980566	0.04503793
Ֆինանսական համակարգի զարգացվածություն	0.10507797	0.07125601	0.47857909	0.17027415
Կազմակերպությունների կողմից տեխնոլոգիաների յուրացում	0.09128109	0.28710617	0.418130012	0.29213151
Գիտական կառույցների որակ	0.01596287	0.48487836	0.105832579	0.0549497
Տնտեսական ազատության համաթիվ	-0.02873044	0.16539559	0.088058126	0.37621502
Աշխատուժի արդյունավետություն	-0.1072763	-0.11935278	0.148439638	0.316459

<sup>18</sup> Տե՛ս **Herve Abdi**, Factor Rotations in Factor Analyses. Encyclopedia of social sciences research methods, 2003:

Վերլուծելով բացահայտված լատենտ գործընթացները և դիտարկելի փոփոխականների վրա վերջիններիս ունեցած ազդեցությունը՝ ստացվում են հետևյալ շարքերը.



**Պճապատկեր 1. Լատենտ նորամուծական գործընթացների դինամիկան ՀՀ-ում 2007–2017 թթ.**

Ինչպես երևում է գճապատկերից, առավել մեծ տեմպերով աճում է որպես SLS բնութագրվող գործընթացը, մնացած 3-ը համեմատաբար կայուն են: Վերոնշյալից կարելի է ենթադրել, որ ՀՀ-ում նորամուծական զարգացումը հիմնականում տեղի է ունեցել տեխնոլոգիական առումով:

Այսպիսով՝ ելնելով վերը նկարագրված մոդելից և մոդելի լուծման արդյունքներից, ՀՀ-ում նորամուծական համակարգը կարելի է բնութագրել 4 նորամուծական գործընթացներով: Նորամուծական գործընթացների շարժը գնահատելու համար նպատակահարմար է կիրառել լատենտ մոդելավորման մոտեցումը, մասնավորապես՝ դինամիկ գործոնային մոդելավորումն ըստ Ջուրի, համաձայն որի դիտարկելի շարքերը կարող են ունենալ սեզոնայնություն, ինչպես նաև լինել ոչ ստացիոնար: Այդ դիտարկումը թույլ է տալիս գնահատել դինամիկ լատենտ գործոններ՝ շարքերի վրա չիրականացնելով այլ տրանսֆորմացիաներ: Գնահատված լատենտ շարքերը կիրառելի են «նորամուծություն – տնտեսություն» փոխկապակցվածությունը մոդելավորելու համար, քանի որ այս մեթոդի կիրառման դեպքում հնարավորություն է ստեղծվում դիտարկելի և պարզ ցուցանիշների միջոցով նկարագրելու նորամուծական բարդ և ինտեգրալ գործընթացներ: Ներկայացված մեթոդաբանությունը նորամուծական գործընթացների մոդելավորման տեսանկյունից լուծում է երկու խնդիր՝ նորամուծական գործընթացներն առավել ամբողջական բնութագրող շարքերի գնահատում, ինչպես նաև տնտեսագիտական մոդելներում նորամուծական գործընթացների ներկայացման չափողականության նվազեցում:

## Օգտագործված գրականություն

1. Bartholomew D. J. and Knott M., Latent Variable Models and Factor Analysis. London: Arnold Publishers, 1999.
2. Geweke J.F., The dynamic factor analysis of economic time series models. In: Aigner D.J., Goldberger A.S. (Eds.), Latent Variables in Socio-economic Models. Amsterdam, North-Holland, 1977.
3. Zuur Alain, Tuck Ian & Bailey N., Dynamic factor analysis to estimate common trends in fisheries time series. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003.
4. A.S. (Eds.), Latent Variables in Socio-economic Models. Amsterdam, North-Holland. Harvey A.C., Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. Cambridge University Press, 1989.
5. Ritter A., Muñoz-Carpena R., Dynamic factor modeling of ground and surface water levels in an agricultural area adjacent to Everglades National Park, Journal of Hydrology, Volume 317, Issues 3–4, 2006.
6. Holmes E. E., Ward E. J. and Wills K., MARSS: multivariate autoregressive state-space models for analyzing time-series data. R Journal, 2012.
7. Zuur A. F., Fryer R. J., Jolliffe I. T., Dekker R. and Beukema J. J., Estimating common trends in multivariate time series using dynamic factor analysis. Environmetrics, 14(7), 2003.
8. Akaike H., A new look at the statistical model identification, IEEE Transactions on Automatic Control, 19 (6), 1974.
9. Zuur A. F., Fryer R. J., Jolliffe I. T., Dekker R. and Beukema J. J., Estimating common trends in multivariate time series using dynamic factor analysis. Environmetrics, 14(7), 2003.
10. Holmes E. E., Ward E. J. and Scheuerell M. D., Analysis of multivariate timeseries using the MARSS package, March 30, 2018, Northwest Fisheries Science Center, NOAA.
11. Boot J., Feibes W. and Lisman J., Further methods of derivation of quarterly figures from annual data, Cahiers Economiques de Bruxelles, 36, 1967.
12. Herve Abdi, Factor Rotations in Factor Analyses. Encyclopedia of social sciences research methods, 2003.
13. <https://cran.r-project.org/web/packages/tsdisagg2/index.html>
14. <https://www.r-project.org/>
15. <https://cran.r-project.org/web/packages/MARSS/index.html>
16. <http://www.armstat.am/>
17. <https://www.weforum.org/>
18. <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/armenia>
19. <https://www.heritage.org/index/>



**АЛЬБЕРТ САРГСЯН**

*Аспирант кафедры экономической информатики и информационных систем АГЭУ*

***Оценка инновационных процессов в РА с помощью моделирования латентного переменного.***–

Количественная оценка инновационных процессов в национальной экономике имеет решающее значение для анализа последних, а также для разработки национальной инновационной политики. Учитывая ряд проблем при оценке инновационных процессов, представлен новый подход, основанный на динамическом факторном анализе, позволяющий рассматривать инновационный процесс как ненаблюдаемый процесс и описать с помощью латентных переменных.

**Ключевые слова:** *инновационные процессы, динамическое моделирование факторов, скрытые процессы, оценка инновационных процессов.*

JEL: R11, R12, O30, O31

**ALBERT SARGSYAN**

*Post-graduate at the Chair of Economic Informatics and Information Systems at ASUE*

***Estimating Innovation Processes in the RA Via Latent Variable Modeling.***–

Quantitative estimation of the innovation processes in national economy has crucial importance for analyzing the latter as well as for developing national innovation policy. Taking into account a number of challenges in estimation innovation processes a new approach is presented which is based on dynamic factor analysis and allows to consider innovation process as latent and unobservable process.

**Key words:** *innovative processes, dynamic factor modeling, Latent Processes, estimation of innovative processes.*

JEL: R11, R12, O30, O31