

УДК 330.362

**ТРАНСФАРМАЦЫЙНЫЯ ХВАЛІ ТАВАРНА-ГРАШОВАГА ПРАЦЭСУ****М.І. ЯГОРАНКАЎ***Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П.В. Сухого», Рэспубліка Беларусь***М.М. СТАРАДУБЦАВА***Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны медыцынскі інстытут», Рэспубліка Беларусь***А.М. КАЗАКОВА***ЗАТ «Гомельэнэргасэрвіс», Рэспубліка Беларусь*

*«Если теоремы хорошо согласуются между собой, углубляют наше понимание и дают пищу любознательности, никто не решится отбросить их только потому, что они немного грешат против логики. В таких случаях всегда возникает ощущение, что можно изменить саму логику, а теоремы лучше не трогать»*

Ян Стюарт [1, с. 367]

**Уводзіны**

Мэтай дадзенага артыкула з'яўляецца далейшае абгрунтаванне і ўдасканаленне прапанаванай намі раней [2] фазовай тэорыі таварна-грашовай гаспадаркі як тэорыі развіцця (якасных змен станаў) дынамічнай сістэмы са зваротнай сувяззю ў рамках матэматычнай тэорыі катастроф.

Развіццё сістэмы – гэта заканамернае, накіраванае і незваротнае змяненне яе стану. Толькі адначасовая наяўнасць гэтых трох уласцівасцей дазваляе характарызаваць працэс змен як працэс развіцця сістэмы [3, с. 561]. Незваротнасць неабходна трактаваць не як абсалютную немагчымасць вяртання да першапачатковага стану, а як наяўнасць пэўнай велічыні парогу, без пераадолення якога сістэма не можа вярнуцца да ранейшага стану. Чым болей высокім з'яўляецца гэты парог, тым меней верагодным з'яўляецца пераход сістэмы ў першапачатковы стан, тым болей незваротным з'яўляецца працэс змен.

Паводзіны сістэм са зваротнай сувяззю апісваюцца дыферэнцыяльнымі раўнаннямі (аднакампанентныя сістэмы – звычайнымі дыферэнцыяльнымі раўнаннямі, многакампанентныя – дыферэнцыяльнымі раўнаннямі з асобнымі вытворнымі) і характарызуюцца якаснымі, у тым ліку скачкападобнымі, зменамі іх станаў. Менавіта таму дыферэнцыяльныя раўнанні – гэта матэматычныя мадэлі працэсаў развіцця сістэмы. Развіццё сістэмы падзяляюць на прагрэсіўнае (рух наперад, пераход ад простага да складанага, ад ніжэйшага да вышэйшага, набывццё сістэмай некаторых функцый) і рэгрэсіўнае (рух назад, пераход ад складанага да простага, ад вышэйшага да ніжэйшага, страта сістэмай некаторых функцый). Патрэбна адзначыць, што паняцце прагрэсу і рэгрэсу адносна прыродных працэсаў і

працэсаў у грамадстве не зусім супадаюць, таму што пры характарыстыкі з'яў у грамадстве чалавек, як свядомая істота (свядомая форма руху матэрыі), зыходзіць з уяўленняў аб справядлівасці, а акружаючая чалавека прырода (механічная, фізічная, хімічная і біялагічная формы руху матэрыі) справядлівасці не ведае. Таму ў грамадстве пераход ад складанага да простага ў некаторых выпадках можа разглядацца як прагрэс, а пераход ад простага да складанага – як рэгрэс. Аперацыяй, процілеглай (адваротнай) дыферэнцаванню, з'яўляецца інтэграванне. Аперацыі дыферэнцавання і інтэгравання апісваюць працэсы прагрэсу і рэгрэсу сістэмы. Менавіта дынамічныя сістэмы са зваротнай сувяззю здольны да развіцця і менавіта такія сістэмы апісваюцца дыферэнцыяльнымі раўнаннямі.

Катастрофа ў матэматычнай тэорыі катастроф – гэта якаснае, у тым ліку скачкападобнае, змяненне стану сістэмы пры плаўным змяненні кіруючых ёю параметраў. Гэта заканамернае і накіраванае змяненне, а ў сувязі з тым, што яно з'яўляецца скачкападобным і, адпаведна, адзін стан аддзяляецца ад другога стану бар'ерам пэўнай велічыні, то і незваротнае змяненне. Для аднакампанентнай сістэмы складанасць катастроф паслядоўна ўзрастае ў наступным шэразе: катастрофа *складка*, якая апісваецца квадратным раўнаннем; катастрофа *зборка* (кубічнае раўнанне); катастрофа *ластаўкін хвост* (раўнанне чацьвертай ступені); катастрофа *матылёк* (раўнанне пятай ступені). Паслядоўнасць катастроф характэрызуе паслядоўнасць якасных змен форм сістэмы. Гэта азначае, што паслядоўнасць катастроф можна разглядаць як працэс развіцця сістэмы, а элементарную катастрофу – як элементарны акт развіцця сістэмы.

Раўнанне абмену таварна-грашовай гаспадаркі

$$pV = MT, \quad (1)$$

дзе  $p$  – узровень цэн тавараў;  $V$  – аб'ём іх вытворчасці-продажу;  $M$  – маса грошай ва абарачэнні, а  $T$  – скорасць абарачэння грошай, з'яўляецца яе балансавым раўнаннем, а на мове дакладных навук – раўнаннем яе стацыянарнага стану, таму што ў разглядаемым выпадку  $d(pV)/dt = 0$ . Калі  $pV$  разглядаць як валавы даход (для краіны – валавы нацыянальны даход), тады для прасцейшай мадэлі таварна-грашовай гаспадаркі (прадпрыемствы-вытворцы і спажыўцы іх тавараў)  $p$  і  $V$  з'яўляюцца, адпаведна, узроўнем цэн і аб'ёмам вытворчасці-продажу канчатковых тавараў (для краіны – спажывецкіх тавараў, гэта значыць тавараў, якія купляюцца насельніцтвам). Вартасць прамежкавых тавараў (сродкаў вытворчасці) пераносіцца на вартасць спажывецкіх тавараў у працэсе іх вытворчасці. Па гэтай прычыне  $p$  у раўнанні (1) – гэта ўзровень цэн спажывецкіх тавараў, калі  $pV$  разглядаць як валавы нацыянальны даход. Раўнанне (1) не ўлічвае характар канкурэнцыі.

Канкурэнцыя, як вядома, можа быць свабоднай (дасканалай) і несвабоднай (недасканалай). Канкурэнцыя ў існуючай таварна-грашовай гаспадарцы з'яўляецца недасканалай (тавары практычна нідзе і ніколі не прадаюцца і не купляюцца па цэнам свабоднага рынку). Існуе вострая неабходнасць увядзення ў раўнанне абмену паказчыкаў, характарызуючых характар канкурэнцыі, а дакладней – ступень манапалізаванасці таварна-грашовай гаспадаркі. У якасці элементарнай характарыстыкі ступені манапалізаванасці таварна-грашовай гаспадаркі можна выкарыстаць велічыню першапачатковага манапольнага даходу  $a/V$ , дзе  $a = const$ ,

або велічыню манапольнай надбаўкі да цаны тавару  $a/V^2$  [2]. Працэс манапалізацыі ажыццяўляецца скачкамі, таму што манапалізацыя ўзнікае пры аб'ядноўванні адасобленых элементаў (прадпрыемстваў ці асобных функцый, якія выконваюцца прадпрыемствамі), а манапалізаваныя сістэмы з'яўляюцца іерархічнымі. Напрыклад, ступень манапалізаванасці пры аб'яднанні функцый прадпрыемстваў узрастае ў паслядоўнасці: «картэль» (дагавор аб памерах вытворчасці, рынках збыту тавараў, умовах іх продажу, цэнах, тэрмінах плацяжу і г. д. пры захоўванні самастойнасці юрыдычнай, вытворчай і камерцыйнай дзейнасці), «сіндыкат» (аб'яднанне ўсёй камерцыйнай дзейнасці пры захоўванні самастойнасці юрыдычнай і вытворчай дзейнасці), «трэст» (прадпрыемствы поўнасю губляюць юрыдычную, вытворчую і камерцыйную самастойнасць і падпарадкоўваюцца адзінаму кіраўніцтву). У такім разе слушна меркаваць, што манапольны даход і, адпаведна, манапольная надбаўка да цаны тавара павінны быць таксама іерархічнымі і кожная наступная ступень – вытворнай ад першапачатковай ступені (напрыклад, для манапольнай надбаўкі да цаны тавара:  $a/V^2$ ,  $a/V^3$ ,  $a/V^4$  і г. д.). Асновай (фундаментам) манапалізацыі рынкаў (таварных, фінансавых і г. д.) з'яўляецца манапалізацыя сродкаў вытворчасці, якая грунтуецца на прыватнай ўласнасці на сродкі вытворчасці. Уласнасць на сродкі вытворчасці характарызуецца формай (грамадская ці прыватная) і правамі (валоданне, распараджэнне-кіраванне і карыстанне). Той, хто валодае сродкамі вытворчасці, той распараджаецца прадуктамі вытворчасці, у тым ліку спажывецкімі таварамі (жыццёвымі дабротамі), і, ўрэшце рэшт, – жыццём працоўных, бо без сродкаў вытворчасці чалавецтва не можа забяспечыць свае існаванне на ўзроўні болей высокім, чым той, які неабходны для выжывання на біялагічным (жывёльным) узроўні. Адсюль вынікае, што таварна-грашовае гаспадарка, у аснове якой ляжыць прыватная ўласнасць на сродкі вытворчасці і наёмная праца, не з'яўляецца гаспадаркай з дасканалай канкурэнцыяй, гэта значыць свабоднай рынкавай эканомікай. З гісторыі вядома, што прыватная ўласнасць на сродкі вытворчасці прыводзіць да некалькіх прынцыпова розных тыпаў несвабоды таваравытворцаў (працоўных), тыпаў ці, інакш кажучы, эканамічных укладаў таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй і, адпаведна, тыпаў грамадства (напрыклад, рабаўладальніцкае і буржуазнае). Неабходна адзначыць, што таварная гаспадарка ўзнікла яшчэ ў перыяд распаду першабытнаабшчыннага ладу, калі ў сувязі з павелічэннем прадукцыйнасці працы, абумоўленай падзелам працы, у асобных вытворцаў з'явіўся адносны лішак прадуктаў працы, які можна было абмяняць на неабходныя ім прадукты працы другіх вытворцаў. Абмен (бартэр) – першапачатковая, самая прымітыўная форма гандлю. Рабаўладальніцкі і буржуазны лады можна разглядаць як устойлівыя станы таварна-грашовай гаспадаркі. Акрамя іх таварна-грашовае гаспадарка, у адпаведнасці з прапанаванай намі фазавай тэорыяй, уключае яшчэ адзін устойлівы стан – свабодную рынкавую эканоміку (гаспадарку з дасканалай канкурэнцыяй) [2].

### **Вынікі даследвання і іх абмеркаванне**

Відавочна, што таварна-грашовае гаспадарка з недасканалай канкурэнцыяй з'яўляецца болей складаным тыпам таварна-грашовай гаспадаркі, чым таварна-грашовае гаспадарка з дасканалай канкурэнцыяй. Інакш кажучы, раўнанне абмену таварна-грашовай гаспадаркі з дасканалай канкурэнцыяй павінна быць асобным выпадкам раўнання абмену таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй, калі параметры, характарызуючыя ступень манапалізацыі і ўваходзячыя ў раўнанне абмену, становяцца роўнымі нулю. Слушна меркаваць, што

раўнанні стану таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй можна атрымаць шляхам паслядоўнага інтэгравання раўнання (1).

Возьмем за зменную стану (залежную, гэта значыць унутранную зменную) сістэмы яе аб'ём  $V$ , а колькасць грошай ва абарачэнні  $M$  прымем за пастаянную велічыню (у раўнаважнай эканоміцы  $M = const$ ). Раўнанне (1) адносна  $V$  з'яўляецца раўнаннем зваротнай прапарцыянальнасці. Яно адпавядае ўстойліваму стацыянарнаму стану таварна-грашовай гаспадаркі з дасканалай канкурэнцыяй. У выніку інтэгравання раўнання (1) мы атрымаем квадратнае раўнанне:

$$pV^2 / 2 - MTV + C_1 = 0, \tag{2}$$

якое можна прывесці да выгляду

$$(p + a_1 / V^2)V = 2MT. \tag{3}$$

Шляхам далейшага паслядоўнага інтэгравання і пераўтварэння атрымаем кубічнае раўнанне:

$$(p + a_1 / V^2 + a_2 / V^3)V = 3MT; \tag{4}$$

раўнанне чацьвертай ступені:

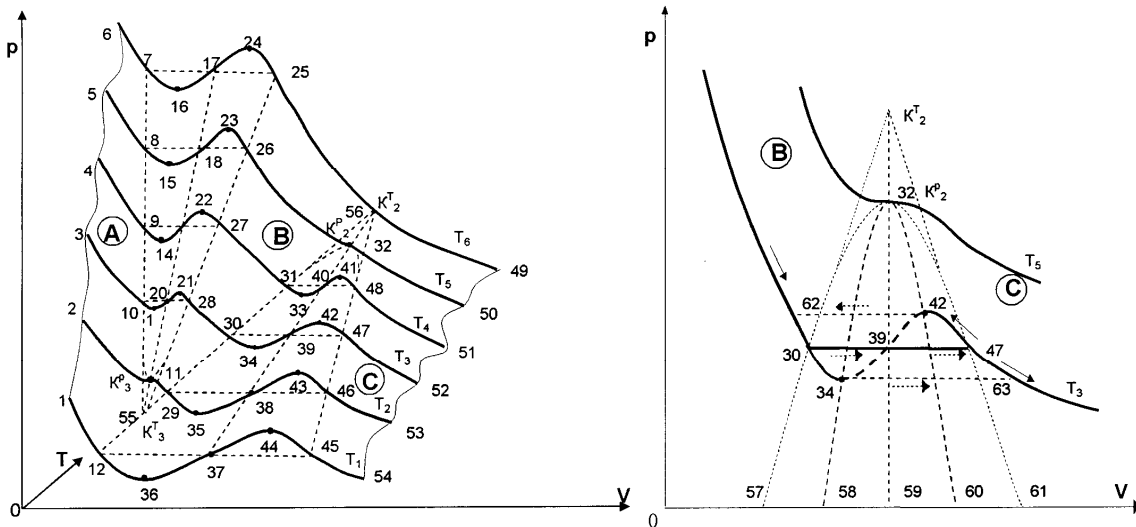
$$(p + a_1 / V^2 + a_2 / V^3 + a_3 / V^4)V = 4MT; \tag{5}$$

раўнанне пятай ступені:

$$(p + a_1 / V^2 + a_2 / V^3 + a_3 / V^4 + a_4 / V^5)V = 5MT. \tag{6}$$

Відавочна, што дадатковыя члены ў раўнаннях (3-6) можна разглядаць як члены, якія характарызуюць ступені манапалізацыі гаспадаркі.

На мал. 1 (злева) схематычна прыведзена паверхня, адпавядаючая гэтым раўнанням ( $p$ - $V$ - $T$ -паверхня).



Мал. 1.  $p$ - $V$ - $T$ -паверхні таварна-грашовай гаспадаркі (абазначэнні ў тэксце)

Графік квадратных раўнанняў (2, 3) – парабала (мал. 1, частка 36-37-44-45-54 крывой  $T_1$ , а таксама ёй падобныя часткі крывых  $T_2, T_3, T_4$ ), а з улікам змянення  $T$  – парабалічная паверхня тыпу знікаючай складкі (мал. 1, складка, абмежаваная крывой 36-35-34-33-32-48-47-46-45). Гэтае раўнанне адпавядае пераходу таварна-грашовай гаспадаркі ад дасканалай (свабодная рынкавая эканаміка, рынкавы сацыялізм) да недасканалай (буржуазнае грамадства, прыватная ўласнасць на сродкі вытворчасці і наёмная праца) канкурэнцыі [2], адпавядае яе першаму пасля з’яўлення элементаў манапалізацыі пераходнаму (няўстойліваму) стану. У матэматычнай тэорыі катастроф квадратнае раўнанне тыпу  $x^2 + q = 0$ , да якога зводзіцца квадратнае раўнанне (2), а таксама атрыманае на яго аснове раўнанне (3), адпавядае катастрофе, называемай элементарнай катастрофай *складка* (маршчына) [4-6]. Растком для гэтай катастрофы з’яўляецца  $x^3$ , ўзбурэннем (адхіленнем)  $c_1x$ , а яе патэнцыял апісваецца выразам  $x^3 + c_1x$  [7]. Як вядома, раўнанне стацыянарнага стану атрымоўваецца шляхам дыферэнцавання патэнцыяльнай функцыі сістэмы [8, с. 236].

Графік кубічнага раўнання (4) – кубічная парабала (мал. 1, частка 27-31-33-40-41-48-51 крывой  $T_4$ , а таксама ёй падобныя часткі крывых  $T_1, T_2, T_3$ ), а з улікам змянення  $T$  – нахіленая паверхня са знікаючай складкай (мал. 1, частка  $p$ - $V$ - $T$ -паверхні, абмежаваная крывой 26-27-28-11-29-35-38-43-46-47-48-32-26; правая частка мал. 1). Менавіта крывой тыпу кубічнай парабалы апісваюцца ізаскарасныя залежнасці ўзроўню цэн тавараў ад аб’ёму вытворчасці-продажу тавараў у прапанаванай намі тэорыі таварна-грашовай гаспадаркі [2]. У матэматычнай тэорыі катастроф раўнанне трэцяй ступені тыпу  $x^3 + px + q = 0$ , да якога зводзіцца раўнанне (4), адпавядае элементарнай катастрофе *зборка*, апісваемай паверхняй са знікаючай складкай, адзін з тыпаў сечываў якой дае кубічную парабалу [4-6]. Растком для гэтай катастрофы з’яўляецца  $x^4$ , ўзбурэннем (адхіленнем)  $cx^2 + c_1x$ , а яе патэнцыял апісваецца выразам  $x^4 + c_2x^2 + c_1x$  [7]. Раўнанне трэцяй ступені развязальна ў радыкалах. Графік для мнагаскладу трэцяй ступені мае два экстрэмума (максімум і мінімум), што адпавядае колькасці максімумаў і мінімумаў на ізаскараснай крывой «узровень цэн тавараў – аб’ём вытворчасці-продажу тавараў» таварна-грашовай гаспадаркі, якая мае стан з дасканалай і недасканалай канкурэнцыяй, а таксама пераходны паміж імі стан [2]. Раўнанне (4) – гэта раўнанне першага (пры павелічэнні ступені манапалізацыі) ўстойлівага стацыянарнага стану таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй (грамадства з наёмнай працай, буржуазны лад).

Раўнанне чацьвертай ступені (5), як вядома, можна звесці да двух квадратных раўнанняў [9, с. 380, 607], а адпавядаючая яму трохмерная паверхня складаецца з двух спалучаных паступова знікаючых у процілеглых напрамках парабалічных паверхняў [6]. Праекцыя гэтых паверхняў на  $p$ - $T$ -плоскасць дае фігуру, нагадваючую ластаўкін хвост (мал. 2, левая частка), а праекцыя сечываў парабалічных паверхняў, у плоскасці якіх адбываюцца скачкападобныя пераходы ад аднаго да другога ўстойлівага стану, на  $p$ - $T$ -плоскасць утварае фігуру тыпа *трохпраменевай зоркі* (мал. 2, правая частка). Згодна з фазай дыяграмай таварна-грашовай гаспадаркі праекцыя граніцы, падзяляючай рабаўладальніцкае грамадства (стан з моцнай манапалізацыяй, рабская праца, фізічнае рабства), буржуазнае грамадства (стан з

болея слабай манапалізацыяй, наёмная праца, гэта значыць эканамічнае рабства) і свабодную рынкавую эканоміку (дасканалая канкурэнцыя, свабодная праца) на  $p$ - $T$ -плоскасць, адпавядае па форме фігуры тыпа *трохпраменевая зорка* [2]. Такім чынам, мы аналітычным метадам атрымалі нагадваючую трохпраменевую зорку  $p$ - $T$ -дыяграму таварна-грашовай гаспадаркі, якая была атрымана намі раней [2] метадам фізічнай аналогіі, зыходзячы з пабудаванай намі фізічнай мадэлі таварна-грашовай гаспадаркі. У матэматычнай тэорыі катастроф раўнанне чацьвертай ступені тыпа  $x^4 + px^2 + dx + e = 0$ , да якога можна звесці раўнанне (5), апісвае элементарную катастрофу *ластаўкін хвост* [4-6]. Растком для гэтай катастрофы з'яўляецца  $x^5$ , ўзбурэннем (адхіленнем)  $c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x$ , а патэнцыял апісваецца выразам  $x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x$  [7]. Раўнанне (5) адпавядае пераходу таварна-грашовай гаспадаркі да яе другога устойлівага стацыянарнага стану з болей высокай ступенню манапалізацыі (рабаўладальніцкаму ладу).

Раўнанне пятай ступені (6) неразвязальна ў радыкалах [9, с. 61]. Графік для многасклада пятай ступені мае ад двух да чатырох экстрэмумаў (максімумы і мінімумы чаргуюцца, а кропак перагібу – тры) [10, с. 84]. У матэматычнай тэорыі катастроф раўнанне пятай ступені тыпа  $x^5 + px^3 + dx^2 + ex + f = 0$ , да якога зводзіцца раўнанне (6), апісвае катастрофу *матылёк* [4-6]. Растком для гэтай катастрофы з'яўляецца  $x^6$ , ўзбурэннем (адхіленнем)  $c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x$ , а патэнцыял апісваецца выразам  $x^6 + c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x$  [7].

Такім чынам, стацыянарныя станы таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй могуць быць апісаны раўнаннямі:

$(p + a_1/V^2)V = 2MT$  (3) (няўстойлівы стан – пераходны паміж устойлівым станам з дасканалай канкурэнцыяй і першым ўстойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй, а таксама ўстойлівы стан з дасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3)V = 3MT$  (4) (першы ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй; няўстойлівы стан – пераходны паміж устойлівым станам з дасканалай канкурэнцыяй і першым ўстойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй, а таксама ўстойлівы стан з дасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3 + a_3/V^4)V = 4MT$  (5) (няўстойлівы стан – пераходны паміж першым і другім устойлівымі станами з недасканалай канкурэнцыяй; першы ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй; няўстойлівы стан – пераходны паміж устойлівым станам з дасканалай канкурэнцыяй і першым ўстойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй, а таксама ўстойлівы стан з дасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3 + a_3/V^4 + a_4/V^5)V = 5MT$  (6) (другі ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй; няўстойлівы стан – пераходны паміж другім і першым устойлівымі станами з недасканалай канкурэнцыяй, першы ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй; няўстойлівы стан – пераходны паміж устойлівым станам з дасканалай канкурэнцыяй і першым ўстойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй, а таксама ўстойлівы стан з дасканалай канкурэнцыяй). Агульнае раўнанне для апісання стацыянарных станаў таварна-грашовай гаспадаркі можна запісаць у выглядзе

$$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3 + a_3/V^4 + a_4/V^5 + \dots)V = nMT, \quad (7)$$

дзе  $n$  – парадак мнагачлена.

Па прычыне таго, што таварна-грашовае гаспадарка не можа адначасова знаходзіцца ў розных стацыянарных станах, то для ўжывання раўнанняў (3-6), з мэтай апісання канкрэтнага стацыянарнага стану, каэфіцыенты ў іх правай частцы патрэбна апусціць. У выніку стацыянарныя станы гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй будуць апісвацца раўнаннямі:

$(p + a_1/V^2)V = MT$  (8) (няўстойлівы стан – пераходны паміж устойлівым станам з дасканалай канкурэнцыяй і першым ўстойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3)V = MT$  (9) (першы ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3 + a_3/V^4)V = MT$  (10) (няўстойлівы стан – пераходны паміж першым устойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй і другім устойлівым станам з недасканалай канкурэнцыяй);

$(p + a_1/V^2 + a_2/V^3 + a_3/V^4 + a_4/V^5)V = MT$  (11) (другі ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй).

Раўнанні (8-11) маюць ясны сэнс. Дадатковыя члены ў левай частцы гэтых раўнанняў ( $a_1/V^2$ ,  $a_2/V^3$ ,  $a_3/V^4$ ,  $a_4/V^5$ ) можна разглядаць як састаўляючыя манапольнай цаны тавараў для таварна-грашовай гаспадаркі, якая знаходзіцца ў розных стацыянарных станах.

Стацыянарныя станы таварна-грашовай гаспадаркі, як і станы любой дынамічнай сістэмы, можна характарызаваць патэнцыяльнай функцыяй (эканамічным ці вытворчым патэнцыялам), а патэнцыялы, адпавядаючыя розным стацыянарным станам, можна апісваць выразамі тыпа  $x^6 + c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x$  (другі ўстойлівы стацыянарны стан з недасканалай канкурэнцыяй), ці  $x^4 + c_2x^2 + c_1x$  (першы ўстойлівы стан з недасканалай канкурэнцыяй). З аналізу мал. 1 вынікае, што катастрофы аднакампанентнай сістэмы, патэнцыялы якіх апісваюцца функцыямі, маючымі парадак меней шостага, з'яўляюцца элементарнымі катастрофамі (катастрофы, якія не зводзяцца да больш простых катастроф). Інакш кажучы, раўнаннем стану пятай ступені вычэрпваюцца элементарныя катастрофы таварна-грашовай гаспадаркі як аднакампанентнай сістэмы.

З улікам вышэйвыказанага і раней зробленых вывадаў [2], раўнанні (1, 8-11) з'яўляюцца раўнаннямі, якія апісваюць таварна-грашовую гаспадарку рабаўладальніцкага грамадства (11), буржуазнага грамадства (9) і грамадства са свабоднай рынкавай эканомікай (1), а таксама пераходныя паміж імі станы грамадства.

Атрыманыя вынікі паказваюць, што таварна-грашовае працэс з'яўляецца хвалепадобным. Асабліва яскрава гэта выяўляецца, калі разглядаць ізаскарасныя залежнасці ўзроўня цэн ад аб'ёма вытворчасці-продажу тавараў (мал.1, крывыя  $T_1$ - $T_6$ ). Хвалі ўзнікаюць пры пераходзе грамадства ад аднаго эканамічнага ўкладу да другога, ад адных вытворчых адносін да другіх, ад аднаго ўстойлівага стану таварна-грашовай гаспадаркі да другога. Пераходныя стацыянарныя станы таварна-грашовай гаспадаркі – гэта макраэканамічныя цыклы. Слушна лічыць, што любы пераходны

працэс (пераход ад вытворчасці аднаго тыпу тавараў да другога, ад адной тэхналогіі вытворчасці да другой, ад аднаго эканамічнага ўкладу да другога, ад адной грамадскай фармацыі да другой і д. п.) ці, інакш кажучы, цыкл з'яўляецца прычынай хвалепадобных з'яў. Цыклічнасць і хвалепадобнасць таварна-грашовых працэсаў у рамках аднаго эканамічнага ўкладу, дакладней у рамках буржуазнага спосаба вытворчасці, – даўно вядомая з'ява [11, 12]. Трэба адзначыць, што вядомыя цыклы разглядаюцца як часавая з'ява і характарызуюцца працягласцю часу. Вядомыя цыклы (хвалі) рознай працягласці: 1-3,3 года (кароткія хвалі), 7-10 гадоў (сярэдня хвалі). «Доўгія хвалі» Кандрацьева, ці як ён іх называў «вялікія цыклы кан'юнктуры», ахопліваюць некалькі дзесяткаў гадоў (47-60 гадоў) [12, с. 387]. Згодна Кандрацьеву доўгія хвалі пачынаюцца з буйных змен у гаспадаранні, якім папярэднічаюць значныя навуковыя адкрыцці і тэхнічныя вынаходства. Яны звычайна звязаны з сацыяльнымі пераваротамі і ўзрушэннямі – войнамі і рэвалюцыямі. Хваля заканчваецца доўгай дэпрэсіяй сельскай гаспадаркі. Кароткія і сярэднія хвалі накладваюцца на доўгую хвалю, аслабляючы ці ўзмацняючы пад'ём ці дэпрэсію ў кан'юнктуры. Хвалі Кандрацьева звычайна не звязваюць са зменай эканамічных укладаў ці грамадска-эканамічных фармацый, хаця па фармальным прызнакам іх можна аднесці да гэтага тыпу хваль, калі не абмяжоўвацца перыядам 47-60 гадоў. Але хвалі, звязаныя са зменамі эканамічных укладаў і асабліва са зменамі грамадска-эканамічных фармацый, лепей назваць «звышдоўгімі хвалямі».

У адрозненні ад апісання вядомых хваль таварна-грашовага працэсу разглядаемыя намі хвалі з'яўляюцца пазачаснымі, дакладней не адпавядаючымі строга пэўнаму дыяпазону часу, таму што для іх апісання выкарыстоўваюцца такія пазачасныя характарыстыкі, як узровень цэн тавараў, маса грошай ва абарачэнні, скорасць абарачэння грошай і аб'ём тавараў. Гэта дазваляе аналізаваць іх прыроду і прадказваць іх паводзіны.

Пераход ад аднаго ўстойлівага стану да другога ўстойлівага стану таварна-грашовай гаспадаркі можа ажыццяўляцца скачком (правая частка мал. 1) або па лініі 30-39-47, або па лініям 34-63 і 42-62. Пераскок па лініі 30-39-47 з'яўляецца зваротным, а па лініям 34-63 і 42-62 «гістэрэзісным» (фактычна па замкнутай лініі 34-63-47-42-62-30-34). Такім чынам, могуць узнікнуць ваганні, у тым ліку перыядычныя ўстойлівыя ваганні «пад'ём-спад» вытворчасці-продажу тавараў або «разбурэнне-аднаўленне» эканамічнага патэнцыяла (аналагічныя ваганні у мадэлі Вальтэра-Лотка «драпежнік-ахвяра»).

Раўнанні (3-6) можна прывесці да выгляду:

$$pV = MT(1 - B_{(T)} / V); \quad (12)$$

$$pV = MT(1 - B_{(T)} / V - C_{(T)} / V^2); \quad (13)$$

$$pV = MT(1 - B_{(T)} / V - C_{(T)} / V^2 - D_{(T)} / V^3); \quad (14)$$

$$pV = MT(1 - B_{(T)} / V - C_{(T)} / V^2 - D_{(T)} / V^3 - E_{(T)} / V^4), \quad (15)$$

дзе  $B_{(T)}$ ,  $C_{(T)}$ ,  $D_{(T)}$ ,  $E_{(T)}$  – велічыні, залежныя ад  $T$ . Раўнанні (12-15) яскрава паказваюць, што манапалізацыя памяншае даход, атрымоўваемы на рынках са свабоднай канкурэнцыяй. Інакш кажучы, для тавараў, вырабленых таваравытворцамі гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй, колькасць затрачанага на іх выраб працоўнага часу перавышае колькасць грамадска неабходнага часу для таварна-грашовай гаспадаркі з дасканалай канкурэнцыяй, а іх канкурэнтаздольнасць



(цана на свабодным рынку) з'яўляецца болей нізкай. Такім чынам, таварна-грашовая эканоміка з недасканалай канкурэнцыяй – гэта «затратная эканоміка».

Відавочна, што пры павялічэнні  $V$  ( $T = const$ , а гэта значыць  $MT = const$ ), дадатковыя члены памяншаюцца з рознай скорасцю і становяцца нязначнымі ў паслядоўнасці  $a_4/V^4$ ,  $a_3/V^3$ ,  $a_2/V^2$ ,  $a_1/V$ , а раўнанне (6, 11) паслядоўна ператвараецца ў раўнанні (5, 10); (4, 9); (3, 8) і, нарэшце, у раўнанне (1). Аналагічныя змены адбываюцца пры павялічэнні  $T$ , а гэта значыць пры павялічэнні  $MT$ , і пастаянным  $V$  (па прычыне ўзрастання велічыні  $p$  і, адпаведна, памяншэння ролі дадатковых членаў). Зразумела, што  $V$  і  $T$  могуць павялічвацца адначасова. Аналагічныя змены адбываюцца з раўнаннем (15), якое паслядоўна ператвараецца ў раўнанні (14), (13), (12) і, нарэшце, ў раўнанне (1). Такім чынам, раўнанне абмену таварна-грашовай гаспадаркі  $pV = MT$  (1), якое вядома пад назвай раўнання Фішэра і якое адпавядае гаспадарцы з дасканалай канкурэнцыяй, з'яўляецца асобным выпадкам раўнанняў абмену гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй.

Раўнанні (1-11) з двух найважнейшых фактараў рэальнай таварна-грашовай гаспадаркі (эканамічная несвабода тавараўтворцаў і вытворчасць тавараў з дапамогай сродкаў вытворчасці) улічваюць толькі манапалізацыю рынкаў (эканамічную несвабоду). Параўнальны аналіз раўнанняў (9, 13) і раўнання

$$(p + a/V^2)(V - b) = MT, \tag{16}$$

атрыманага намі раней для апісання таварна-грашовай гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй на базе фізічнай мадэлі [2] і ўключаючага абодва фактары ( $b$  – аб'ём сродкаў вытворчасці), паказвае, па-першае, што раўнанні (9, 13) болей дакладна ўлічваюць ступень манапалізацыі, а па-другое, што пры адначасовым уліку абодвух фактараў неабходна паменшыць парадак дадатковых членаў ( $a/V^2$ ,  $a/V^3$  і г. д.) у раўнаннях (3-11) на адзінку. Такім чынам, з улікам фактара  $b$  раўнанні (8-11) адпаведна прымуць выгляд:

$$(p + a_1/V)(V - b) = MT; \tag{17}$$

$$(p + a_1/V + a_2/V^2)(V - b) = MT; \tag{18}$$

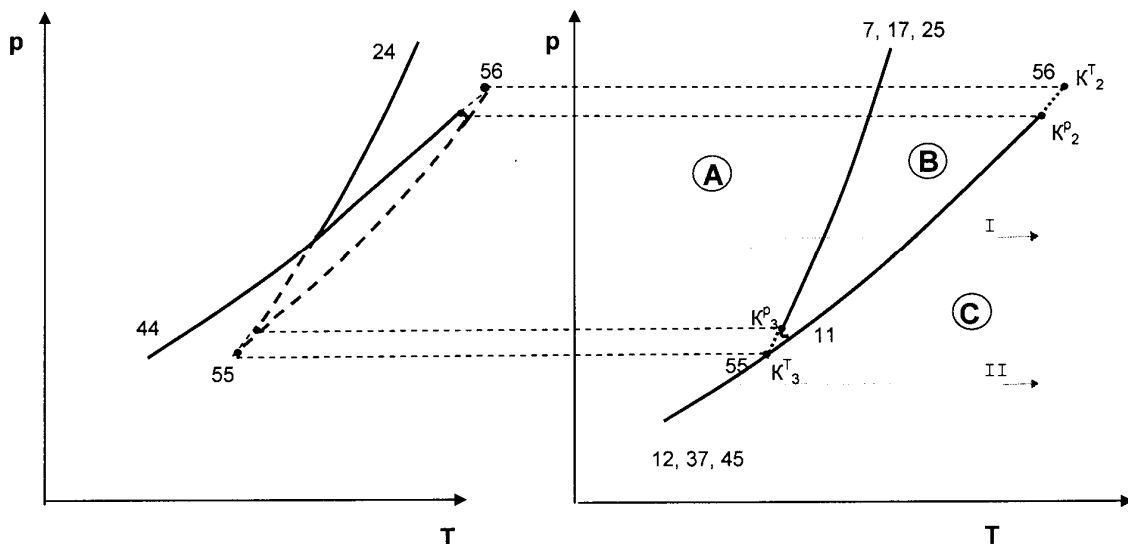
$$(p + a_1/V + a_2/V^2 + a_3/V^3)(V - b) = MT; \tag{19}$$

$$(p + a_1/V + a_2/V^2 + a_3/V^3 + a_4/V^4)(V - b) = MT. \tag{20}$$

Раўнанні (8-11) і (17-20) апісваюць стацыянарныя станы таварна-грашовай гаспадаркі ў рамках фізіка-матэматычнай мадэлі як дынамічнай сістэмы мноства рухаючыхся ўзаемадзеяльных часцінак. Гэта мадэль пабудавана намі такім чынам, што адпавядае ў эканоміцы таварна-грашовай гаспадарцы, а ў фізіцы – малекулярнай сістэме [2]. Адсюль вынікае, што раўнанні (3-11) і (17-20) могуць быць выкарыстаны і пры апісанні якасных змяненняў малекулярных сістэм, а таксама другіх сістэм, адпавядаючых гэтай мадэлі (напрыклад, фінансавых рынкаў). Так, іменна крывымі, адпавядаючымі па форме графікам мнагачлена пятай ступені, апісваюцца эксперыментальныя  $p$ - $V$ -ізатэрмы, якія ахопліваюць цвёрды, вадкі і газападобны станы, а графікам, нагадваючым трохпраменевую зорку, апісваюцца  $p$ - $T$ -дыяграмы малекулярных аднакампанентных сістэм (напрыклад, вады) [13, с. 269-271]. У літаратуры па малекулярным сістэмам няма адзінага меркавання аб крытычнай кропцы «цвёрдае цела – вадкасць». Некаторыя даследчыкі прытрымліваюцца

меркавання, што яе не існуе наогул [14, с. 579]. Згодна з прапануемым намi падыходам гэтая кропка існуе і рэалізуецца ў абсягу трайнай кропкі. Іменна блізкасць да трайнай кропкі не дазваляе выявіць яе эксперыментальна.

Аналіз атрыманых вынікаў паказвае, па-першае, што таварна-грашовае гаспадарка з недасканалай і дасканалай канкурэнцыяй з'яўляюцца прынцыпова рознымі тыпамі гаспадарак; па-другое, што таварна-грашовае гаспадарка з недасканалай канкурэнцыяй мае мінімум два ўстойлівыя станы; па-трэцяе, што існуюць мінімум тры чыстыя эканамічныя ўклады (устойлівыя станы), якія адпавядаюць прынцыпова розным вытворчым адносінам; па чацвёртае, што існуюць мінімум тры пераходныя (няўстойлівыя) станы, якія адпавядаюць змешанай форме эканомікі, дакладней пераходнай эканомікі, якая грунтуецца на двух розных вытворчых адносінах; па-пятае, што існуюць мінімум дзве крытычныя сітуацыі: сітуацыя, у якой адначасова існуюць два (мал. 1, кропка 32 –  $K^P_2$  і 56 –  $K^T_2$ ) і тры (мал. 2, кропка 11 –  $K^P_3$  і 55 –  $K^T_3$ ) тыпы эканамічных укладаў.



Мал. 2. Праекцыя  $p$ - $V$ - $T$ -паверхні на  $p$ - $T$ -плоскасць (левая частка малюнка) і праекцыя на  $p$ - $T$ -плоскасць двух сечываў  $p$ - $V$ - $T$ -паверхні, у межах якіх адбываюцца скачкападобныя пераходы паміж устойлівымі стацыянарнымі станами таварна-грашовай гаспадаркі (правая частка малюнка). Абазначэнні адпавядаюць абазначэнням на мал. 1

Раней [2] намi было паказана, што тры ўстойлівыя станы таварна-грашовай гаспадаркі адпавядаюць тром эканамічным укладам: рабаўладальніцкаму ладу (рабская праца), буржуазнаму ладу (наёмная праца) і рынкаваму сацыялізму (свабодная праца). Рабаўладальніцкі і буржуазны лады адпавядаюць таварна-грашовай гаспадарцы з недасканалай канкурэнцыяй (прыватнай уласнасцю, дакладней манапалізаванымі сродкамі вытворчасці). Лад рынкавага сацыялізму адпавядае таварна-грашовай гаспадарцы з дасканалай канкурэнцыяй (грамадскай дэмакратызаванай уласнасцю, дакладней долевай арэндай грамадскіх сродкаў вытворчасці ці долевым аднаўляемым (рэвальверным) фінансавым лізігам, дазваляючымі ўтвараць свабодныя асацыяцыі незалежных таваравытворцаў-арандатараў). Як вынікае з мал. 1 і 2, пры высокіх скарасцях абарачэння грошай пераход ад наёмнай працы (буржуазны лад) да свабоднай працы (рынкавы сацыялізм) адбываецца без скачка. Пры гэтым існуе крытычная скорасць абарачэння

грошай, пры якой рэалізуецца такая сітуацыя. Узнікае пытанне, а ці можна такі пераход разглядаць як «плаўны» пераход, інакш кажучы, ці губляецца пры такіх скарасцях абарачэння грошай розніца паміж наёмнай і свабоднай працай? Адказ на гэтае пытанне, па ўсёй верагоднасці, адмоўны. Пераход з'яўляецца бесперапынным, безупынным, але пры пераходзе праз крытычную скорасць абарачэння грошай адбываецца якасная змена тыпу вытворчых адносін (пры крытычнай скорасці рэалізуецца іх кавергенцыя – узаемапранікаючая сетка). Аналагічным чынам, на нашу думку, павінны адбывацца такога роду пераходы ў другіх сістэмах, у тым ліку ў фізічных сістэмах (напрыклад, малекулярнай сістэме: вадкасць-газ).

Згодна з артадаксальным тлумачэннем тэорыі Маркса сацыялізм з'яўляецца нетаварнай формай гаспадаркі, а пераход да яго магчымы толькі праз буржуазны лад. Трэба адзначыць, што Маркс адназначна не выказваўся наконт гэтага. Так, у лісце да В. Засуліч ён дапускаў магчымасць пераходу Расіі да сацыялізма, мінуючы буржуазны лад [15, с. 58-80]. Вядома, што Ленін распрацаваў тэорыю перарастання буржуазна-дэмакратычнай рэвалюцыі ў сацыялістычную. Шляху непасрэднага пераходу ад прыгонніцкага (рабаўладальніцкага) ладу да сацыялістычнага прытрымоўваліся расійскія народнікі, але ён быў неабгрунтавана адвергнуты расійскімі марксістамі. Тым не меней, Маркс і Ленін лічылі буржуазны лад вышэйшай формай таварна-грашовай гаспадаркі. Згодна з фазай тэорыяй таварна-грашовай гаспадаркі сацыялізм з'яўляецца асноўнай формай і завяршаючай стадыяй апошняй, а спрэчка паміж народнікамі і расійскімі марксістамі – схаластычнай, таму што мелі рацыю і тыя, і другія (правая частка мал. 2, крывыя I і II).

**Заклучэнне.** Атрыманы раўнанні абмену таварна-грашовай гаспадаркі, дазваляючыя ў рамках фазай тэорыі якасна апісаць паводзіны стацыянарных станаў таварна-грашовай гаспадаркі як з недасканалай, так і з дасканалай канкурэнцыяй, узгадніць фазавую (тапалагічную) тэорыю таварна-грашовай гаспадаркі з сучаснай тэорыяй дынамічных сістэм (тэорыяй катастроф) і растлумачыць некаторыя няясныя пытанні эканамічнай тэорыі.

### Спіс літаратуры

1. Концепции современной математики /Пер. с англ. Н.И. Плужниковой и Г.М. Цукерман. – Мн.: Выш. школа, 1980. – 384 с.
2. Ягоранкаў М.І., Казакова А.М., Старадубцава М.М. //Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2002. – № 2. – С. 75-83.
3. Философский энциклопедический словарь /Гл. редакция: Л.Ф. Ильичев, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалев, В.Г. Панов. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.
4. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: В 2 кн. /Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – Кн. 1. – 350 с., ил.
5. Арнольд В.И. Теория катастроф. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 80 с. (Новые идеи в естествознании).
6. Бреккер Т., Ландер Л. Дифференцируемые ростки и катастрофы /Пер. с англ. – М., 1977.
7. Занг В.Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории /Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
8. Физическая энциклопедия /Гл. ред. А.М. Прохоров; Ред. кол.: Д.М. Алексеев, А.М. Балдин, А.М. Бонч-Бруевич и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – Т. 5. – 760 с.

9. Математический энциклопедический словарь /Гл. ред. Ю.В. Прохоров; Ред. кол.: С.И. Адян, Н.С. Бахвалов, В.И. Битюцков и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1988. – 847 с.
10. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике (для инженеров и учащихся втузов. – Изд. 10-е. – М.: Наука, 1965. – 608 с.
11. Туган-Барановский М.И. Периодические промышленные кризисы. История английских кризисов. Общая теория кризисов. – М.: Наука, Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 1997. – 574 с.
12. Экономическая теория (политэкономика): Учебник /Под общей ред. акад. В.И. Видяпина, акад. Г.П. Журавлевой. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 560 с.
13. Яковлев В.Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физики. – М.: Просвещение, 1976. – 320 с.
14. Левич В.Г. Курс теоретической физики: В 2 т. – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит-ры, 1962. – Т. 1. – 695 с.
15. Маркс К., Энгельс Ф. Избранные сочинения: В 9 т. – М.: Политиздат, 1987. – Т. 6. – XXII. – 664 с. – В надзаг.: Ин-т марксизма-ленинизма при ЦК КПСС.

*Поступил в редакцию 16.01.2003 г.*