

УДК 330.362

**ФІЗІКА-МАТЭМАТЫЧНАЯ МАДЭЛЬ  
ТАВАРНА-ГРАШОВАЙ ГАСПАДАРКІ  
І ПАТЭНЦЫЯЛЬНЫЯ ФУНКЦЫІ****М.М. СТАРАДУБЦАВА***Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны медыцынскі інстытут», Рэспубліка Беларусь***А.М. КАЗАКОВА***ЗАТ «Гомельэнэргасэрвіс», Рэспубліка Беларусь***М.І. ЯГОРАНКАЎ***Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П.О. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

«Я нисколько не смущаюсь тем, что многие из развиваемых мной гипотетических соображений покажутся рискованными и впоследствии будут, может быть, опровергнуты. Но лучше работать с плохими гипотезами, которые можно опровергнуть, чем без всяких гипотез, когда неизвестно, что надо исследовать или опровергать»

Н.К. Кольцов [1]

**Уводзіны.** Слова «патэнцыял» мае лацінскае паходжанне (*potentia* – сіла, моц, магутнасць). Патэнцыяльны – існуючы ў патэнцыі, утоены, схаваны, не выяўлены, скрыты. *Патэнцыял* – гэта сукупнасць наяўных, існуючых сродкаў, магчымасцей у нейкім абсягу, напрыклад, *ваенны патэнцыял краіны* – сукупнасць яе эканамічных, маральна-палітычных і ваенных рэсурсаў для вядзення вайны [2, с. 404; 3, с. 569]. *Эканамічны патэнцыял краіны* – рэсурсы краіны, якія пры поўным іх выкарыстанні дазваляюць атрымаць максімальны аб'ём валавога нацыянальнага прадукта. Ён складаецца з прыродна-рэсурснага, вытворчага, працоўнага, навукова-тэхнічнага і экспертнага патэнцыялу [4, с. 218]. Найбольшую цікавасць у сучасны момант мае вытворчы патэнцыял, дакладней вытворчы патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі. Вытворчы патэнцыял ці патэнцыял вытворчай сістэмы вызначаюць як сукупнасць матэрыяльных і працоўных рэсурсаў, як *максімальную здольнасць да вытворчасці прадукцыі, выканання работ, аказання паслуг, вызначаемую сукупнасцю рэсурсаў вытворчай сістэмы, яе вытворчай магутнасцю; як сукупнасць нейкіх здольнасцей вытворчай сістэмы, забяспечаных у той ці іншай меры рэсурсамі для іх рэалізацыі; як сукупнасць магчымасцей рэзультатыўнага выкарыстання вытворчай сістэмы ў працэсе вытворчасці, размеркавання, абмену і спажывання матэрыяльных і нематэрыяльных даброт для задавальнення існуючых і патэнцыяльных патрэб грамадства і яго членаў, яе адаптацыі да змяняючыхся ўмоў знешняга асяроддзя і развіцця* [5-8]. Неабходна адзначыць, што *здольнасць* – гэта *магчымасць* выконваць нейкія дзеянні [3, с. 755]. У асноўным слова «вытворчы патэнцыял» ужываецца для абазначэння сродкаў, запасаў і крыніц, якія маюцца ў наяўнасці і якія могуць быць

выкарыстаны для дасягнення пэўнай мэты, а таксама магчымасцей суб'екта гаспадарання (прадпрыемства, грамадства, дзяржавы) [9, с. 428].

Існуюць два напрамку ў рэсурснай канцэпцыі вытворчага патэнцыялу. Першы – патэнцыял разглядаюць як сукупнасць рэсурсаў, якія знаходзяцца ў распараджэнні і прызначаных для стваральнай дзейнасці, без уліку іх узаемасувязей і ўдзелу ў вытворчым працэсе (напрыклад, лічаць, што патэнцыял – абагульненая, зборная характарыстыка рэсурсаў), другі – як сукупнасць сумесна дзейнічаючых рэсурсаў [8]. Акрамя таго, некаторыя навукоўцы лічаць, што вытворчы патэнцыял можна вызначыць як маштабы вытворчасці грамадскага прадукце і нацыянальнага даходу, ці як аб'ём прадукцыі, вырабленай у пэўны час (год, месяц, суткі, гадзіну), гэта значыць як магутнасць прадпрыемства [6], як максімальна магчымы аб'ём вытворчасці прадпрыемства, сектара эканомікі ці эканомікі ў цэлым, вызначаемы фактарамі вытворчасці (розніца паміж патэнцыяльным і фактычным аб'ёмам вытворчасці роўна залішняй магутнасці) [10, с. 393]. У большасці выпадкаў у вытворчы патэнцыял уключаюць такія рэсурсы (фактары вытворчасці), як зямля, праца, капітал і прадпрымальніцтва ці капітал, рабочую сілу, тэхналогію і прыроду [11]; асноўныя вытворчыя фонды і магутнасці; вытворчыя фонды і кваліфікаваныя кадры; рэсурсы рабочай сілы, створаныя чалавекам сродкі і прадметы працы, а таксама ўцягнутыя ў вытворчасць запасы карысных выкапняў; вытворчы апарат, узровень тэхналогіі, прыродныя рэсурсы і матэрыяльна-сыравінны баланс, існуючую сістэму камунікацый, тэхніку, арганізацыю і сістэму атрымання, перапрацоўкі і перамяшчэння інфармацыі; навукова-тэхнічны патэнцыял і кадры сферы вытворчасці, іх кваліфікацыю і агульную падрыхтоўку; вытворчыя фонды, кадры, рэсурсы кіравання і арганізацыі вытворчасці, навукова-тэхнічную інфармацыю, сацыяльную інфраструктуру [9, с. 428; 12, с. 11; 13, с. 39].

Вытворчы патэнцыял можна вызначыць, зыходзячы з паняцця вытворчай функцыі, звязваючай максімальна магчымы выпуск прадукцыі з выдаткамі на іх вытворчасць (фактарамі вытворчасці). Аб'ёмы выдаткаў усіх фактараў вытворчасці можна падаць як вектар (вектар выдаткаў вытворчасці ці вытворчых рэсурсаў), гэта значыць як патэнцыяльную функцыю для вытворчай функцыі. Тыпавымі вытворчымі функцыямі з'яўляюцца: лінейная функцыя, функцыя з пастаяннымі параметрамі, функцыя Кобба-Дугласа і функцыя з пастаяннай эластычнасцю замены. Пры гэтым як аксіёма прымаецца, што вытворчая функцыя з'яўляецца строга ўвагнутай [14, с. 125-134; 15, с. 171-172].

Такім чынам, праблема вызначэння, ацэнкі і вымярэння вытворчага патэнцыялу вывучана недастаткова, існуюць толькі самыя агульныя падыходы да яе вырашэння. Напрыклад, лічаць, што вытворчы патэнцыял павінен вымярацца ў тых жа адзінках, што і аб'ём вытворчасці [5, с. 5], а яго велічыня – аб'ёмам і якасцю прадукцыі [12, с. 12]. Неабходна адзначыць, што дзеянне як асобных фактараў, якія ўваходзяць у вытворчы патэнцыял, так і іх вынікаў на вытворчы працэс не з'яўляецца незалежным, яны ўзаемна ўплываюць адзін на другога. Слушна лічыць, што залежнасць паміж гэтымі фактарамі і вынікамі з'яўляецца нелінейнай. Галоўная цяжкасць аналізу і ацэнкі вытворчага патэнцыялу як раз і заключаецца ў тым, што яго элементы функцыянуюць у сукупнасці і адначасова. Акрамя таго, калі справа тычыцца вытворчай функцыі і вытворчага патэнцыялу, то, зразумела, гаворка ідзе пра выпуск тавараў, гэта значыць, прадуктаў працы, якія вызначаюцца для продажу, а дакладней – прададзены. Да моманту продажу прадукт працы з'яўляецца патэнцыяльным таварам, а прададзены прадукт працы выключаецца з таварна-грашовага працэсу і таварам не з'яўляецца. У таварна-грашовай гаспадарцы неабходна весці гаворку пра «выпуск-продаж» тавараў, а пры ацэнках вытворчага

патэнцыялу прымаць на ўвагу макраэканамічныя характарыстыкі (узровень цен тавараў, маса грошай ва абарачэнні, скорасць абарачэння грошай і г. д.). Вядома таксама, што вытворчыя (эканамічныя) адносіны, якія, у рэшце рэшт, вызначаюцца адносінамі ўласнасці на сродкі вытворчасці (у першую чаргу на асноўны капітал), аказваюць вялікі ўплыў на прадукцыйнасць працы. Гэты фактар эканомікі, таварна-грашовай гаспадаркі, вытворчасці поўнасю ігнаруецца сучаснымі тэорыямі вытворчага патэнцыялу. Відавочна неабходнасць перагляду існуючага падыходу да вывучэння і ацэнкі ролі фактараў вытворчасці ў вытворчым патэнцыяле, выяўленню іх узаемазалежнасці і пошуку залежнасцей, якія іх звязваюць, а таксама формул, якія іх апісваюць. Відавочна, што тэрмін «вытворчы патэнцыял» акцэнтуюць на працэсе вытворчасці, а не на абмене прадуктаў працы на рынку. Больш дакладным з'яўляецца тэрмін «патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі».

Мэтай нашага артыкула з'яўляецца распрацоўка фізіка-матэматычнай мадэлі таварна-грашовай гаспадаркі і пошук залежнасцей, звязваючых фактары, якія вызначаюць патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі.

**Вынікі даследвання і іх абмеркаванне.** Таварна-грашовае гаспадарка з'яўляецца складанай сістэмай, таму для яе вывучэння выкарыстоўваюць мадэлі – спрошчаныя сістэмы, якія захоўваюць яе асноўныя рысы. Найбольшага поспеху пры вывучэнні мадэлей сістэм і працэсаў дасягаюць тады, калі іх ўдаецца апісаць на мове матэматыкі. Матэматычныя функцыі – гэта абстрактнае, сімвальнае апісанне мадэлей (эканамічных, механічных, фізічных, хімічных і г. д.), адпавядаючых аб'ектам рэальнага свету, а матэматычныя раўнанні – гэта раўнанні іх стацыянарных станаў. Вядома, што матэматычныя функцыі і раўнанні аб'якавы да канкрэтнай прыроды аб'ектаў. Адна і тая ж функцыя ці раўнанне прыдатны для апісання розных па прыродзе сістэм, дакладней розных форм руху матэрыі (механічнай, фізічнай, хімічнай, біялагічнай, а таксама і свядомай, да якой належыць таварна-грашовае гаспадарка), таму што ўсе законы болей ніжэйшай (меней складанай) формы руху выконваюцца ў выпадку болей вышэйшай, болей складанай формы (напрыклад, законы механікі – у фізіцы, хіміі, біялогіі, законы фізікі – у хіміі і біялогіі і г. д.), але не наадварот. Болей вышэйшыя формы руху поўнасю не зводзяцца да болей ніжэйшых, таму што якасна адрозніваюцца ад іх, маючы і свае асабістыя законы. Інакш кажучы, болей ніжэйшыя формы руху магчыма разглядаць як структурныя мадэлі для болей вышэйшых форм.

Раней [16] намі была прапанавана фізічная структурная мадэль таварна-грашовай гаспадаркі як дынамічнай сістэмы многіх рухаючыхся ўзаемадзеяльных часцінак (таваравытворцаў-прадаўцоў) – статыстычнай сістэмы са зваротнай сувяззю і кааператыўным характарам узаемадзеяння часцінак. Мадэльная сістэма характарызуецца: колькасцю часцінак (таваравытворцаў-прадаўцоў)  $N$ ; аб'ёмам (колькасць ці аб'ём вытворчасці-продажу тавараў)  $V$ ; сярэдняй скорасцю руху часцінак, эквівалентнай яе тэмпературы (сярэдня скорасць абарачэння грошай)  $T$ ; канстантай сістэмы (маса грошай ва абарачэнні, якая ў раўнаважных умовах з'яўляецца велічынёй пастаяннай)  $M$ ; уласным аб'ёмам часцінак, гэта значыць аб'ёмам, недаступным другім часцінкам пад час іх руху па прычыне наяўнасці сіл адштурхоўвання (аб'ём сродкаў вытворчасці ў таваравытворцаў-прадаўцоў)  $b$ ; сілай прыцяжэння часцінак, абмяжоўваючай свабоду іх руху (манапольная надбаўка да цен свабоднага рынку, якая вызначаецца, у рэшце рэшт, стасункамі ўласнасці, дакладней узроўнем манапалізацыі сродкаў вытворчасці)  $a/V^2$ , дзе  $a$  – канстанта; выкананай сістэмай ці выконваемай над сістэмай механічнай работай (даход таварна-грашовай гаспадаркі – цана тавараў, як абагульненая сіла, памножаная на колькасць прададзеных тавараў, як абагульненую каардынату; выдаткі)  $pV$ ; сярэдняй велічынёй уздзеяння

часцінак на нававольнае асяроддзе, эквівалентнай знешняму ціску (узровень цэн тавараў на свабодным рынку, які, як вядома, з'яўляецца першай вытворнай ад даходу – выручкі па аб'ёму продажу)  $p$ ; *цеплатой ці цяплом* (жывая ці назапашаная грамадска карысная праца, мера працоўнай дзейнасці, вытворчых сіл, дакладней вытворчай энэргіі; капітал)  $Q$ ; *цеплаёмістасцю* (выкарыстоўваемая ў адным вытворчым цыкле грамадска карысная праца)  $C$ ; *энергіяй* – агульнай мерай руху і ўзаемадзеяння часцінак (вартасць ці яе ўсеагульны эквівалент – грошы); *энергіяй прыцяжэння часцінак – патэнцыяльнай энергіяй* (патэнцыяльная вартасць; грамадска карысная праца, якая можа быць рэалізавана таварна-грашовай гаспадаркай пры яе дэманопалізацыі; манапольны даход)  $a/V$ ; *энергіяй актывацыі* (вартасць стартавага капіталу, дакладней абаротнага капіталу, які ўключае амартызацыю – вартасць асноўнага капіталу, якая пераносіцца ў адным вытворчым цыкле на вартасць вырабляемых тавараў); *энергіяй акружаючага асяроддзя, якая перадаецца сістэме* (крэдыт); *актывацыйнай тэмпературай* (актывацыйная скорасць абарачэння грошай – стасунак стартавага капіталу да масы грошай ва абарачэнні); *тэмпературай акружаючага асяроддзя* (стасунак велічыні крэдыту да масы грошай ва абарачэнні); *унутранай ці механічнай энергіяй*, змяненне якой роўна алгебраічнай суме колькасці аддаваемага (атрымліваемага) сістэмай цяпла і выконваемай сістэмай ці выконваемай над сістэмай работы (рэальная ці патэнцыяльная вартасць, змяненне якой роўна алгебраічнай суме колькасці затрачанай ці назапашанай сістэмай грамадскакарыснай працы і атрыманым гаспадаркай даходам ці панесенымі ёю стратамі)  $U$ ; *энтрапіяй* – характарыстыкай цеплавога стану сістэмы, мерай нявызначаннасці, незначнасці, хаатычнасці (свабоды) сістэмы і змяненне якой пры ізатэрмічных умовах роўна стасунку перададзенага сістэме цяпла да абсалютнай тэмпературы:  $dS = \delta Q/T$  (характарыстыка грамадска карыснай працы, мера эканамічнай свабоды таваравытворцаў; пры пастаяннай скорасці абарачэння грошай змяненне энтрапіі таварна-грашовай гаспадаркі роўна стасунку вартасці грамадска карыснай працы да скорасці абарачэння грошай)  $S$ . Энергія, як вядома, змяняецца дыскрэтна (вартасць, даход-выдаткі таксама змяняюцца дыскрэтна); *магутнасцю* – хуткасцю выканання работы, стасункам велічыні работы да велічыні часу, за які яна выконваецца (гадавы даход, напрыклад, ВВП).

Па аналогіі з раўнаважнай *тэрмадынамікай* (навукай аб найбольш агульных якасцях макраскапічных фізічных цел, знаходзячыхся ў стане тэрмадынамічнай раўнавагі, і аб працэсах пераходу паміж гэтымі станами [16, с. 750]) навуку аб найбольш агульных якасцях таварна-грашовах гаспадарак, знаходзячыхся ў раўнаважным стане, і аб працэсах пераходу паміж гэтымі станами можна назваць раўнаважнай *капіталадынамікай*, а таксама сфармуляваць тры яе пачаткі: першы (закон захавання вартасці), другі (існаванне функцыі стану гаспадаркі – яе энтрапіі  $S$ , якая пры імкненні сістэмы да раўнавагі павінна ўзрастаць) і трэці (энтрапія гаспадарак ва ўмовах раўнавагі імкнецца да нуля па меры таго, як скорасць абарачэння грошай набліжаецца да нуля). Статыстычная капіталадынаміка звязвае энтрапію таварна-грашовай гаспадаркі з верагоднасцю існавання яе дадзенага макраскапічнага стану. Энтрапія вызначаецца праз лагарыфм статыстычнай вагі дадзенага раўнаважнага стану. Другі пачатак не мае, ў адрозненне ад першага, абсалютнага характару, ён парушаецца ў сувязі з флуктуацыямі-ваганнямі (выпадковымі адхіленнямі эканамічных характарыстык ад іх сярэдніх значэнняў), абумоўленых стыхійным характарам рынковых адносін. Пры флуктуацыі энтрапія гаспадаркі можа памяншацца, гэта значыць яна можа пераходзіць з болей верагоднага стану ў меней верагодны. Наяўнасць флуктуацый паказвае, што закон

узрастання энтрапіі выконваецца толькі ў сярэднім для вялікага адрэзку часу. Энтрапія таварна-грашовай гаспадаркі цесна звязана з інфармацыйнай энтрапіяй, якая з'яўляецца мерай нявызначаннасці (дакладнасці, верагоднасці) паведамленняў, звестак. Інфармацыйнай энтрапіі, як і капіталадынамічнай энтрапіі, уласціва адытыўнасць. Менавіта таму, што таварна-грашовае гаспадарка, як і тэрмадынамічная сістэма, складаецца з вялікай колькасці структурных адзінак, яе можна характарызаваць макраскапічнымі параметрамі: аб'ёмам выпуску-продажу ( $V$ ) і ўзроўнем цэн ( $p$ ) тавараў, скорасцю абарачэння ( $T$ ) і масай ва абарачэнні ( $M$ ) грошай і г. д. Як і тэрмадынамічная сістэма, таварна-грашовае гаспадарка можа быць *ізаляванай* (не абменіваецца з другімі гаспадаркамі ні таварамі, ні грошамі, ні таваравытворцамі), *закрытай* (не абменіваецца з другімі гаспадаркамі таваравытворцамі і таварамі), *адкрытай* (абменіваецца з другімі сістэмамі грошамі, таварамі і таваравытворцамі), *гамагеннай* (аднароднай) і *гетарагеннай* (неаднароднай, многафазнай, гетерафазнай) і г. д. Фаза – гэта раўнаважны стан, які адрозніваецца ад другіх магчымых раўнаважных станаў. Для таварна-грашовай гаспадаркі раўнаважныя станы (эканамічныя уклады), адрозніваюцца, як вядома, вытворчымі адносінамі. Як і тэрмадынамічная сістэма, таварна-грашовае гаспадарка можа быць як *раўнаважнай* (параметры сістэмы з цягам часу не змяняюцца і ў сістэме няма стацыянарных патокаў), так і *нераўнаважнай* (сістэма выведзена з раўнавагі і ў ёй адбываюцца неабарачальныя працэсы). Для раўнаважных сістэм можна ўвесці паняцце *скорасці абарачэння грошай* як параметра стану. Колькасць незалежных параметраў стану роўна колькасці *ступеней свабоды* (незалежных магчымых змяненняў стану сістэмы, абумоўленых варыяцыямі яе параметраў), астатнія параметры могуць быць выражаны праз незалежныя з дапамогай раўнання стану. Колькасць ступеней свабоды таварна-грашовай гаспадаркі, як і фізічнай сістэмы, вызначаецца правіламі Гіббса [16]. Калі таварна-грашовае гаспадарка не ізалявана, то яе стан можа змяняцца. Капіталадынамічны працэс – гэта змяненне стану таварна-грашовай гаспадаркі. Для макраскапічнага апісання нераўнаважных працэсаў таварна-грашовае гаспадарка можа ўявіць як сістэму, якая складаецца з элементарных гаспадарак (элементаў асяроддзя), якія ўсё-такі настолькі вялікія, што складаюцца з вялікай колькасці таваравытворцаў. Колькаснае апісанне нераўнаважных эканамічных працэсаў пры такім метады заключаецца ў састаўленні раўнанняў балансу элементарных гаспадарак, раўнання балансу энтрапіі і др. Для капіталадынамікі нераўнаважных працэсаў можна сфармуляваць першы і другі пачатак у лакальнай форме (залежачай ад становішча элемента асяроддзя).

Цыкл Карно (цяпло – работа, работа – цяпло) ў тэрмадынаміцы адпавядае вытворчаму цыклу (тавар – грошы, грошы – тавар) ў капіталадынаміцы. Такту подвода цяпла і выкананню сістэмай работы пры ізатэрмічным пашырэнні ў цыкле Карно адпавядае ў вытворчым цыкле таварна-грашовай гаспадаркі працоўная дзейнасць – выкананне таваравытворцамі работы (грамадска карыснай працы) пры наяўнасці сродкаў вытворчасці (стварэнне вартасці тавараў аб'ёмам  $V_B - V_A$  за кошт жывой працы), такту выканання сістэмай работы пры адыябатычным пашырэнні – перанос вартасці сродкаў вытворчасці на вартасць тавараў (уклучэнне ў вартасць тавараў аб'ёмам  $V_C - V_B$  мінулай, назапашанай, арэчаўленай у сродках вытворчасці працы), такту адвода цяпла ці выканання над сістэмай работы пры ізатэрмічным сцісканні – продажу тавараў аб'ёмам  $V_C - V_D$  і разлікам за працу з таваравытворцамі (працоўнымі), такту выканання над сістэмай работы пры адыябатычным сцісканні – куплі матэрыяльных рэсурсаў у пастаўшчыкоў і аднаўленню амартызаваных сродкаў вытворчасці за кошт продажу тавараў аб'ёмам  $V_D - V_A$ . Калі няма страт, то

вытворчы цыкл можна лічыць абарачальным (ідэальная таварна-грашовая гаспадарка). Пры гэтым у прасцейшым выпадку ролю цяпла награвальніка ў таварна-грашовай гаспадарцы выконвае рабочая сіла, цяпла халадзільніка – выплачаны працоўным заробак, а перададзенага цяпла – прыбавачная вартасць (прыбытак). Эфектыўнасць вытворчага цыклу (норма прыбавачнай вартасці) адпаведна будзе роўна стасунку розніцы паміж велічыняй даходу, атрыманага ад затрачанай грамадска-карыснай працы ( $MT_1 \ln \frac{V_B}{V_A}$ ), і выплачаным заробкам ( $MT_2 \ln \frac{V_C}{V_D}$ ) да атрыманага ад затрачанай грамадска карыснай працы даходу ці

стасунку велічыні прыбытку (прыбавачнай вартасці) да велічыні атрыманага ад затрачанай грамадска карыснай працы даходу. Відавочна, што абарачальны вытворчы цыкл дазваляе атрымаць максімум прыбытку (няма ніякіх страт). Відавочна таксама, што сродкі вытворчасці не прыносяць прыбытку (выконваемая пры адыхатным пашырэнні сістэмай работа роўна рабоце, выконваемай над сістэмай пры яе адыхатным сцісканні). Адсюль вынікае, што Маркс меў рацыю, калі казаў, што прыбытак прыносіць толькі жывая праца. Выключэнне прадстаўляюць, мабыць, машыны (механічныя працаўнікі) пры умове, што іх цана, як і цана рабочай сілы, будзе ніжэй за даход, які можна атрымаць ад іх прымянення. Адпаведна энтрапію таварна-грашовай гаспадаркі можна разглядаць як эквівалент пераўтварэння грамадска карыснай працы ў тавары і тавараў – у грамадска карысную працу, ці тавараў ў грошы і грошай у тавар, гэта значыць як велічыню, апісваючую іх ўзаемныя пераўтварэнні. Як у цыкле Карно заключана ўся сутнасць раўнаважнай тэрмадынамікі, так і ў вытворчым цыкле таварна-грашовай гаспадаркі заключана ўся сутнасць раўнаважнай капіталадынамікі.

Выкарыстанне ў якасці мадэлі таварна-грашовай гаспадаркі тэрмадынамічнай сістэмы і, у прыватнасці, малекулярнай сістэмы (у выпадку таварна-грашовай гаспадаркі часцінкамі з'яўляюцца таваравытворцы, у выпадку малекулярнай сістэмы – малекулы) дазваляе пры вызначэнні паняцця патэнцыялу таварна-грашовай гаспадаркі выкарыстаць падыходы, якія ужываюцца пры вызначэнні патэнцыялу тэрмадынамічнай сістэмы.

Патэнцыял – характарыстыка патэнцыяльнага поля (разнавіднасці вектарнага поля, цыркуляцыя якога ўздоўж любой замкнутай траекторыі роўна нулю). Патэнцыяльнае поле – гэта сілавое градыентнае поле, гэта значыць частка прасторы, у кожнай кропцы якой на змешчаную туды часцінку дзейнічае сіла, велічыня і напрамак якой залежаць або толькі ад каардынат  $(x, y, z)$  гэтай кропкі, або ад каардынат і ад часу  $(t)$ . У першым выпадку сілавое поле называецца стацыянарным, у другім – нестацыянарным. Патэнцыяльнае поле – гэта сілавое кансерватыўнае поле, для якога работа сіл поля ўздоўж замкнутай траекторыі роўна нулю. Інакш кажучы, у патэнцыяльным полі работа сіл поля, дзейнічаючых на перамяшчаючыся ў ім часцінку, залежыць толькі ад пачатковага і канчатковага становішча часцінкі і не залежыць ад віда яе траекторыі [17, с. 678]. Патэнцыял вектарнага поля – гэта такая скалярная функцыя  $u(x, y, z)$ , што  $\mathbf{a} = \text{grad } u$ , а  $\text{rot } \mathbf{a} = 0$  [17, с. 580; 18, с. 478-479]. Відавочна, што сілавое поле абмяжоўвае свабоду перамяшчэння часцінкі, якая ў ім знаходзіцца. Патэнцыял вектарнага поля вызначаецца неадназначна, а с дакладнасцю да пастаяннага складніка. Таму пры вывучэнні патэнцыяльнага поля мае цікавасць толькі розніца патэнцыялаў у розных кропках поля [17, с. 478].

Патэнцыяльнае поле характарызуецца патэнцыяльнай энергіяй – часткай агульнай энергіі сістэмы, якая залежыць ад узаемнага размяшчэння матэрыяльных кропак (часцінак), састаўляючых сістэму, і ад іх размяшчэння ў знешнім сілавым поле. Патэнцыяльная энергія – гэта скрытая энергія сістэмы. Патэнцыяльная энергія сістэмы ў дадзеным становішчы роўна рабоце, якую выканаюць уздзеўныя на сістэму сілы пры перамяшчэнні сістэмы з дадзенага становішча ў тое, дзе патэнцыяльная энергія ўмоўна прымаецца роўнай нулю [17, с. 581]. Выконваемая сістэмай работа вызначаецца памяншэннем тэрмадынамічнага патэнцыялу. Тэрмадынамічны патэнцыял – гэта характарыстычная функцыя, змяншэнне якой у раўнаважным (абарачальным) працэсе, які працякае пры нязменных значэннях тэрмадынамічных параметраў ( $T$  і  $V$ ,  $T$  і  $p$ ,  $S$  і  $V$  і г. д.), роўна поўнай рабоце, выкананай сістэмай, з вылікам работы супроць знешняга ціску.

Такім чынам, з улікам вышэйвыказанага, патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі можна вызначыць як пэўную функцыю параметраў стану ( $V$ ,  $p$ ,  $T$ ,  $S$ ,  $N$  і другіх макраскапічных параметраў ( $x_i$ ), дакладней пераменных, якія яе характарызуюць). Кожнаму тыпу патэнцыяла адпавядае набор параметраў стану, называемых натуральнымі пераменнымі. У залежнасці ад таго, якія пераменныя выбраны незалежнымі, патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі можна вызначыць, як:  $U = U(S, V, N, x_i)$ ,  $H = H(S, p, N, x_i)$ ,  $F = F(T, V, N, x_i)$ ,  $G = G(p, T, N, x_i)$ ,  $\Omega = \Omega(V, T, \mu, x_i)$  і др. Патэнцыял  $U$  характарызуе раўнаважны стан таварна-грашовай гаспадаркі пры выбару ў якасці асноўных незалежных пераменных  $S$  і  $V$ ; патэнцыял  $H$  –  $S$  і  $p$ ; патэнцыял  $F$  –  $T$  і  $V$ ; патэнцыял  $G$  –  $p$  і  $T$ ; вялікі патэнцыял  $\Omega$  –  $V$  і  $T$ . Патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі неабходна падзяляць на макраэканамічны (патэнцыял сістэмы ці макрасістэмы  $U, F, G, H, \Omega$ ) і мікраэканамічны (патэнцыял падсістэмы, мікрасістэмы ці часцінкі –  $\mu$ ). Калі ў якасці макрасістэмы выбіраецца сусветная гаспадарка, гаспадарка краіны ці прадпрыемства, то мікрасістэмамі (часцінкамі) адпаведна будуць краіна, прадпрыемства, таваравытворца-працаўнік.

Патэнцыялы таварна-грашовай гаспадаркі могуць быць прадстаўлены агульнай формулай

$$\Psi = \sum_l^{k=0} L_k X_k,$$

дзе  $L_k$  – інтэнсіўныя параметры, не залежачыя ад  $m$  ( $T, p, \mu$ );  $X_k$ , – экстэнсіўныя параметры, прапарцыянальныя  $m$  ( $V, S, N$ ). Індэкс  $l = 0$  для  $U$ ,  $1$  – для  $H$ ,  $2$  – для  $G$  і  $\Omega$ . Поўныя дыферэнцыялы вытворчых патэнцыялаў маюць выгляд:  $dU = TdS - pdV + \mu dN$ ;  $dH = TdS + Vdp + \mu dN$ ;  $dF = -pdV - SdT + \mu dN$ ;  $dG = Vdp - SdT + \mu dN$ ;  $d\Omega = -pdV - Nd\mu - SdT$ . Усе патэнцыялы таварна-грашовай гаспадаркі маюць размернасць вартасці, яе грашовага эквіваленту. Умовы раўнавагі эканамічнай сістэмы як таварна-грашовай гаспадаркі адпавядаюць роўнасці нулю поўных дыферэнцыялаў патэнцыялу таварна-грашовай гаспадаркі. Аналагічна таму, як у фізічнай сістэме выконваемая сістэмай работа памяншае яе тэрмадынамічны патэнцыялы, так і ў таварна-грашовай гаспадаркі атрыманне дадатковага даходу звязана з памяншэннем яе патэнцыялу. Ведаючы патэнцыял таварна-грашовай гаспадаркі як функцыю названых параметраў, можна дыферанцаваннем патэнцыяльнай функцыі атрымаць усе астатнія параметры, характарызуючыя сістэму. Патэнцыялы таварна-грашовай гаспадаркі, як і фізічныя патэнцыялы [17, с. 580 ], звязаны паміж сабой суадносінамі (пераўтварэннямі Лежандра):  $F = U - TS$ ,

$H = U + pV$ ,  $G = F + pV$  ці ў агульным выглядзе  $\Psi' = \Psi'' + L_k (\partial \Psi'' / \partial L_k)_{L_i, X_j}$ . Яны з'яўляюцца аднароднымі функцыямі першай ступені сваіх натуральных экстенсіўных пераменных. Калі вядомы які-небудзь адзін з патэнцыялаў таварна-грашовай гаспадаркі, то можна вызначыць усе капіталадынамічныя ўласцівасці сістэмы, у прыватнасці, можна атрымаць для яе раўнанне стацыянарных станаў. Пры дапамозе патэнцыялаў вызначаюцца, выяўляюцца ўмовы раўнавагі таварна-грашовай гаспадаркі (капіталадынамічнай сістэмы) і крытэрыі яе ўстойлівасці. Тэарэтычнае вызначэнне патэнцыялаў таварна-грашовай гаспадаркі як функцыі адпаведных пераменных састаўляе асноўную задачу статыстычнай капіталадынамікі (статыстычнай тэорыі таварна-грашовай гаспадаркі). Метад патэнцыялаў дазваляе ўстанавіць для шматфазных (шматукладных) і шматкампанентных эканамічных сістэм правіла, згодна з якімі колькасць фаз (эканамічных укладаў), суіснуючых у раўнавазе, не перавышае колькасць незалежных кампанентаў болей чым на два (правіла Гібса). Важныя якасці маюць вытворныя патэнцыялаў таварна-грашовай гаспадаркі. Першыя частковыя вытворныя па натуральных экстенсіўным пераменным роўны інтэнсіўным пераменным ( $\partial \Psi / \partial X_i = L_k$ ) і наадварот.

Галоўным сілавым патэнцыяльным полем, якое вызначае паводзіны таваравытворцаў у таварна-грашовай гаспадарцы, з'яўляюцца вызначаемыя адносінамі ўласнасці вытворчыя адносіны, дакладней прыватная ўласнасць на сродкі вытворчасці, якая з'яўляецца першаснай высновай працэсаў манапалізацыі і адказна за ўзнікненне дэфіцыту тавараў і, адпаведна, за манапольныя надбаўкі да цаны тавараў адносна цаны на свабодным рынку. Вытворчыя адносіны можна лічыць асноўным фактарам таварна-грашовай гаспадаркі, які вызначае яе патэнцыяльны даход (асабліва для эканамічнага ўкладу, грамадска-эканамічнай фармацыі). У такім разе, патэнцыяльны даход таварна-грашовай гаспадаркі можна азначыць як частку агульнага даходу, які залежыць ад вытворчых адносін, абумоўленых адносінамі уласнасці на сродкі вытворчасці (формай і правамі ўласнасці); як скрыты (нябачны, магчымы) аб'ём дахода (тавараў), які можна атрымаць, калі ліквідаваць эканамічную несвабоду таваравытворцаў-прадаўцоў, абумоўленую манапалізацыяй сродкаў вытворчасці. Дадатковым сілавым полем з'яўляецца недасканаласць арганізацыі таварна-грашовай гаспадаркі, тэхналогіі вытворчасці, якія вядуць да няпоўнага выкарыстання яе магутнасцей.

Вядома, што тры макраскапічныя параметры малекулярнай сістэмы ( $p, V, T$ ) ва ўмовах тэрмадынамічнай раўнавагі, калі  $f(p, V, T) = 0$ , звязвае тэрмічнае раўнанне стану, а два з трох гэтых параметраў – каларычнае раўнанне. Апошняе апісвае ўнутраную энергію сістэмы  $U$ . Для вылічэння як тэрмічнага, так і каларычнага раўнанняў стану дастаткова ведаць любы з тэрмадынамічных патэнцыялаў у выглядзе функцыі сваіх параметраў. Напрыклад, калі вядома характэрыстычная функцыя тэрмадынамічнай сістэмы пры незалежных параметрах  $V$  і  $T$  – патэнцыял Гельмгольца  $F$ , вызначаемы праз унутраную энергію  $U$ , энтрапію  $S$  і тэмпературу  $T$  ( $F = U - TS$ ), то раўнанні стану знаходзяць дыферэнцаваннем патэнцыяльнай функцыі:  $p = -(\partial F / \partial V)_T$ ,  $U = -T^2 \partial / \partial T (F / T)_V$ . Прыкладамі тэрмічных раўнанняў стану з'яўляюцца раўнанні Клапейрона, Ван дэр Ваальса і вірыяльнае раўнанне [17, с. 790-791].

Раней [16] намі паказана, што аналагам раўнання стану ідэальнага газу Клапейрона ( $pV = RT$ ) для ідэальнай таварна-грашовай гаспадаркі (гаспадаркі з дасканалай канкурэнцыяй), з'яўляецца раўнанне абмену Фішэра ( $pV = MT$ ), а аналагам раўнання стану рэальнага газу Ван дэр Ваальса  $(p + a/V^2)(V - b) = RT -$



кубічныя раўнанні абмену існуючай зараз таварна-грашовай гаспадаркі, гэта значыць гаспадаркі з недасканалай канкурэнцыяй  $(p + a/V^2)(V - b) = MT$ , дакладней  $-(p + a_1/V + a_2/V^2)(V - b) = MT$  ці  $(p + a_1/V^2 + a_2/V^3)V = MT$ . У такім разе, з улікам раней атрыманых вынікаў [19], патэнцыяльны даход таварна-грашовай гаспадаркі з дасканалай канкурэнцыяй (рынкавага сацыялізму), дакладней яе дадатковы даход, які можна атрымаць у рамках гэтага эканамічнага ўкладу у адносінах да гаспадаркі, заснаванай на прыватнай уласнасці на сродкі вытворчасці (буржуазнага грамадства), будзе роўны  $a_1/V + a_2/V^2$ , дзе  $a, a_1, a_2, a_3 - \text{const}$ .

Відавочна, што прапануемы падыход можна выкарыстоўваць пры характарыстыкі патэнцыялу таварна-грашовай гаспадаркі любога тыпу (эканамічны ўклад грамадства, дзяржава, прадпрыемства).

### Вывады

Пабудавана фізіка-матэматычная мадэль таварна-грашовай гаспадаркі, якая ўлічвае яе асноўныя макраскапічныя параметры: скорасць абарачэння грошай; узровень цэн і аб'ём вытворчасці-продажу тавараў; масу грошай ва абарачэнні; велічыню асноўнага, абаротнага і стартавага капіталу; даход (выручка ад продажу тавараў); крэдыт і г. д. Уведзены новыя эканамічныя тэрміны (капіталадынаміка, энтрапія таварна-грашовай гаспадаркі і др.).

Выяўлена магчымасць матэматычнага апісання патэнцыялу таварна-грашовай гаспадаркі з выкарыстаннем яе макраскапічных параметраў і паказана, што могуць існаваць патэнцыялы (патэнцыяльныя функцыі) розных тыпаў, якія залежаць ад камбінацый макраскапічных параметраў.

Выказана думка, што галоўнае патэнцыяльнае поле таварна-грашовай гаспадаркі фарміруюць вытворчыя адносіны (адносіны ўласнасці), дакладней прыватная ўласнасць на сродкі вытворчасці, якая, у рэшце рэшт, з'яўляецца прычынай несвабоды таваравытворцаў, працэсаў манапалізацыі і манапольнага даходу. У такім разе, асноўны патэнцыяльны даход грамадства – гэта дадатковая вартасць (рынкавая цана грамадска карыснай працы), якую можна атрымаць пры ліквідацыі эканамічнай несвабоды таваравытворцаў.

### Спісак літаратуры

1. Кольцов Н.К. //Биологический журнал. – 1934. – Т. 3, № 2. – С. 441.
2. Словарь иностранных слов. – 18-е изд., стер. – М: Рус. Яз., 1989. – 624 с.
3. Ожегов С.И. Словарь русского языка: 70000 слов /Под ред. Н.Ю. Шведовой. – 22-е изд., стер. – М.: Рус. яз., 1990. – 921 с.
4. Популярная экономическая энциклопедия /Гл. ред. А.Д. Некипелов; Ред. кол.: В.С. Автономов, О.Т. Богомолов, С.П. Глинкина и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. – 367 с.
5. Авдеенко В.Н., Котлов В.А. Производственный потенциал промышленного предприятия. – М.: Экономика, 1989. – 240 с.
6. Донец Ю.Ю. Эффективность использования производственного потенциала. – Киев: Знание, 1978.
7. Миско К.М. Ресурсный потенциал региона (теоретические и методические аспекты исследования). – М.: Наука, 1991. – 94 с.
8. Драгун Н.П., Карпенко Е.М. //Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2000. – № 3. – С. 96-102.

9. Горбунов Э. //Вопросы экономики. – 1991. – № 2. – С. 12-20.
10. Словарь современной экономической теории Макмиллана. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 608 с.
11. Белокрылова О.С., Михалкин Е.В. Экономика труда: Конспект лекций. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 224 с.
12. Архипов В.Н. Проектирование производственного потенциала объединений (теоретические аспекты). – Л.: Изд. ЛГУ, 1984. – 258 с.
13. Анчишкин А.И. Наука. Техника, экономика. – М.: Экономика, 1996. – 156 с.
14. Минюк С.А., Ровба Е.А., Кузьмич К.К. Математические методы и модели в экономике. – Мн.: ТетраСистемс, 2002. – 432 с.
15. Экономическая теория (политэкономия): Учебник /Под общей ред. акад. В.И. Видяпина, акад. Г.П. Журавлевой. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 560 с.
16. Ягоранкаў М.І., Казакова А.М., Старадубцава М.М. //Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2002. – № 2. – С. 77-85.
17. Физический энциклопедический словарь /Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 928 с.
18. 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.
19. Ягоранкаў М.І., Казакова А.М., Старадубцава М.М. //Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого, 2003. – № 1. – С. 111-122.

*Паступіў у рэдакцыю 16.01.2003 г.*