



Munich Personal RePEc Archive

Modelling of the new product introduction into market, using system dynamics method

Skribans, Valerijs

Riga Technical University

2008

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/16354/>
MPRA Paper No. 16354, posted 11 Aug 2009 07:29 UTC

MODELLING OF THE NEW PRODUCT INTRODUCTION INTO MARKET, USING SYSTEM DYNAMICS METHOD**JAUNA PRODUKTA IEVEŠANAS TIRGŪ MODELĒŠANA, IZMANTOJOT SISTĒMDINAMIKAS METODI**

Valērijs Skribans, Dr.oec.,

Riga Technical University, leading researcher

Address: 8 Indriķa St., Riga, LV-1004, Latvia

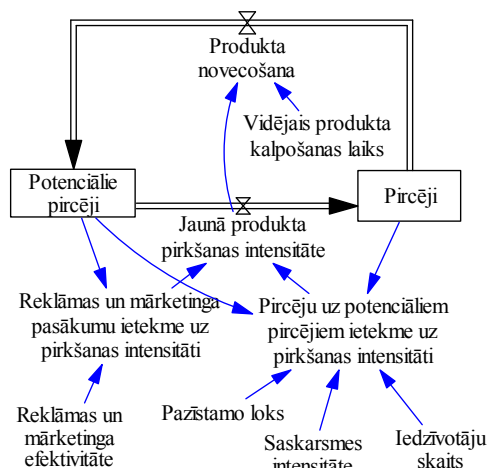
E-mail: valerijs.skribans@rtu.lv

Atslēgas vārdi: sistēmdinamika, modelēšana, imitācija, inovācijas, jauns produkts, mobilo telefonu tirgus, mārketing

Pēdējos gados lēmumu pieņemšanā arvien vairāk pielieto nestandarta ekonomiski matemātiskus paņēmienus, t.sk. sistēmdinamikas metodi. Agrāk sistēmdinamikas metode asociējās ar reģionālām un globālām problēmām (Dž. Foresters)[1], bet šodien tā ir moderna ikdienas pieeja biznesa problēmu risināšanai. Šī raksta mērķis ir pamatot sistēmdinamikas metodes pielietojšanas iespējas, modelējot inovācijas vai jaunu produktu izlaišanu tirgū.

Sistēmdinamika (sistēmpieeja, sistēmdomāšana) ir viens no sistēmu pētīšanas virzieniem, kurš analizē sistēmas uzvedību laikā atkarībā no sistēmas elementu struktūras un to savstarpējās iedarbības, t.sk. cēloņu - sekū sakarībām, atgriezeniskām saitēm, iedarbības reakcijas ātruma utt. [2]. Ekonomikā sistēmdinamika pēta objektu ietekmējošo ekonomisko sakarību kopumu, lietojot sakarību matemātiskos vienādojumus, aprēķinu algoritmus, speciālas datorprogrammas imitējošai modelēšanai. Modelējot ekonomisko objektu uzvedību, sistēmdinamikas metodes galvenais uzdevums ir pēc iespējas korektāk atspoguļot modeli reālās sakarības. Pēc modeļa izveidošanas nākamais solis ir eksperimenti ar modeļa palīdzību un rezultātu analīze.

Vienu no pirmajiem inovāciju un jaunu produktu ieviešanas tirgū sistēmdinamikas modeļiem piedāvāja Franks Bass 1969.gadā (Bass diffusion model (BDM) [3]). Līdz šim brīdim tas ir viens no populārākajiem jaunā tirgus pētīšanas modeļiem, uz tā bāzes ir veidotas daudzas modifikācijas. Šajā rakstā ir atspoguļota autora piedāvātā BDM modifikācija, kura ir salīdzināta ar Džona Stermana modeļa modifikāciju atkārtoto pirkumiem [4] un ir izstrādāta Latvijas mobilo telefonu tirgum. Izstrādātā modeļa modifikācija ir atspoguļota 1. attēlā.



1. att. Sistēmdinamikas modelis inovāciju un jaunu produktu ieviešanai tirgū
 Atbilstoši 1. attēlam tiek veidotas sistēmdinamikas rādītāju matemātiskās sakarības, kas tālāk tekstā dotas kopā ar to ekonomiskā satura skaidrojumiem: (Modeļa skaidrojošie vienādojumi, kā arī attēli, ir atspoguļoti atbilstoši vispārpieņemtiem sistēmdinamikas apzīmējumiem [4]).

Modeļa pamatvienādojumi

$$1. \text{ Potenciālie pircēji} = \text{INTEGRAL} (\text{Produkta novecošana} - \text{Jaunā produkta pirkšanas intensitāte}, 1521230) \quad (1)$$

Šī sakarība parāda, ka potenciālo (mobilo telefonu) pircēju skaits Latvijas tirgū ir atkarīgs no to sākumā novērtētā apjoma, potenciālo pircēju skaita, kuri realizēja savus nodomus, pērkot mobilos telefonus (kas aprēķināts tālāk vienādojumā „Jauna produkta pirkšanas intensitāte”), un no pircējiem, kuri nolēma veikt atkārtotu pirkumu sakarā ar mobilā telefona novecošanu (aprēķināts tālāk 4.vienādojumā „Produkta novecošana”). Mobilā telefona pirkšana samazina potenciālo pircēju skaitu, bet mobilā telefona novecošana potenciālo pircēju skaitu palielina. Sākotnēji novērtētais pircēju skaits 1998. gadā ir 1 521,23 tūkst. cilvēku, ar sekojošu Latvijas iedzīvotāju struktūru: 25% iedzīvotāju līdz 14 gadu vecumam, 90% no 15 līdz 44 gadiem, 70% no 46 līdz 65 gadiem un 25% virs 65 gadiem.

$$2. \text{ Pircēji} = \text{INTEGRAL} (\text{Jaunā produkta pirkšanas intensitāte} - \text{Produkta novecošana}, 0) \quad (2)$$

Atbilstoši šai sakarībai pircēju skaits Latvijas tirgū ir atkarīgs no potenciālā pircēju skaita, kuri nopirka mobilo telefonu, un no pircējiem, kuri nolēma veikt atkārtotu pirkumu sakarā ar mobilā telefona novecošanu. Sākotnēji tiek pieņemts, ka pircēju skaits inovatīviem un jauniem produktiem ir nulle. Pircēju skaits un potenciālo pircēju skaits veido noteiktu loku, un, nemainot citus nosacījumus, cilvēki var atrasties tikai vienā vai otrā pozīcijā. Klasisko BDM paplašināja Dž. Stermans [4], kas atspoguļots 3. pamatvienādojumā.

$$3. \text{ Produkta novecošana} = \text{DELAY FIXED} (\text{Jaunā produkta pirkšanas intensitāte}, \text{Vidējais produkta dzīves laiks}, 0) \quad (3)$$

Sakarībā tiek pieņemts, ka katrs nopirktais telefons noveco pēc vidējā kalpošanas laika. Dž. Stermana pieeja ir šāda – produkta novecošana ir tieši proporcionāla pircējiem (mobilo telefonu lietotājiem) un atgriezeniski proporcionāla produkta vidējam lietošanas laikam. Pēc

Dž. Stermana modeļa, tiklīdz parādās pircēji, uzreiz kāda daļa no tiem nolemj un atgriežas potenciālo pircēju lokā. Šajā rakstā atspoguļotajā modelī pircēju kustība atpakaļ līdz potenciālajiem pircējiem notiek tikai pēc produkta vidējā kalpošanas laika, un nekādā citā brīdī. Raksta beigās izmantotās pieejas salīdzinātas arī praktiski.

$$4. \text{ Jaunā produkta pirkšanas intensitāte} = \text{Pircēju uz potenciāliem pircējiem ietekme uz pirkšanas intensitāti} + \text{Reklāmas un mārketinga pasākumu ietekme uz pirkšanas intensitāti} \quad (4)$$

Sakarība parāda, ka jaunā produkta pirkšanas intensitāte (produkta pirkšana, vienlaicīgi pāreja no potenciāliem pircējiem uz pircējiem) ir atkarīga no diviem faktoriem: no reklāmas un mārketinga pasākumiem un no „paziņu ieteikumiem” (angl. „Word of Mouth”). Šie divi faktori ir neatkarīgi viens no otra, papildina viens otru un tiem ir vienāda iedarbība uz kopējo rezultātu.

$$5. \text{ Pircēju uz potenciāliem pircējiem ietekme uz pirkšanas intensitāti} = \text{Pircēji} * \text{Saskarsmes intensitāte} * \text{Paziņu loks} * \text{Potenciālie pircēji} / \text{Iedzīvotāju skaits} \quad (5)$$

Atbilstoši 5. sakarībai pircēju uz potenciāliem pircējiem ietekme („paziņu ieteikumi”) pirmām kārtām ir atkarīga no informācijas nesējiem (pircējiem, dotajā gadījumā ietekmējošiem), kā arī no tā, cik intensīvi notiek informācijas apmaiņa (saskarsmes intensitāte), un no tā, vai cilvēki pievērš uzmanību paziņu ieteikumiem, vai informācijas nesējs dalās tajā ar visiem, ar ko kontaktējas (paziņu loks). Varbūtība, ka ietekmējošā persona kontaktē ar potenciālo pircēju, izpaužas kā potenciālo pircēju un iedzīvotāju skaita attiecība. F. Basa mainīgie „saskarsmes intensitāte” un „paziņu loks” mārketinga pētījumos ir grūti identificējami. Šī raksta autors vadījās no tā, ka tās ir cilvēku īpašības, kuras ir gandrīz vienādas visiem, neatkarīgi no dzīves vietas, gan ASV, gan Latvijā. Un šo mainīgo lielumu var ņemt no jau pabeigtiem pētījumiem [4].

$$6. \text{ Reklāmas un mārketinga pasākumu ietekme uz pirkšanas intensitāti} = \text{Potenciālie pircēji} * \text{Reklāmas un mārketinga efektivitāte} \quad (6)$$

Reklāmas un mārketinga rezultāts ir atkarīgs no mērķa auditorijas un no pasākumu efektivitātes. Šī raksta ietvaros ir pieņemts, ka mārketinga efektivitāte Latvijā ir nedaudz zemāka nekā ASV mārketinga efektivitāte.

Modeļa eksogēnie mainīgie

1. Vidējais produkta dzīves laiks = 3 (mobilā telefona kalpošanas laiks 3 gadi)
2. Reklāmas un mārketinga efektivitāte = 0,01
3. Paziņu loks = 0,01
4. Saskarsmes intensitāte = 100
5. Pircēju un potenciālo pircēju skaits = 1,512 milj.cilvēku (7)

Piektajā eksogēnajā mainīgajā norādītais pircēju un potenciālo pircēju skaits Latvijā izskatās ļoti dīvaini, kad faktiskais iedzīvotāju skaits ir ap 2,2 miljoni. Klasiskie modeļi neparedz tādas situācijas, kad varētu būt situācija bez pircējiem un potenciāliem pircējiem. Šajā gadījumā norādītais skaitlis ir ņemts kā sākumpunkts, tālāk 8 gadu laikā pircēju un potenciālo pircēju skaits pakāpeniski aug līdz faktiskajam iedzīvotāju skaitam, paplašinot potenciālo mobilo telefonu pircēju skaitu. Tas darīts tāpēc, ka no 1998. gada mobilo telefonu

potenciālo pircēju skaits paplašinājies, ņemot vērā faktoros ārpus modeļa (ienākumu pieaugums, inflācija) un veiktos mārketinga pasākumus (mobilie telefoni kļuva pieejami „par 1 latu”).

Apskatītā modeļa veidošana, modelēšana un rezultātu analīze ir apgrūtinātas bez specializētām datorprogrammām. Sistēmdinamikas programmnodrošinājums pieder pie lēmuma atbalsta grupas programmām, un tā sastāvā ir STELLA[®] (IThink[®]), Studio (sauc arī pēc tā ražotāja nosaukuma - PowerSim), Vensim[®], AnyLogic[®] [5, 6, 7, 8]. Programmas var kalpot dažādiem mērķiem dažādās nozarēs. Rakstā tās ir salīdzinātas no ekonomista viedokļa, t.i., pielietojuma uzņēmējdarbībā un tautsaimniecības plānošanā.

Programmām - STELLA un IThink ir viens izstrādātājs, tās ir ļoti līdzīgas, atšķiras pēc ieteicamā izmantošanas veida: STELLA ieteicama mācību mērķiem un pētījumiem, bet IThink – uzņēmējdarbībai, tāpēc tālāk tiek analizēta tikai programma STELLA. Visas programmas salīdzinātas tabulā.

Autora pieredze rāda, ka iesācējiem, studentu apmācībai un komersantiem pieņemamāka ir programma STELLA. Liela mēroga modeļu veidošanai (tautsaimniecībai kopumā, reģionālā plānošanā) ieteicams lietot programmu Vensim. Programmu AnyLogic pielietošanu ekonomiskajā modelēšanā ierobežo gan augstā cena, gan paaugstinātas datorzināšanu prasības.

Tabula

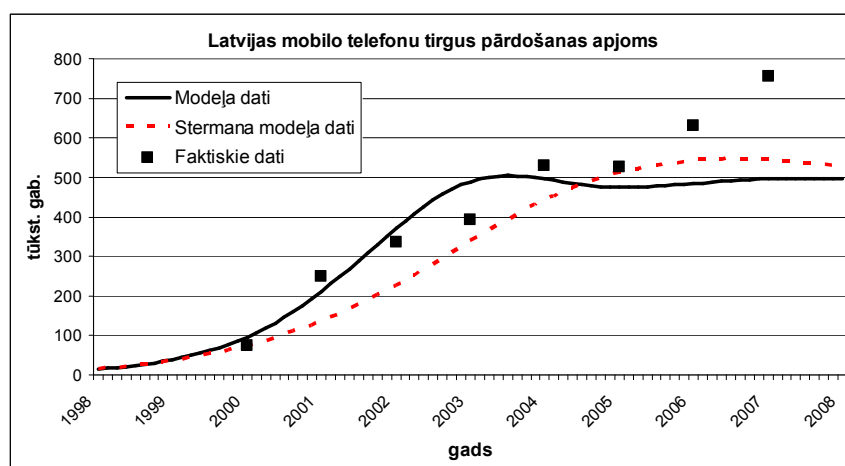
Sistēmdinamikas programmnodrošinājuma salīdzinājums

Salīdzināšanas rādītājs	STELLA	PowerSim	Vensim	AnyLogic
Vai lietošanai ir vajadzīgas specializētas datorzināšanas	nē	nē	nē	atsevišķām operācijām
Vai ir iespējams apgūt programmu patstāvīgi	pilnībā	ar nelieliem ierobežojumiem	ar nelieliem ierobežojumiem	daļēji
Sistēmdinamikas funkcionalitāte	pilna	uzlabota	paplašināta	pilna
Papildus iespējas	nav	nav	nav	agent based modeling; discrete event modeling; un 3 modelēšanas veidu vienlaicīga lietošana; jaudīgs animācijas un vizualizācijas līdzeklis
Aptuvena cena (ražotāja reģionā) „Pro” versijai, Euro	1 300	1 350	800	11 990

Tabulā analizētās „Pro” versijas dažādiem ražotājiem atšķiras; dažiem tās ir augstākas funkcionalitātes versijas (STELLA), bet dažiem (Vensim) ir vēl jaudīgākas versijas. Programmās salīdzinātas „Pro” versijas, jo tās iekļauj pilnu pētniekam vai komersantam nepieciešamo komplektu. Mācību un akadēmiskiem mērķiem ražotāji piedāvā pilnas funkcionalitātes versijas, licencē, norādot aizliegumu lietot to apmaksātos pētījumos utt. Akadēmiskiem mērķiem programmnodrošinājums ir pieejams par būtiski samazinātām cenām. Bez maksas demonstrācijas programmu versijas ir iespējams lejupielādēt no ražotāju saitēm [5, 6, 7, 8].

Augstāk aprakstītais modelis tika realizēts, izmantojot Vensim programmnodrošinājumu (2. attēls).

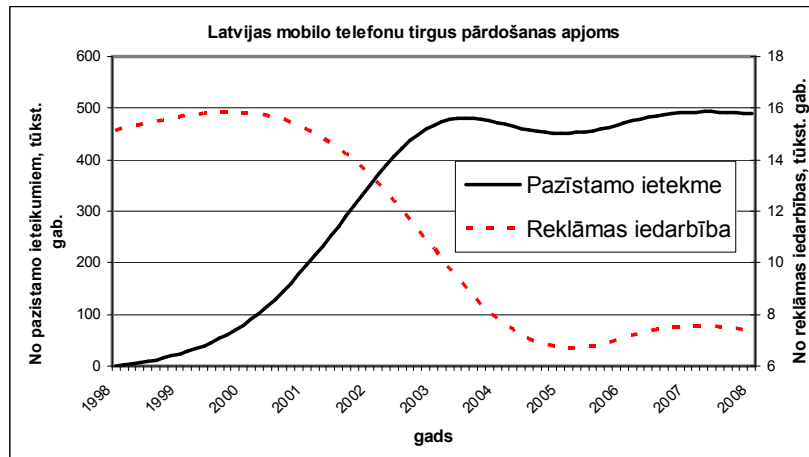
2. attēlā ir atspoguļoti augstāk aprakstītā sistēmdinamikas modeļa darbības rezultāti, tie salīdzināti ar Dž.Stermāna modeļa un faktiskajiem datiem. Diemžēl autoram nebija pieejami dati par mobilo telefonu pārdošanas tirgu, tāpēc tajā vietā tiek izmantoti faktiskie dati par mobilo telefonu importa apjomu Latvijā, kas tikai nelielā apjomā var ietekmēt vērtējuma kvalitāti. Pieņemts, ka mobilo telefonu importa apjoms Latvijā sakrīt ar to pārdošanu. Pētījuma rezultātus var ietekmēt arī datu trūkums līdz 2000. gadam, bet, analizējot faktiskos datus, ir redzams, ka līdz šim gadam tirgus apjoms ir niecīgs.



2. att. Latvijas mobilo telefonu tirgus modelēšana, izmantojot sistēmdinamikas modeli.

Aprakstītais modelis ir tuvāk faktiskajiem datiem nekā Dž.Stermāna modelis. Piedāvātajā modelī attīstība notiek straujāk un pēc ātras attīstības notiek korekcija 7% apjomā, tālāk pēc lejupslīdes cikliem notiek stabilizācija apjomā, kādu mārketingā sauc par tirgus ietilpību. Dž.Stermāna modelī attīstība notiek lēnāk, nav korekcijas un nav ciklisko svārstību. Abi modeļi nosaka vienādu Latvijas mobilo telefonu tirgus ietilpību – 492 482 gab./gadā, kas ir par 35% mazāk nekā norāda faktiskie dati. Tik lielu starpību starp modeļa un faktiskajiem datiem var veidot pētījuma pieņēmumi: mobilā telefona kalpošanas laiks var neatbilst 3 gadiem, importētie telefoni varētu palikt noliktavās. Iepriekš nebija teikts, bet šis modelis noklusējis paredz, ka vienam pircējam varētu būt tikai viens pirkums. Tas arī varētu būt apšaubāms pieņēmums: Latvijā daudziem lietotājiem ir 2 telefona aparāti. Kopumā piedāvātais modelis izskaidro 92% no faktisko datu svārstībām, kas ir diezgan labs prognozēšanas rezultāts.

Šis modelis ļauj novērtēt ne tikai tirgus potenciālo apjomu, bet arī norādīt pirkuma rašanās avotu: vai tas ir reklāmas iedarbības rezultāts vai pažiņu ieteikumi, to salīdzināšana ir atspoguļota 3. attēlā.



3. att. Reklāmas iedarbība Latvijas mobilo telefonu tirgū

Analizējot 3. attēlu par Latvijas mobilo telefonu tirgu, var secināt, ka inovatīviem produktiem reklāmas pasākumi darbojas aptuveni 5 gadus jeb līdz laikam, kad tirgus pārdošanas apjoms sasniegs potenciālo tirgus apjomu. Tālāk efekts no reklāmas pasākumiem samazināsies divas reizes. Palielinot mārketinga un reklāmas efektivitāti, ir iespējams palielināt pārdošanas apjomu, bet ir nepieciešams sekot arī šīs darbības efektivitātei. No 3. attēla ir redzams, ka reklāmas ietekme uz pārdošanas apjomu ir 60 - 120 reizes zemāka nekā pazīstamo ietekme. Tādos apstākļos jāpieņem lēmums, vai ir vērts ieguldīt līdzekļus preces reklamēšanā pēc tirgus sākuma attīstības.

Atspoguļotais modelis parāda, ka inovatīvo produktu ieviešanas tirgū svarīgākā loma ir potenciālo pircēju lokam. Uzņēmēji, izmantojot modeli, var atrast optimālo bilanci, plānojot produkta pieejamību pircējiem jeb potenciālo pircēju loku, un pārdošanas mārketinga aktivitātes. Pārāk dārgu produktu pie šaura pircēju loka nebūs iespējams pārdot, neskatoties uz jebkādiem mārketinga pasākumiem. Tāpēc pirms produkta izstrādāšanas nepieciešams prognozēt pircēju attieksmi pret jauno produktu, tai skaitā, izmantojot sistēmdinamikas modelēšanas līdzekļus.

LITERATŪRA

1. Форрестер Д. Мировая динамика. – Москва: АСТ, 2003. – с. 379.
2. http://en.wikipedia.org/wiki/System_Dynamics
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Frank_Bass
4. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. – USA: McGraw-Hill, 2000, – p. 982.
5. <http://www.iseesystems.com>
6. <http://www.powersim.com>
7. <http://www.vensim.com>
8. <http://www.xjtek.com>

Skrībans V. Jauna produkta ieviešanas tirgū modelēšana, izmantojot sistēmdinamikas metodi

Pēdējos gados lēmumu pieņemšanā arvien vairāk pielieto sistēmdinamikas metodi. Šī raksta mērķis ir pamatot sistēmdinamikas metodes pielietošanas iespējas, modelējot inovācijas vai jaunu produktu izlaišanu tirgū. Pētījumā atspoguļots un aprakstīts Latvijas mobilo telefonu tirgus prognozēšanas modelis; ir salīdzināts sistēmdinamikas modelēšanas programnodrošinājums; modelēta Latvijas mobilo telefonu tirgus darbība kopš

tirgus veidošanās; noteikts tirgus potenciālais apjoms; faktiskā tirgus dinamika salīdzinājumā ar modeļa datiem; pētīti tirgus apjomu ietekmējošie faktori; doti ieteikumi ietekmējošo faktoru analīzei.

Pētījumā ir atspoguļota autora piedāvātā BDM modifikācija, kura ir salīdzināta ar Dž. Stermana modeļa modifikāciju atkārtotiem pirkumiem un ir izstrādāta Latvijas mobilo telefonu tirgum. Rakstā pieņemts, ka katrs nopirktais telefons noveco pēc vidējā produkta kalpošanas laika. Analizēta Dž. Stermana pieeja, ka produkta novecošana ir tieši proporcionāla pircējiem (mobilo telefonu lietotājiem) un atgriezeniski proporcionāla produkta vidējam lietošanas laikam.

Skribans V. Modelling of the new product introduction into market, using system dynamics method

System dynamics methods have found a wider application in decision making recently. The aim of the present paper is to substantiate the application of the possibilities of system dynamics methods, by modelling innovations and the introduction of new products into the market. The research presents the model of forecasting the mobile telephone market in Latvia; it gives the comparison of the software of system dynamics modelling. The simulation of the mobile telephone market has been worked out and the potential market volume has been determined. The actual market dynamics has been compared to the simulation results and the factors which influence the market volume have been investigated and suggestions for analysing these factors have been provided.

The author presents the comparison of the Bass Diffusion Model modification with that of the Stermans Model for repeated purchases, with modification being adjusted for the Latvian mobile telephone market. The author admits that each mobile telephone purchased becomes obsolete after exceeding the average service time. The paper also gives an analysis of J. Stermans' approach, who considers that product obsolescence is directly proportional to the number of buyers (mobile phone users) and inversely proportional to the product average service time.

Скрибан В. Моделирование выпуска нового продукта на рынок, используя метод системной динамики

В последние годы при принятии решений все чаще используется метод системной динамики. Цель этого исследования - показать возможности применения метода системной динамики, моделируя инновации, выпуск новых продуктов на рынок. В исследовании отображена и описана модель прогнозирования рынка мобильных телефонов Латвии; сравнено программное обеспечение для моделирования в системной динамике; моделировано поведение рынка с момента его формирования; определен потенциальный рыночный объем; фактическая динамика рынка сравнена с данными моделирования; исследованы факторы? влияющие на рыночный объем; разработаны советы для анализа влияющих факторов.

В исследовании отображена предложенная модификация БДМ, которая сравнена с модификацией повторяющихся покупок Дж. Стермана и разработанная для рынка мобильных телефонов Латвии. В исследовании каждый купленный телефон устаревает после среднего периода службы продукта. У Стермана иной подход - продукт устаревает прямо пропорционально числу покупателей и обратно времени службы. В исследовании движение покупателей назад до потенциальных покупателей происходит только после среднего периода службы продукта, и ни в коем случае не просходит в иной момент.