

д. ф.-м. н., професор, Капустян В.О.  
магістрат, Мірошніченко К.А.  
Національній технічній університет України «КПІ»

## РАЦІОНАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ БОРОТЬБИ З КОРУПЦІЄЮ

Дана стаття присвячена актуальному питанню – аналізу можливих шляхів обмеження корупції. Побудовано математичну модель обмеження корупції, яка дозволяє спрогнозувати на майбутнє розмір частки корумпованих бюрократів та визначити, які чинники і як на неї впливають. Сформульовано основні висновки аналізу моделі та проведено її мінімізацію методом Лагранжа.

The article is given devoted a question – analysis of possible ways of limitation of corruption. Was developed the mathematical model of limitation of corruption which allows forecasting on the future the size of particle of the corrupted bureaucrats and to define, what factors and as on it influence. The basic conclusions of analysis of model are formulated and its minimization is conducted by the method of Lagrang.

Однією з найгостріших проблем українського суспільства є корупція. Навіть на міжнародному рівні Україна користується репутацією надзвичайно корумпованої країни.

Державна корупція визначається в [1,2] як продаж державними службовцями державної власності в приватних цілях.

Економічні збитки від корупції ведуть до послаблення економічного розвитку та формують неефективну економіку, відлякують інвесторів, платників податків.

Політичні збитки від корупції тягнуть за собою підрив верховенства права, зменшення поваги і довіри до лідерів та владних інститутів, знижують підзвітність, сприяють корумпованості виборчого процесу, зменшують рівність у наданні державних послуг.

Моральні збитки від корупції ведуть до втрати довіри до демократичних цінностей, влади та суспільних інститутів, які їх декларують. Морально-етична деморалізація суспільства підвищує рівень злочинності та роль асоціальних груп.

Багато відомих економістів досліджували таке явище як корупція.

Наприклад, В.Танци [3] аналізує феномен корупції і стверджує, що для її зменшення необхідно радикально понизити роль держави в економіці і скоротити розмір суспільного сектора.

М.Джонстон [4], в свою чергу, вважає, що корупція є симптомом глибших проблем суспільства, що підтверджується емпіричними даними: корупція тісно пов'язана зі спадами економічного розвитку, пониженням інвестицій, слабкою

інституціоналізацією уряду, низьким рівнем суспільної взаємодії і слабкістю закону, низькою конкурентоспроможністю, низьким рівнем участі мас в політиці і слабким захистом цивільних свобод, низьким освітнім рівнем та ін.

Можна сказати, що проблема корумпованості влади виступає навіть більш гострою, ніж традиційно болючі для українського суспільства високі рівні цін, безробіття та ріст злочинності. Можливо, це пов'язано з уявленням людей про те, що проблеми, які найбільш турбують суспільство, не можна вирішити, поки органи влади залишаються корумпованими.

В роботі розглядається динамічна модель Ф.Т.Луї [5] - модель обмеження корупції. Досліджується залежність рівноважних рівнів корупції від параметрів моделі. В роботі Луї знаходиться залежність частки корумпованих агентів в часі, оцінюється, який вплив робить штраф на агента в його подальшій діяльності, робиться прогноз на зміну цієї величини при зміні фінансування перевірок.

В даній роботі, в порівнянні з моделлю Луї, також пропонується визначити який вплив робить зміна граничного значення чесності чиновників на величину частки корумпованих агентів та проводиться оптимізація цієї моделі на прикладі, аналізуються результати і визначається за яких умов можна досягти мінімально можливої частки корумпованих агентів.

**Постановка задачі.** У даній моделі розглядається динамічна оптимізаційна задача в дворівневій організаційній системі.

Склад організаційної системи наступний:

- $\frac{3}{4}$  центр (в ролі якого в даній моделі виступає держава),
- $\frac{3}{4}$  агенти (в ролі яких в даній моделі виступають бюрократи).

У економіці в кожен період існують два покоління бюрократів, що перекриваються, - старе і молоде. В період часу  $t$  першу групу – старі бюрократи, складають ті агенти, які брали участь в організаційній системі в період часу  $(t - 1)$ . Відповідно, другу групу – молоді бюрократи, складають ті агенти, які не брали участь в організаційній системі в період часу  $(t - 1)$ .

У кожен період кожному бюрократові пропонується одиниця доходу у вигляді хабара, і він вирішує, приймати її чи ні.

Потім проводиться перевірка агентів обох груп. Якщо агент корумпований, перевірка завжди виявляє цей факт; у такому разі на агента накладається штраф.

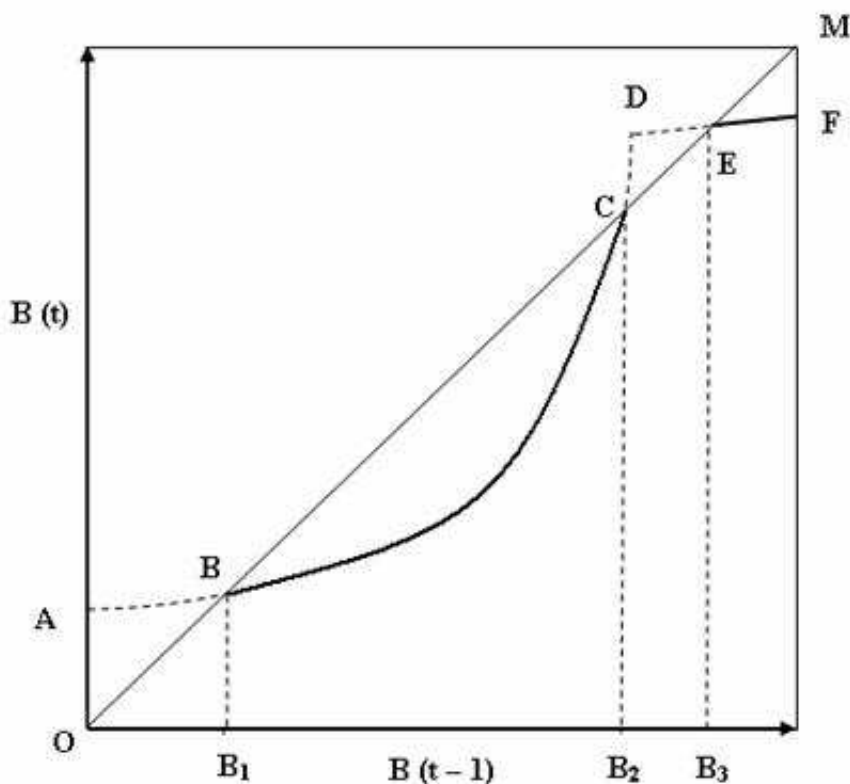
Якщо молодий бюрократ приймає хабар, і його згодом перевіряють, то з вірогідністю одиниця він повинен заплатити грошовий штраф в  $C$  одиниць. Він може продовжити свою роботу в наступний період. Проте якщо він знову візьме хабар і буде спійманий, то новий штраф буде рівний вже  $C'$  одиниць. При цьому  $C'$  настільки великий, що бюрократ, покараний ще молодим, не прийматиме іншого хабара, поки вірогідність перевірки – позитивна величина. Вірогідність  $p(t)$  перевірки бюрократа під час  $t$  однакова для кожного. Бюрократи в одному поколінні розрізняються тільки по ступенях їх чесності  $h$ . Якщо бюрократ з чесністю  $h$  приймає хабар, то він просто оцінює його в  $(1 - h)$  одиницю. Кожен період уряд витрачає  $R$  одиниць ресурсів на перевірку.

$V(t)$  – частка корумпованих агентів серед всіх бюрократів покоління у момент часу  $t$ .  $V(t)$  є середнім арифметичним між долями старих і молодих корумпованих бюрократів, які приймають хабарі у момент  $t$ . Ця величина використовується для вимірювання рівня корупції в економіці у момент часу  $t$ .

**Методологія.** Модель обмеження корупції представлена об'єднанням двох рівнянь:

$$V(t) = \begin{cases} \frac{f}{2} \left[ 2 - \frac{R}{N} (m - pV(t-1)) \right] \left[ 1 - \frac{R}{N} C(m - pV(t)) \right], & \text{якщо } f \left[ 1 - \frac{R}{N} C(m - pV(t)) \right] \leq 1, \\ 1 - \frac{1}{2} \left[ \frac{R}{N} (m - pV(t-1)) \right], & \text{якщо } f \left[ 1 - \frac{R}{N} C(m - pV(t)) \right] > 1, \end{cases}$$

Розв'язок цієї моделі видно на фазовій діаграмі (Рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Фазова діаграма**

На рис. 1.1. зображена діаграма зміни  $V(t)$  від  $V(t-1)$ . Крива  $(ABCD)$  відповідає першому рівнянню із системи. Вона перетинає лінію  $OM$  (ця лінія має нахил 45%, тобто це лінія –  $V(t) = V(t-1)$ ) в двох точках,  $B$  і  $C$ . Прямая  $DF$ , що представляє друге рівняння системи, перетинає лінію  $OM$  в точці  $E$ . Таким чином, існує три точки рівноваги і тільки в точках  $B$  і  $E$  рівновага є стійкою.

Особливий інтерес викликає питання про перехід економіки з одного рівня корупції на інший. Дослідження такого питання говорить про те, що коли суспільство стає поблажливішим до корумпованих бюрократів, то можливе різке підвищення рівня корупції. Більш того, одного разу з'явившись, високий рівень корупції залишається, навіть якщо параметри обмежувальної схеми

повернуться на колишній рівень. Це пояснює існування суспільств з рівними корумпованості, що різко відрізняються, і однаковими обмежувальними схемами. Пояснення цього факту полягає в тому, що, одного разу виникнувши, корупція вимагає вищих витрат на перевірку і заборону. Зусилля уряду стають менш ефективними.

Крім того, з моделі виходить, що у зв'язку із можливістю переходу від одного рівноважного стану до іншого іноді важка обмежувальна схема, що здавалася неоптимальною в короткий період, стає оптимальною в довгостроковий. В той же час у ряді випадків груба схема (наприклад, введення високих штрафів  $C$ ) може викликати зворотній ефект, перевівши економіку, що знаходиться на низькому рівні корупції (у точці  $B$ ), на високий рівень (у точку  $E$ ). Це відбудеться, якщо корупція "проскочить" в якийсь момент нестійкий стаціонарний стан (точку  $C$ ) через коливання, що виникли в процесі переходу.

Далі було проведено оптимізацію моделі обмеження корупції.

Потрібно було знайти при якому розмірі штрафу  $C$  та при якій величині затрат на перевірки  $R$ , частка корумпованих агентів  $B(t)$  буде мінімальною.

Оскільки дана модель має вигляд об'єднання двох рівнянь, а наш графік (рис. 3.1.) складається з двох частин, то мінімум буде знаходитися в якійсь одній з цих частин, тобто він буде рішенням одного із двох рівнянь.

Можна побачити, що друге рівняння із об'єднання – рівняння

$$B(t) = 1 - \frac{1}{2} \left[ \frac{R}{N} ((m - nB(t) - 1)) \right]$$

залежить лише від затрат на перевірки  $R$ , все інше нам відомо. Це рівняння не має мінімуму, оскільки

$$\frac{d}{dR} B(t) \neq 0$$

Отже мінімум знаходиться в першому рівнянні моделі:

$$B(t) = \frac{f}{2} \left[ 2 - \frac{R}{N} (m - nB(t) - 1) \right] \left[ 1 - \frac{R}{N} C(m - nB(t)) \right], \text{ якщо } f \left[ 1 - \frac{R}{N} C(m - nB(t)) \right] \leq 1$$

Мінімізація моделі була зроблена **Методом Лагранжа**.

Зміст методу Лагранжа полягає в тому, що спочатку складається функція Лагранжа, потім беруться похідні по всім невідомим змінним, які прирівнюються до 0. Тобто ми отримуємо систему трьох рівнянь з трьома невідомими, розв'язавши яку ми знайдемо наші невідомі змінні, і підставивши їх у початкову функцію, отримаємо мінімальне значення цієї функції.

**Результати дослідження.** Було зроблено припущення, що держава проводить перевірки бюрократів в кінці кожного кварталу. Потрібно було визначити, чи зменшиться і як частка корумпованих агентів на кінець року. Доля корумпованих агентів на початок першого кварталу – відома. Оскільки частка корумпованих агентів  $B(t)$  в період  $t$  залежить від частки корумпованих агентів  $B(t - 1)$  в період  $(t - 1)$ , це означає, що для того щоб знайти долю корумпованих агентів на кінець року треба пройти чотири періоди. Тобто  $t$

належить проміжку [1; 4].

Проте було враховано, ще такий параметр як граничне значення чесності бюрократів, оскільки воно також суттєво впливає на результат.

Розглянуто два припущення :

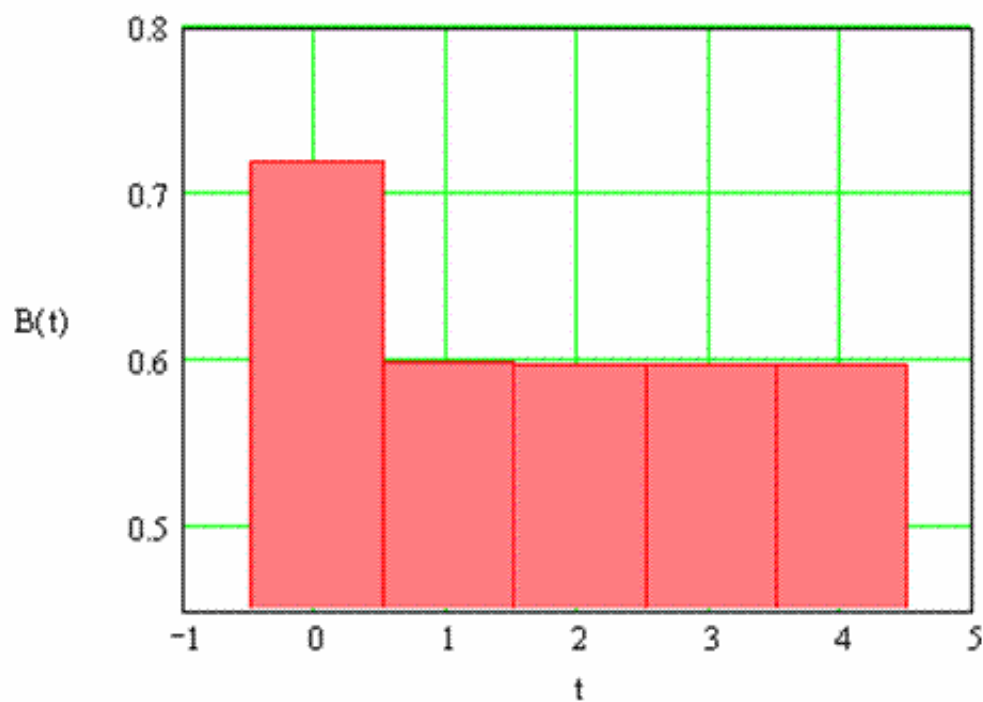
- перше, коли граничне значення чесності бюрократів ( $H$ ) не змінюється протягом року, тобто залишається таким яким воно було на початку;
- друге, коли на протязі року граничне значення чесності бюрократів ( $H$ ) змінюється.

Перше припущення.

Нехай  $H = 0,554$ . Тоді, в результаті проведення перевірок в кінці третього кварталу можна побачити, що мінімальна частка корумпованих агентів в період  $t=3$  співпадає із мінімальна частка корумпованих агентів в період  $t=2$ , тобто  $V(3) = V(2) = 0,597$  або 59,7 %. Отже маємо стан рівноваги, при якому частка корумпованих агентів в даний період дорівнює частці корумпованих агентів за минулий період .

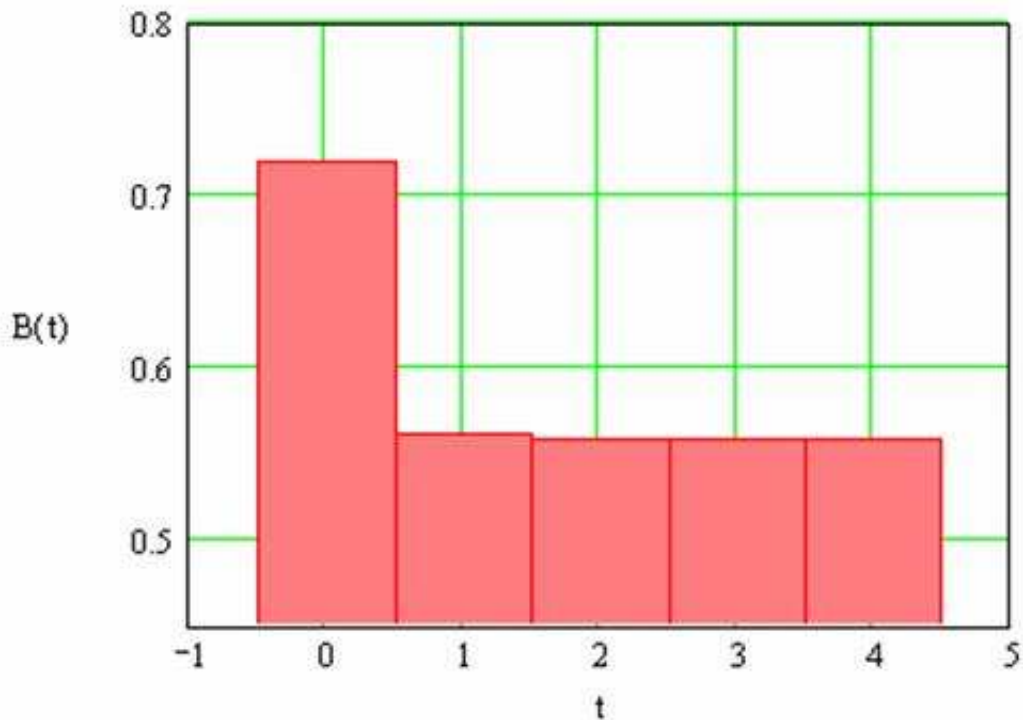
Тобто подальше проведення перевірок не призведе до зменшення частки корумпованих бюрократів, проте буде підтримувати її у рівноважному стані.

Залежність частки корумпованих агентів в часі можна побачити на графіку (рис. 1.2).



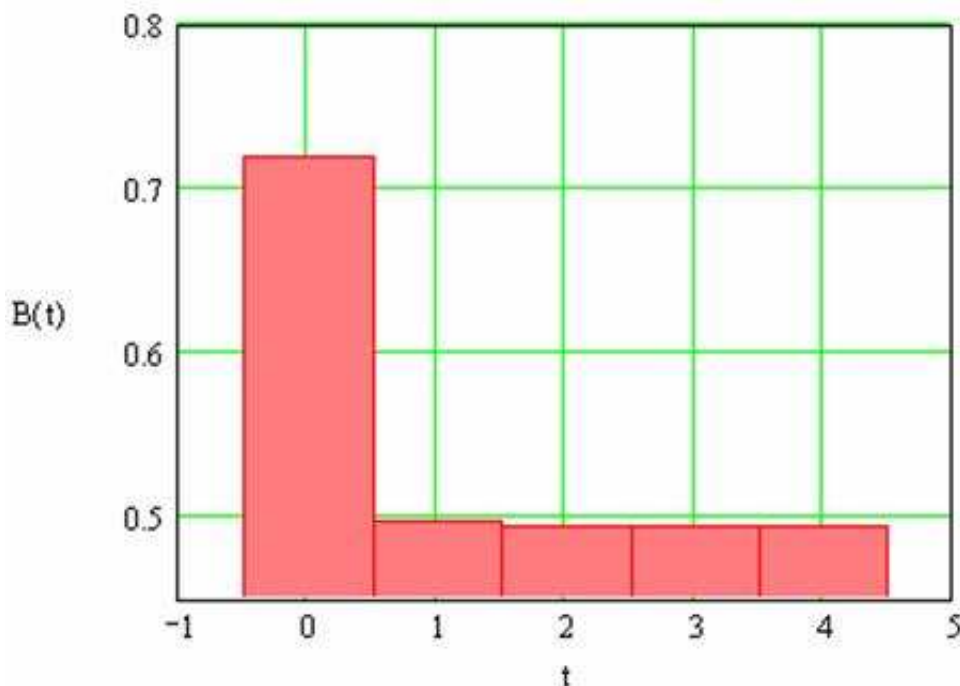
**Рис. 1.2. Графік залежності частки корумпованих агентів  $V(t)$  від  $t$  при  $H = 0,554$  .**

Нехай  $H = 0,574$ . В результаті проведення перевірок маємо стан рівноваги  $V(3) = V(2) = 0,559$  або 55,9 %. Залежність частки корумпованих агентів в часі можна побачити на графіку (рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Графік залежності частки корумпованих агентів  $V(t)$  від  $t$  при  $N = 0,574$ .**

Нехай  $N = 0,599$ . В результаті проведення перевірок маємо стан рівноваги  $V(3) = V(2) = 0,494$  або 49,4 %. Залежність частки корумпованих агентів в часі можна побачити на графіку (рис. 1.4).

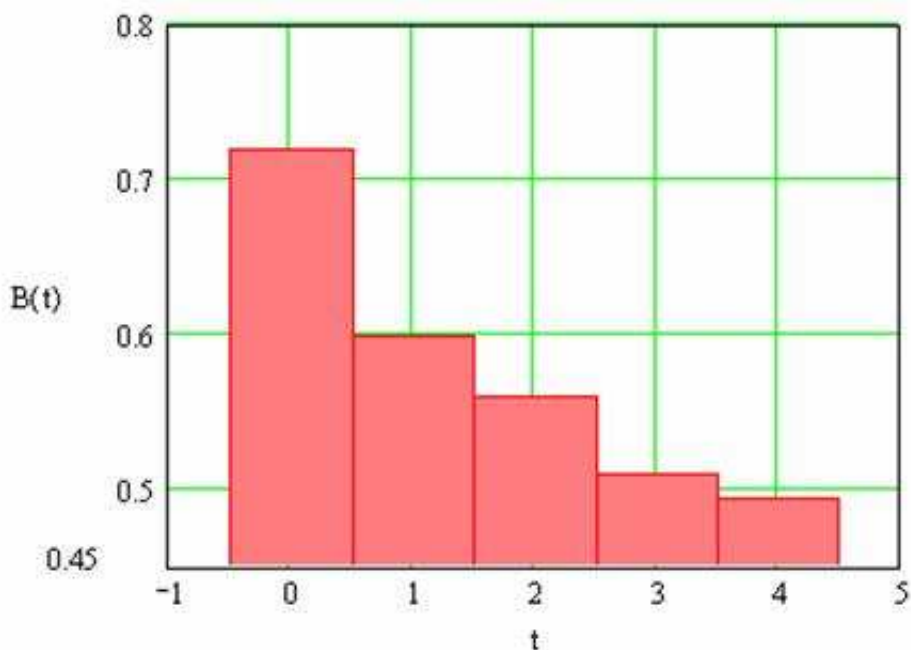


**Рис. 1.4. Графік залежності частки корумпованих агентів  $V(t)$  від  $t$  при  $N = 0,599$ .**

Із графіків (рис. 1.2, 1.3, 1.4) витікає, що при збільшенні граничної чесності бюрократів мінімальне значення частки корумпованих агентів, яке ми шукаємо зменшується.

Друге припущення.

Нехай  $H \neq \text{const}$ ,  $H \in [0,554; 0,599]$ . Залежність частки корумпованих агентів в часі можна побачити на графіку (рис. 1.5).



**Рис. 1.5.** Графік залежності частки корумпованих агентів  $V(t)$  від  $t$  при  $H \neq \text{const}$ .

Із графіка витікає, що, потрохи збільшуючи в кожному кварталі граничне значення чесності бюрократів, значення частки корумпованих агентів з кожним кварталом буде зменшуватись.

Порівнюючи отримані результати мінімізації на основі двох припущень, видно, що при однакових початкових значеннях  $H = 0,554$ , частка корумпованих агентів в кінці року різна. У випадку рис. 1.5 частка корумпованих агентів в кінці року становить 0,494, а у випадку рис. 1.2 – 0,597.

Це означає, що завданням держави є не тільки обмеження корупції, але і намагання, різними економічними, соціальними та політичними заходами, підвищувати граничне значення чесності своїх чиновників.

Також було розглянуто випадок, коли перевірки робилися не кожного кварталу, а раз на рік. За таких умов було отримано, що на кінець року частка корумпованих агентів склала 0,599. Хоча затрати на фінансування в даному випадку виявилися значно меншими, ніж при щоквартальній перевірці, проте частка корумпованих бюрократів виявилась більшою ніж в попередніх випадках. До того ж роблячи перевірки раз на рік держава б не враховувала можливість зміни граничного значення чесності бюрократів протягом цього року, що є дуже важливим як було видно з попереднього графіка, оскільки в тому випадку на кінець року частка корумпованих агентів становила 0,494.

Тобто, проведення перевірок раз на рік є не вигідним для держави, оскільки принесе їй меншу вигоду, ніж щоквартальне проведення перевірок.

**Висновки.** Проведено оптимізацію *моделі обмеження корупції* та її практичну реалізацію.

Дано відповіді на поставлені задачі:

¾ визначено, що одного разу з'явившись, високий рівень корупції

залишається, навіть якщо параметри обмежувальної схеми повернуться на колишній рівень.;

- ¾ знайдено залежність частки корумпованих агентів в даному періоді від доли корумпованих агентів в минулому періоді;
- ¾ оцінено, який вплив робить штраф на агента в його подальшій діяльності: молодий бюрократ покараний штрафом, не прийматиме іншого хабара доти, доки вірогідність перевірки позитивна величина;
- ¾ зроблено прогноз на зміну частки корумпованих агентів при зміні фінансування перевірок: збільшуючи витрати на перевірки потроху, частка корумпованих агентів буде зменшуватися;
- ¾ виявлено, що, потроху, збільшуючи значення граничне чесності бюрократів в кожному кварталі, тим самим зменшується мінімальне значення частки корумпованих агентів, яке буде на кінець року.

Необхідно зазначити, що вирішення проблеми корупції є головною метою для нашої країни на сучасному етапі її розвитку. В іншому, випадку усі зусилля, спрямовані на вирішення гострих соціальних та економічних проблем, будуть марними.

### Список літератури

1. Shleifer A., Vishny R.W. Corruption // Quarterly J. Economics. – 1993. V. 107. № 33. P. 1-30
2. Правила рынка/ Под ред. В.Д. Щетинина. М.: Междунар. отношения. – 1994. – 190 с.
3. Tanzi V. Corruption, Governmental Activities and Markets. International Monetary Fund Working Paper. – 1994. – P. 1-15
4. Johnston M. What Can Be Done about entrenched Corruption? // Annual Bank Conference on Development Economics. The World Bank // Washington, D.C. – 1997. – P. 15-34
5. Lui F.T. A Dinamic Model of Corruption Deterrence//J. Political Economy. – 1996. №31. – P. 20-37