



Рис. 3. Схема пьезо-датчика MiniSense100

Таким образом, использование данных датчиков показала, что поставленная задача вполне решаема, а именно разработка аппаратной системы контактного мониторинга температуры и пульса пациента может помочь медицинскому работнику выявить ряд скрытых заболеваний.

Список использованных источников

1. <http://brasleti.com.ua/kontrolnie-brasleti/medicinskie>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сомнология>
3. <http://www.sweli.ru/zdorove/meditsina/kardiologiya/puls-i-ego-harakteristiki.html>
4. Анищенко Л.Н., Ивашов С.И., Чапурский В.В. Математическое моделирование методов выделения сигналов дыхания и сердцебиения в видеоимпульсном радиолокационном датчике // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2006. №10.
5. Иммореев И.Я. Возможности и особенности сверхширокополосных радиосистем // Прикладная электроника. 2002. Т. 1, № 2. С. 122—140.
6. Атанов С.К., Кази Д.Е. «Расчет эффективности работы микроконтроллера с аналоговым вычислителем» №1503 от 11.11.13 МЮ РК

УДК 330.075

МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Шутеева Гулнур Сериковна

докторант 1 курса кафедры Системный анализ и управление,
 ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
 Научный руководитель – М.А.Бейсенби

Абстракт – предполагается нелинейная макроэкономическая математическая модель экономической системы, предназначенная для исследования краткосрочных колебаний и флуктуаций.

В настоящее время актуальной научной проблемой является системное исследование процессов развития экономической системы. В развитии экономики различных стран известны периоды кризисов во время которых рыночные механизмы становятся неустойчивыми. Из анализа различных периодов развития экономической системы различных стран также можно наблюдать краткосрочные колебания и флуктуации [1]. Трудной задачей является объяснения причин вызывающих эти колебания и теория экономических флуктуаций остается еще дискуссионной и требует системных исследований

[1,2], в рамках детерминированного хаоса в нелинейной динамической систем [2,3,4,5].

Неустойчивости рыночных механизмов непосредственно определяются проводимой в стране денежно-кредитной, фискальной, инвестиционной политикой и внешней экономической деятельностью государства [1]. Их строгий анализ должен опираться на четкое математическое описание процесса функционирования экономической системы [6] в динамике. Возможность исследования условий потери устойчивости равновесия рыночных механизмов появилось благодаря развитию теории открытых нелинейных динамических систем с управляющими и возмущающими воздействиями в форме обмена энергией, веществом и информацией [7,8].

Таким образом, в настоящее время также актуальной проблемой является системный анализ открытой, не равновесно развивающейся экономической системы [9,10] и исследование краткосрочных колебаний и флуктуаций и некоторых кризисных явлений, происходящих в экономической системе. Это требует разработки нелинейной математической модели [10,11] не равновесно развивающейся открытой экономической системы и создания на базе этой модели информационной системы имитационного моделирования различных сценариев развития экономической системы, в рамках которых можно было бы проводить анализ функций государственного регулирования.

В данной статье с учетом современного состояния моделей и методов системного анализа развития экономической системы разрабатывается нелинейная динамическая модель с макроэкономическими механизмами государственного регулирования, позволяющая оценить устойчивость развития экономической системы. В модели экономическая система представлена в динамике как совокупность самостоятельно действующих элементов, за каждым из которых закреплены определенные экономические функции. Элементами являются отрасли производства, население, банковская система, государство, рынки труда, товаров и денег.

Представим нелинейную макроэкономическую модель одна-отраслевой экономической системы.

Величина, отражающая состояние экономики в момент времени t , валовый внутренний продукт (ВВП), определяется через производственную функцию Кобба-Дугласа:

$$y(t) = F(H, x(t), L(t)) \quad (1)$$

где H - вектор параметров производственной функции; $x(t)$ - объем основных фондов и $L(t)$ - численность работающих в производственном секторе экономики в момент времени t .

Динамика основных фондов описывается агрегированной моделью:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{1}{T_x} x(t) \left(\frac{I(t) - x(t)\mu(x)}{x(t)} \right) \quad (2)$$

где $\mu(x(t))$ - коэффициент выбытия основных фондов в производственной сфере экономики; $I(t)$ - инвестиции направляемые на расширение производства в экономике; T_x - постоянная времени, характеризующие динамику производственного сектора экономики.

Затраты на покупку сырья, наем трудовых ресурсов и отчислений в фонд социального страхования соответственно:

$$F^A(t) = ay(t), \quad R^T(t) = w_1(t)L(t), \quad R^F(t) = \gamma_1 R^T(t), \quad (3)$$

где a - доля материалоемкости в ВВП; $w_1(t)$ - уровень заработной платы в производственном секторе экономики; γ_1 - норма отчислений в пенсионный фонд и социальное страхование.

Сумма налога на доход в экономике

$$N_D(t) = \eta \left[(1-a)y(t) - (1+\gamma_1)w_1(t)L(t) - r(t)F^k(t) \right], \quad (4)$$

где η - коэффициент нормы налога на доход, $r(t)$ - норма процента на ссудный капитал.

Нераспределенный доход в производственном секторе экономики:

$$D(t) = (1-\eta) \left[(1-a)y(t) - (1+\gamma_1)w_1(t)L(t) - r(t)F^k(t) \right] - \mu^* x(t), \quad (5)$$

где μ^* - норма возмещений потребленного капитала.

Динамика роста ссудного капитала в производственном секторе экономики определяется уравнением:

$$\frac{dF^k(t)}{dt} = D^k(t) - r(t)F^k(t), \quad (6)$$

где $D^k(t)$ - общая сумма внешнего и внутреннего кредитов, выделенного на развитие производства в момент времени t .

Объем инвестиций в производственный сектор экономики:

$$I(t) = F^I(t)b/(a+b+d) \quad (7)$$

где b и d - соответственно доля фондоемкости и трудоемкости в ВВП;

$F^I(t) = D^k(t) + D(t) + \mu^* x(t)$ - общая сумма денежных средств, направляемых на развитие производственного сектора экономики.

Спрос на рабочие силы со стороны производственного сектора экономики:

$$L_D(t) = d\mathcal{G}(t) - d\mu x(t) \quad (8)$$

где ожидаемый прирост производства в стране

$$\mathcal{G}(t) = \frac{F^I(t)}{(a+b+d)}$$

Население.

Динамику населения можем представить дифференциальным уравнением:

$$\frac{dN(t)}{dt} = (a-b+c-d)N(t) \quad (9)$$

где $a(N)$, $b(N)$, $c(N)$ и $d(N)$ - соответственно коэффициенты рождаемости, смертности, иммиграции и эмиграции в стране, которые в общем случае зависят от численности населения N и от времени t . Обычно всегда обнаруживается статистически достоверная корреляция между $\varepsilon = a-b+c-d$ и N , $\varepsilon(N)$. При первом приближении самая простая форма зависимости – линейная. Поэтому уравнение динамики населения при первом приближении записывается в виде

$$\frac{dN(t)}{dt} = k_1 N(t) \left(1 - \frac{k_2}{k_1} N(t) \right),$$

где $k_1 = \varepsilon(N_0) + N_0 \left. \frac{\partial \varepsilon(N)}{\partial N} \right|_{N_0}, \quad k_2 = \left. \frac{\partial \varepsilon(N)}{\partial N} \right|_{N_0}$

k_1 - характеризует темп роста населения; $\frac{k_2}{k_1}$ - характеризует асимптотическую равновесную численность населения в стране; N_0 - некоторая начальная численность населения.

По результатам решения данного уравнения определяется общая численность населения в стране $N(t)$ в момент времени t .

Предложение рабочей силы на рынке:

$$N_s(t) = (1 - \beta)\Omega N(t) \tag{10}$$

где β - доля трудоспособного населения, работающего в непроеизводственной сфере, Ω - доля трудоспособного населения. По результатом решения уравнения (3) при имитационном моделировании определяется: общая численность населения страны $N(t)$, предложение рабочей силы на рынке труда $N_s(t)$, численность работающих в непроеизводственной сфере $\beta\Omega N(t)$, трудоспособная часть населения $\Omega N(t)$, численность пенсионеров в стране $\beta_1 N(t)$, численность обучающихся в высших и средних учебных заведениях $\beta_2 N(t)$, β_1 и β_2 - соответственно доля пенсионеров и обучающихся в высших и средних учебных заведениях.

Банк.

Изменение собственного капитала и резерва банковской системы $D^B(t)$ выражает баланс операций, создающих ее собственные средства, и операции, использующие избыточные резервы. Основная функция банков – собирать сбережения, платить за них проценты β и предоставлять их наряду с собственным капиталом, в кредит под проценты $r(t)$ и r_G . Поэтому взимание процентов по долгам $r_G D^G(t)$ и $r(t) F^k(t)$ увеличивает собственный капитал банка, а выплаты процентов по долгам, $\beta H(t)$ уменьшает его. Собственный капитал и резерв банка определяется:

$$D^B(t) = r_G D^{BG}(t) + r(t) F^k(t) - \beta H(t) + \lambda H(t) \tag{11}$$

где λ - норма резервирования $0 \leq \lambda < 1$ банковских вкладов.

Налог на доход банка:

$$N_B(t) = \eta_B \left[r_G D^{BG}(t) + r(t) F^k(t) - \beta H(t) - (1 + \eta_n^B) w^B(t) L^B(t) \right] \tag{12}$$

где η_B - норма налога на доход банковской системы, $w^B(t)$ и $L^B(t)$ - соответственно средний уровень заработной платы и численность, работающих в банковской системе страны, η_n^B - ставка налога с физических лиц, работающих в банковском секторе экономики.

Рост собственного капитала банковской системы:

$$\frac{d\Omega^B(t)}{dt} = (1 - \eta_B) \left[r_G D^G(t) + r(t) F^k(t) - \beta H(t) - (1 - \gamma_1) w^B(t) L^B(t) \right] \quad (13)$$

Масса денег в обращении:

$$M(t) = \lambda H(t) + \Theta F(t) + k_{\ominus} y(t) \quad (14)$$

где Θ - величина, обратная количеству оборотов денежной единицы в единицу времени, k_{\ominus} - коэффициент эмиссии денежной массы.

Поток платежей на рынке товаров:

$$F(t) = (ay(t) + b\vartheta(t)) + \alpha^1 (1 - \eta_n^1) w(t) L(t) + \alpha^2 (1 - \eta_n^2) w^2 L^2 + w^3 L^3 + C_B (1 - \eta_B) D_B(t) + G^{\Sigma}(t) \quad (15)$$

где α^1 и α^2 - соответственно коэффициенты склонности к потреблению работников производственной и непроизводственной сферы; $w(t)L(t)$ - общая сумма заработной платы в производственной сфере; $w^2 L^2$ - общая сумма заработной платы работников бюджетной сферы экономики, w^2 - уровень заработной платы и L^2 - численность работников бюджетной сферы экономики; η_n^1 и η_n^2 - соответственно ставка налога с физических лиц в производственной и бюджетной сфере экономики; $w^3 L^3$ - общая сумма пенсий и стипендий в стране; w^3 и L^3 - соответственно средняя сумма пенсий, стипендий и общая численность пенсионеров и студентов в стране; $G^{\Sigma}(t)$ - расходы на государственные закупки; C_B - коэффициент склонности к потреблению банковской системы.

Динамику банковских вкладов населения представим уравнением:

$$\frac{dH(t)}{dt} = (1 - \alpha^1)(1 + w - \eta^1) w(t) L(t) + (1 - \alpha^2)(1 + w - \eta_{nb}) + w_2 L_2 + r_B H(t) \quad (16)$$

где $w(t)L(t)$ - общая сумма заработной платы трудящихся производственной сферы экономики и $w(t)$ - средний уровень заработной платы и $L(t)$ - численность работающих в производственном секторе экономики в момент времени t ; $w_2 L_2$ - общая сумма заработной платы трудящихся бюджетной сферы экономики и соответственно w_2 и L_2 - средний уровень заработной платы и численность трудящихся бюджетной сферы экономики страны; η^1 и η_{nb} - соответственно ставка налога с физических лиц, работающих в производственной и бюджетной сфере экономики страны; r_B и w - соответственно коэффициент ставки по банковским вкладам и регулятор трансфертных выплат; α^1 и α^2 - соответственно коэффициенты склонности к потреблению трудящихся производственной и бюджетной сферы экономики.

Спрос на кредит в экономической системе в момент времени t определяется:

$$u(t) = \frac{1 - \eta}{1 + r(t)} y(t), \quad (17)$$

Банковские счета производственной сферы экономики:

$$D^f(t) = F(t) - u(t) - (a + b + c)y(t) - a\gamma y(t) - R^k(t) - N(t) \quad (18)$$

Государство

Доход государства $D(t)$ в каждый момент времени t складывается из налогов на доход производства $N_D(t)$, подоходного налога с группы населения $N_n(t)$, налога на прибыль банка $N_B(t)$, дивидендов по акциям $D_G^A(t)$, поступлений от продажи приватизации $D^G(t)$, поступлений от продажи государственных акций $ДП_G^A(t)$, займов и прочих доходов $ЗП(t)$.

$$D(t) = N_D(t) + N_n(t) + N_B(t) + D_G^A(t) + ДП_G^A(t) + D^G(t) + ЗП(t)$$

где

$$N_n(t) = \eta_n^1 w(t)L(t) + \eta_n^2 w^2 L^2 + \gamma_1 w^B(t)L^B(t)$$

Статьями расходов государства $G^P(t)$ в момент времени t являются трансфертные выплаты по группам населения $V_0^m(t)$, ($m=1,2,3$), расходы на государственные закупки $G^3(t)$, расходы на образование, культуру и науку $G^C(t)$, государственные дотации $G^D(t)$ и прочие расходы государства $G^H(t)$.

$$G^P(t) = w(w(t)L(t) + w_2 L_2 + w_3 L_3) + G^3(t) + G^C(t) + G^D(t) + G^H(t) \quad (19)$$

Дефицит бюджета: $D^D(t) = D(t) - G^P(t)$

Рынок рабочей силы.

На рынке рабочей силы условием равновесия является совпадение спроса на рабочие силы $L_D(t)$ с предложением $N_s(t)$ и равновесие определяется равновесным уровнем заработной платы $w(t)$:

$$\frac{dw(t)}{dt} = \frac{1}{T_1} \left[\frac{L_D(t) - N_s(t)}{N_s(t)} \right] w(t), \quad (20)$$

где T_1 - постоянная времени, характеризует динамику рынка рабочей силы.

Рынок денег.

Предложение денег на рынке определяется величиной сбережений в экономике $s(t)$ - это разность между суммой, располагаемой в экономике ресурсов и затратами на текущее потребление.

Следует отметить, что потребление включает в себя потребление личное (в домашнем хозяйстве), государственное (общественное), финансовых учреждений. Резерв для будущего развития экономики составляют капитальные вложения $F^I(t)$, куда включаются чистые инвестиции (создание новых производственных мощностей), амортизация (возмещение износа фондов). Величина инвестиций непосредственно определяется сбережениями: $S(t) = S^B(t) + D^k(t)$. Величина внутреннего сбережения $S^B(t)$ в экономике - это разность между суммой располагаемых ресурсов и затратами на текущее потребление $C(t)$:

$$C(t) = w(t)L(t) + w_2(t)L_2(t) + w_3(t)L_3(t) + F^B(t) + G^3(t). \quad (21)$$

Таким образом, предложение кредита на рынке денег равно:

$$S(t) = M(t) - \lambda H(t) - C(t) + D^k(t).$$

Будем предполагать, что рынок денег находится в равновесии, так что норма процента за кредит $r(t)$ вычисляется из условия равенства общего спроса на кредит $u(t)$ и предложения $S(t)$:

$$\frac{dr(t)}{dt} = \frac{1}{T_2} \left(\frac{u(t) - S(t)}{S(t)} \right) r(t). \quad (22)$$

Рынок товаров

На рынке товаров основным показателем, характеризующим положение в экономике, выступает уровень цен $P(t)$ на товары, или услуги в момент времени t . Для формализации математического описания рынка товаров введем обозначения: $y^Q(t)$ и $y^I(t)$ - соответственно суммарный объем экспорта и импорта товаров в момент времени t . Предложение на рынке товаров определяется:

$$\tilde{y}(t) = y(t) + y^I(t) - y^Q(t). \quad (23)$$

Спрос на рынке товаров определяется потоком платежей на рынке $F(t)$. Тогда рынок товара может описываться уравнением:

$$\frac{dP(t)}{dt} = \frac{1}{T_3} \left(\frac{F(t) - \tilde{y}(t)}{\tilde{y}(t)} \right) P(t). \quad (24)$$

Список использованных источников

1. Кэмбел Р., Макконелл, Стенли Л. Брю. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2-х томах: Пер. с англ. Т.1,2.- Таллин,1993
2. Бейсенби М.А. Модели и методы системного анализа и управление детерминированным хаосом в экономике. Астана, 2011. – 201 стр.
3. Бейсенби М.А., Ойнаров А.Р. Сценарии возникновения краткосрочных колебаний и флуктуаций на рынке товаров // Доклады НАН РК. 2005. -№3. –С.30-37.
4. Бейсенби М.А., Ойнаров А.Р. Детерминированный хаос в развитии экономической системы. – Проблемы автоматизации и управления. Институт автоматизации НАН КР. – Бишкек, Илим 2004.
5. Бейсенби М.А., Ойнаров А.Р., Ойнаров Р.О. Экономические флуктуации в краткосрочном периоде и детерминированный хаос // Известия НАН РК, серия физико-математическая. 2005. -№3.-С.30-37.
6. Петров А.А. Пospelов И.Г. Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат. – 1996. – 544 с.
7. Николис Г., Пригожин Н. Познание сложного.-М.:Мир, 1990. -342с.

УДК 330.075

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Юшков Александр Сергеевич
ООО «Проф АЙТИ», г. Красноярск