

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Bobko T. Optymalizacja potencjału energetycznego tężenia mieszanki betonowej w aspekcie zapewnienia wymaganej mrozoodporności betonu i elementów konstrukcyjnych. Monografia. - Częstochowa 1997.
2. Гусаков А.А., Веремеенко С.А, Гинзбург А.В., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В. Яровенко С.М. Организационно-технологическая надежность строительства. М.,1994. 471 с.

УДК 69.05:658.512.6

**Бояринцев Г.А., Малюк Д.В.**

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

**ВВЕДЕНИЕ**

Устойчивость функционирования субъекта хозяйствования, как системы, зависит от устойчивости функционирования подсистем, его составляющих. Одной из основных составляющих подсистем любой организации в различных отраслях народного хозяйства является производственная подсистема, которая подразумевает преобразование ресурсов в готовую продукцию. Учитывая, что как ресурсы, так и продукция могут иметь не только осязаемый, но и неосязаемый характер, производственная подсистема является основополагающим элементом почти всех экономических систем.

Прежде всего, понятие устойчивости тесно связано с понятием системы. Ерохиной [2] была дана классификация определений системы; по ее классификации выделяется четыре группы:

- система, как выбранная исследователем любая совокупность переменных, свойств и признаков;
- система, как комплекс, созданный для достижения какой-либо цели;
- система, как множество элементов, связанных между собой;
- система, как комплекс элементов, находящихся во взаимодействии.

При этом сама Ерохина склоняется к следующему определению системы: система – совокупность объектов и процессов, называемых компонентами, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое целое, и обладающие свойствами не присущими составляющим компонентам, взятым в отдельности. Авторы также склоняются к такому определению, так как основополагающим свойством любой системы является именно обладание такими эмерджентными свойствами.

Кроме того, система обладает свойствами:

- обособленность – выделение системы из окружающего мира, подразумевающее деление Вселенной на внешнее и внутреннее (что особенно четко показано в геометрическом смысле у Фуллера [3]).
- субъективность – система не является системой сама по себе, а лишь по отношению к некоторому наблюдателю, преследующему определенные интересы, что подчеркнуто в определении системы, данном в [1].
- целенаправленность.

Таким образом, в понятии системы можно выделить следующие элементы:

- структура системы;
- окружающая среда;
- случайный шум – т.е. те воздействия, которые игнорируются наблюдателем ввиду их слабого влияния на работу системы;
- функция системы в системе более высокого порядка;
- цель системы.

Что касается понятия устойчивости, то обычно наблюдаются два подхода к определению устойчивости:

- устойчивость в смысле Ляпунова, то есть способность системы функционировать близко к состоянию равновесия при наличии внутренних и внешних возмущений [4].
- структурная устойчивость, принятая в теории катастроф [5], подразумевающая сохранения топологических свойств (структуры) системы при изменении ее параметров.

В [4] эти два подхода рассматриваются, как два вида устойчивости – соответственно устойчивость функционирования и устойчивость структуры. Авторы считают, что приемлемость того или иного подхода к оценке устойчивости зависит от типа рассматриваемой системы.

**ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

Так как роль устойчивости и ее определение меняются в зависимости от цели и структуры системы, выделим три типа производственных систем:

- системы с жестким планированием;
- системы с гибким планированием;
- системы без планирования.

*Системы с жестким планированием* функционируют в соответствии с заранее заданным планом, причем любое отклонение от этого плана крайне нежелательно. К этому типу относятся предприятия плановой экономики, а также подсистемы, функционирование которых тесно связано с функционированием других подсистем. Основным показателем устойчивости данного предприятия является четкость соблюдения плана, поэтому лучшим критерием оценки устойчивости будет отклонение от плана, соотношенное с силой возмущения.

*Системы с гибким планированием или адаптируемые системы* также функционируют в соответствии с планом, однако, этот план изменяется в процессе функционирования системы в соответствии с изменениями окружающей среды. К этому типу относятся предприятия рыночной экономики, а также подсистемы, спрос на выходы которых со стороны других подсистем может изменяться непредсказуемым образом. Основным качеством такой системы является способность изменять свою структуру и режим функционирования в соответствии с изменением какого-либо параметра окружающей среды. Основным показателем устойчивости такой системы является способность соответствовать этому параметру, и поэтому лучшим критерием оценки устойчивости будет отклонение от оптимального режима функционирования, соотношенное с силой возмущения.

*Системы без планирования* функционируют без какого-либо предопределенного плана. К таким системам относятся системы массового обслуживания. Главным необходимым свойством таких систем является быстрота реагирования на изменения в окружающей среде. Таким образом, в качестве

*Бояринцев Георгий Анатольевич. К.э.н., профессор каф. ЭиОС Брестского государственного технического университета.  
Малюк Дмитрий Владимирович. Аспирант каф. ЭиОС Брестского государственного технического университета.  
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

критерия устойчивости таких систем можно использовать время адаптации к изменению интенсивности поступления требований.

### ТИПЫ ВОЗМУЩЕНИЙ

Самым простым способом моделирования возмущений входной функции является добавление к ней случайного шума. Можно выделить несколько типов возмущений:

- непрерывное возмущение. Представляет собой наложение на входную функцию случайной величины. В зависимости от вида функции распределения могут быть нормальными, экспоненциальными и т. д. Может выражаться следующим образом:

$$X_{возм}(t) = X(t) + \alpha, \quad (1)$$

где  $X(t)$  - невозмущенная входная функция,  $X_{возм}(t)$  - возмущенная входная функция,  $\alpha$  - непрерывно распределенная случайная величина. В качестве критерия оценки силы возмущения в данном случае может являться среднеквадратическое отклонение, выраженное в абсолютной или относительной форме:

$$H_1 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{возм i} - X_i)^2}}{n}, \quad (2)$$

$$h_1 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\frac{X_{возм i}}{X_i} - 1)^2}}{n}, \quad (3)$$

где  $X_{возм i}, X_i$  - соответственно значение возмущенной и невозмущенной входной функции в  $i$ -й момент времени,  $n$  - количество наблюдений.

- непрерывное возмущение с порогом. Этот вид возмущения характерен для входной функции трудовых ресурсов, так как людские ресурсы обладают определенной гибкостью, и выработка одного рабочего может приспосабливаться под определенные условия. Если возмущение по значению меньше некоторого порога, оно вообще не отображается в изменении значений входной функции, т.е. поглощается за счет изменения выработки. Если же возмущение переходит за этот предел, оно отображается, как разница между фактическим возмущением и порогом. Непрерывное возмущение с порогом выразится следующим образом:

$$X_{возм}(t) = \begin{cases} X(t) + \frac{\alpha}{|\alpha|} (|\alpha| - |\alpha_{lim}|), & \text{если } |\alpha| > |\alpha_{lim}|, \\ X(t), & \text{если } |\alpha| \leq |\alpha_{lim}|, \end{cases} \quad (4)$$

где  $|\alpha|$  - значение порога. Поясним, что множитель  $\frac{\alpha}{|\alpha|}$

предназначен для сохранения знака возмущения. Сила возмущения может оцениваться по следующим выражениям:

$$H_2 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i^2}}{n}, \quad (5)$$

$$h_2 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\frac{\alpha_i}{X_i})^2}}{n}. \quad (6)$$

Оценка силы реального возмущения оценивается параметрами  $H_2$  и  $h_2$ , тогда как при отсутствии информации о скрытых, действующих на входную функцию, силах, можно оценивать силу наблюдаемого возмущения по  $H_1$  и  $h_1$ .

- дискретное возмущение. Имеет место, когда входная функция представляет собой поток неделимых единиц материала или оборудования; в этом случае возмущение может иметь величину, выражающуюся в целых значениях этих неделимых единиц. Такой тип возмущения может описываться выражением (1), где  $\alpha$  - дискретная случайная величина. Параметры  $H_1$  и  $h_1$  могут выражать силу возмущения, однако они плохо выражают суть происходящего процесса. В данном случае, возмущения носят дискретный характер, и могут трактоваться, как события, наступающие в случайные моменты времени. С этой точки зрения силу возмущения лучше оценивать усредненной частотой:

$$\omega = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{T}, \quad (7)$$

где  $T$  - период наблюдения, или взвешенным интервалом между возмущениями:

$$\tau = \frac{\sum_{i=2}^n \alpha_i \tau_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \cdot \frac{n}{n-1}, \quad (8)$$

где  $\tau_i$  - интервал времени между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м возмущениями.

Кроме того возмущения могут быть:

- симметричными, когда математическое ожидание  $\alpha$  равно нулю;
- асимметричными, когда математическое ожидание  $\alpha$  не равно нулю;
- односторонними, когда  $\alpha$  имеет только положительные или только отрицательные значения.

Сила возмущений может быть постоянной или изменяться во времени. Проиллюстрируем различные типы возмущений

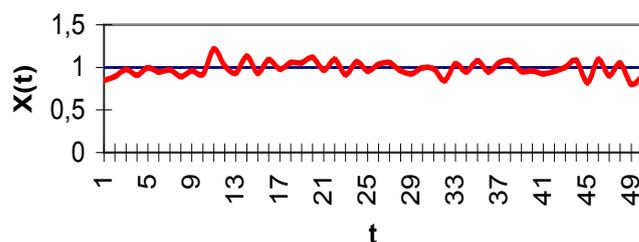


Рисунок 1 – Пример непрерывного возмущения с нормальным распределением,  $h_1 = 0,1$  для  $X(t) \equiv 1$ .

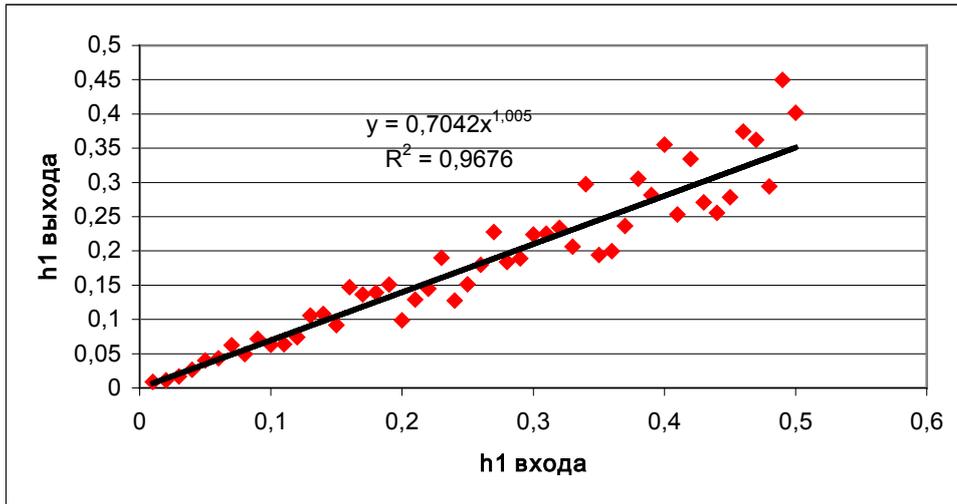


Рисунок 4 – Результаты моделирования при возмущении одного входа.

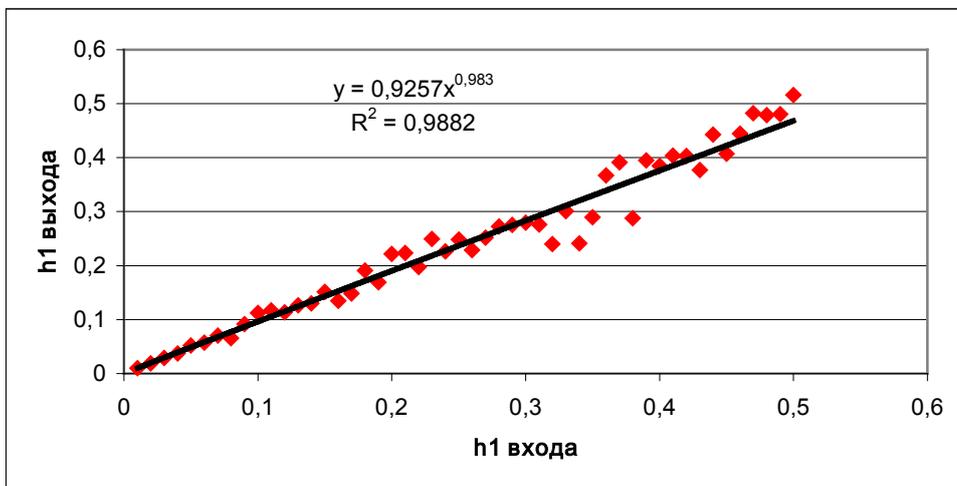


Рисунок 5 – Результаты моделирования при возмущении двух входов.

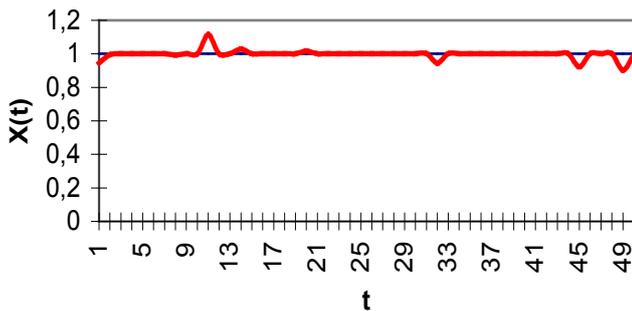


Рисунок 2 – Пример непрерывного нормально распределенного возмущения с  $h_2 = 0,1$  и  $\alpha_{lim} = 0,1$ .

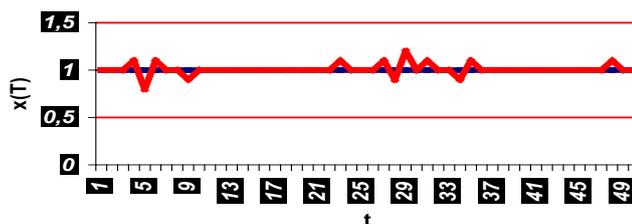


Рисунок 3 – Пример дискретного возмущения для  $X(t) \equiv 1$ .

### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ

Допустим, что производственная подсистема использует несколько видов ресурсов. Тогда, моделируя систему, можно, подав на входы возмущенные функции, по возмущениям выхода оценить устойчивость системы. Проведем, моделирование на системе с тремя видами ресурсов, один из которых подвергается возмущению. При этом выход производится по функции Леонтьева, т. е. по ресурсу, являющемуся наиболее узким местом. Получается набор точек, показанный на рис. 4, аппроксимирующийся степенной функцией с показателем степени 1,005.

На рис. 5 показан набор точек при одновременном возмущении двух ресурсов из трех. При этом сила возмущения одинакова. На рис. 6 показаны результаты моделирования, когда входная функция для всех трех ресурсов возмущается с одинаковой силой.

Для каждого набора значений наилучшей аппроксимацией является степенная функция, имеющая два параметра. Таким образом, предлагается оценивать устойчивость производственных систем параметрами степенной функции. Учитывая, что в нашем случае показатель степени весьма близок к единице, оценку устойчивости производственной системы с тремя равноправными входами, работающей по функции Леонтьева при возмущении одного входа равняется 0,7; при возмущении двух входов – 0,93; трех – 1,1.

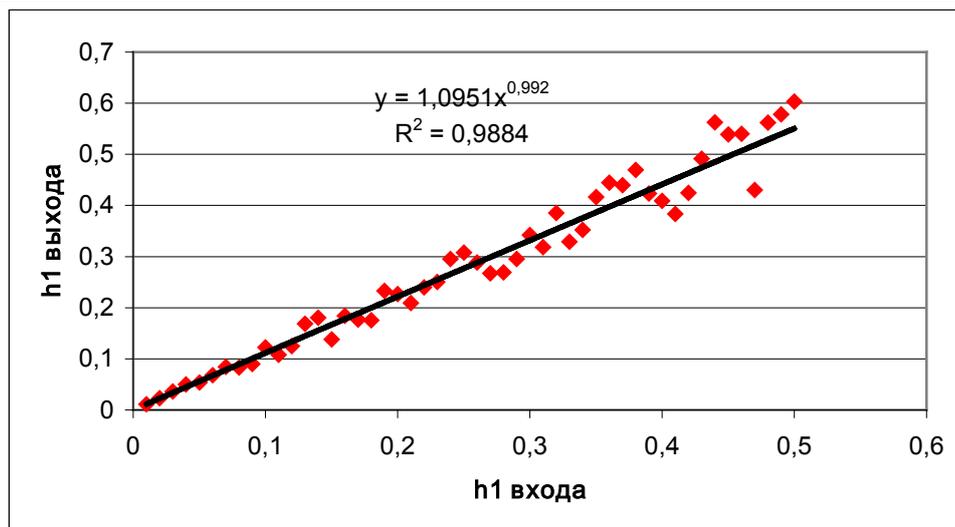


Рисунок 6 – Результаты моделирования при возмущении трех входов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагается критерий для оценки устойчивости производственных систем. На основании этого критерия можно делать оценку эффективности мероприятий по повышению устойчивости системы. Достоинством данного критерия является то, что он оценивает устойчивость системы ко всему спектру возмущений различной силы. Существенным недостатком данного критерия является то, что он учитывает лишь степень увеличения или уменьшения разброса возмущений, проходящих через систему, но не учитывает асимметрии разброса, что очень важно для устойчивости систем с жестким планированием, так как несимметричный разброс усиливает тенденцию к увеличению отставания от плана со временем.

УДК 335.74

**Баюра А.Н.**

## ДЕНЕЖНОЕ ОБРАЩЕНИЕ В РОССИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 60-Х-80-Е ГОДЫ XIX ВЕКА

Отмена крепостного права императором Александром II 19 февраля 1861 года положила начало полосе буржуазно – демократических реформ, ставших целью перевести феодально – крепостническую Россию на капиталистические рельсы. Однако реформа финансово-кредитной системы, начатая одной из первых в 1862 году потерпела неудачу и в стране до денежной реформы 1895 – 1897 годов установилось обращение неразменных на золото и серебро бумажных денег [1].

До 1865 года главное место в денежном обращении страны занимали кредитные билеты образца 1843 года, достоинством в 1; 3; 5; 10; 25; 50 и 100 рублей, которые выпускались в 1843, 1847, 1851, 1854-1865 годах [2]. Наряду с бумажными деньгами для удобства расчетов по небольшим платежам широко использовались медные монеты номиналом в ¼; ½; 1; 2; 3; 5 копеек, чеканившиеся в 1849-1867 годах по 32-х рублевой монетной стопе [3], то есть из одного пуда меди изготавливалось монет на сумму 32 рубля. В этот же период выпускались золотые монеты достоинством в 3 и 5 рублей 916-й пробы весом соответственно 3,96 и 6,54 грамма, разменные

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. И. Рубахов. Гибкость и устойчивость производственных систем в строительстве. Брест: Изд-во БГТУ, 2001.
2. Е. А. Ерохина. Теория экономического развития: системно-синергетический подход/ <http://www.ek-lit.agava.ru/>
3. R. Buckminster Fuller. Sinergetics/ <http://www.rwgrayprojects.com/sinergetics/>
4. Э. П. Головач, А. И. Рубахов. Управление устойчивостью и рисками в производственных системах. Брест, 2001
5. Т. Постон, И. Стюарт. Теория катастроф и ее приложения. Пер. с англ. М: Мир, 1980

серебряные монеты 750-й пробы в 5; 10, 15 копеек (1,02; 2; 04; 3,06 грамма) и банковские серебряные монеты в 25, 50 копеек и 1 рубль 868-й пробы (5,18; 10,37; 20,73 грамма) [4]. В реальной жизни, в денежный оборот золотые и серебряные монеты попадали очень редко – ими рассчитывались по заграничным платежам, продавали на биржах, в ограниченных размерах – 300 рублей – получали их и российские подданные по официальному курсу в случае поездок за границу [5]. (Не правда ли это напоминает обмен советских рублей по 66 копеек за 1 доллар США в 1970-е-1980-е годы или множественный курс доллара в Республике Беларусь в 1997-2000 годах?).

В белорусских губерниях в 60-е годы XIX века кроме общегосударственных банкнот и монет имели достаточно широкое хождение и эмиссии Польского банка. Они выпускались для входившего в состав Российской империи Царства Польского, имевшего некоторую автономию, в том числе в области финансов. Еще с начала 40-х годов на смену злотому в денежное обращение Царства Польского пришел рубль, который выпускался до 1866 года. Новые банкноты имели на

*Баюра Александр Николаевич. К.и.н., доцент каф. социально-политических и исторических наук Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*