



УПРАВЛЕНИЕ

УДК 332.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В КОНТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ

С. Ф. Нахов

директор, главный конструктор, Филиал Научно-производственного центра автоматки и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина – Производственное объединение «Корпус», Саратов
E-mail: po_korpus@forpost.ru

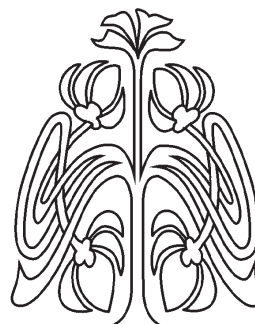
А. П. Плотников

профессор кафедры «Прикладная экономика и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.
E-mail: arcd1@ya.ru

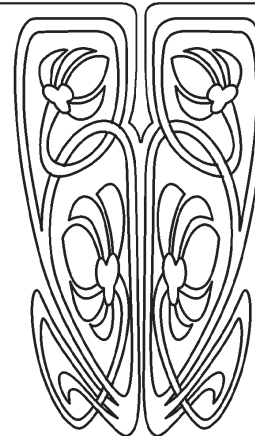
С. А. Плотникова

ассистент кафедры «Прикладная экономика и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.
E-mail: pei@sstu.ru

Введение. Автоматизация управления приборостроительным предприятием (ПП) опирается не только на введение в его состав технических средств и компьютерных устройств, но также на математические модели его производственно-экономической деятельности. Для дальнейшего развития и расширения возможностей моделирования по снижению колебательности (нестабильности) производственного процесса в статье предлагается объединить подход, основанный на принципах и методологии теории автоматического управления (ТАУ), использованный при создании виртуальной системы управления процессом выпуска однородной продукции приборостроительного предприятия, и математическое описание динамики производственной деятельности ПП. **Теоретический анализ.** К настоящему времени разработаны структурные схемы деятельности предприятия, основанные на вышеуказанной теории. Одним из ключевых принципов ее является принцип обратных связей, которые повышают качество управления, оперативность принятия управленческих решений и, соответственно, устойчивость производственной деятельности предприятия. Получены и соответствующие математические модели, иллюстрирующие структурные схемы. Однако сохраняется необходимость дальнейшего развития математической интерпретации обратных связей, отображающей влияние последних на устойчивость и стабильность производственного процесса ПП. **Методы.** Математические модели ПП без системы автоматизированного управления, т.е. без закономерного введения обратной связи, в статье соответствуют ПП с разомкнутым контуром управления (РПП). Соответственно, непрерывная математическая модель ПП с контуром обратной связи отражает ПП с замкнутым контуром управления (ЗПП). Для него математическая модель производственного блока (БП) соответствует модели ПП, полученной экспериментальным путем. То есть в качестве модели производственного блока принята модель РПП, полученная на основе обработки реальных данных производственной деятельности одного из ПП г. Саратова. **Результаты.** В статье получены математические модели функционирования ПП, охваченного обратной связью по управлению, т.е. замкнутого приборостроительного предприятия (ЗПП). Они сведены к нормальной форме дифференциальных уравнений, для них назначены и рассчитаны коэффициенты обратной связи и другие параметры. Далее эти уравнения представлены в форме, удобной для решения в программе Mathcad,



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





и произведено математическое моделирование. Для сравнения дано также моделирование работы исходного ЗПП, в котором приведены алгоритмы положительной и отрицательной обратной связи (управления). Показано, что указанные алгоритмы управления не устраняют колебания в процессе производства. Была внесена корректировка в коэффициентах алгоритмов управления ПП. Показано, что при отрицательной обратной связи и при увеличенном коэффициенте передачи контура обратной связи колебательность (отношение амплитуды колебательной составляющей процесса к его систематической, относительно постоянной составляющей) сказывается в меньшей степени на работе ПП, что обусловлено структурой математической модели работы ЗПП. **Выводы.** Предложенный в статье подход позволил провести моделирование производственной деятельности ПП при различных параметрах и состояниях обратной связи в контуре управления и найти их оптимальные значения.

Ключевые слова: приборостроительное предприятие, производственный блок, обратная связь, коэффициент обратной связи, математическая модель, автоматизированное управление, колебательность процессов производства.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-2-159-166

Введение

Автоматизация управления приборостроительным предприятием (ПП) опирается не только на введение в его состав технических и компьютерных устройств, но также на математические модели его производственно-экономической деятельности. В [1] предложены две аппроксимационные модели реальной деятельности производственного блока (БП) приборостроительного предприятия, в котором на настоящий момент имеются некоторые фрагменты автоматизации управления. В [2–6] даны математические модели работы предприятий. В данной статье предлагается объединить подход, использованный в [5] по созданию виртуальной системы управления процессом выпуска однородной продукции приборостроительного предприятия, а также математическое описание реальной производственной деятельности ПП, данное в [1].

Теоретический анализ

Предполагая, что в [1] даны математические модели ПП без системы автоматизированного управления, т.е. без закономерного введения

$$s \left[\tau_1 \tau_2 \tau_3 s^3 + (\tau_1 \tau_2 + (\tau_1 + \tau_2) \tau_3) s^2 + (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) s + 1 + abK_{oc} \right] M(s) = a(\tau_2 s + 1)(\tau_3 s + 1) x_n^*(s); \quad (1)$$

$$(\tau_2 s + 1) M_u(s) = bM(s). \quad (2)$$

Представив уравнения (1)–(2) во временной области, получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\tau_1 \tau_2 \tau_3 \frac{d^4 M}{dt^4} + (\tau_1 \tau_2 + (\tau_1 + \tau_2) \tau_3) \frac{d^3 M}{dt^3} + (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) \frac{d^2 M}{dt^2} + (1 + abK_{oc}) \frac{dM}{dt} = a \tau_3 \tau_2 \frac{d^2 x_n^*}{dt^2} + a(\tau_2 + \tau_3) \frac{dx_n^*}{dt} + ax_n^*; \quad (3)$$

$$\tau_2 \frac{dM_u}{dt} + M_u = bM. \quad (4)$$

обратной связи, будем его принимать за ПП с разомкнутым контуром управления (РПП), как это описано, например, в [3, 6]. Следуя [2, 4] и другим трудам, примем за структурную схему и непрерывную математическую модель ПП с контуром обратной связи, т.е. ПП с замкнутым контуром управления. Для него математическая модель производственного блока (БП) соответствует модели ПП, полученной экспериментальным путем в [1]. То есть в качестве модели производственного блока принята модель РПП, полученная на основе обработки реальных данных производственной деятельности одного из ПП г. Саратова. На этой основе в данной статье получены математические модели функционирования ПП, охваченного обратной связью по управлению, т.е. замкнутого приборостроительного предприятия (ЗПП).

Они сведены к нормальной форме дифференциальных уравнений, для них назначены и рассчитаны коэффициенты передач. Далее эти уравнения представлены в форме, удобной для решения в программе Mathcad, и произведено математическое моделирование. Для сравнения дано также моделирование работы исходного ЗПП, в котором приведены алгоритмы положительной и отрицательной обратной связи (управления). Показано, что указанные алгоритмы управления не устраняют колебания в процессе производства. Была внесена корректировка в коэффициентах алгоритмов управления ПП. Показано, что при отрицательной обратной связи и при увеличенном коэффициенте передачи контура обратной связи колебательность (отношение амплитуды колебательной составляющей процесса к его систематической, относительно постоянной составляющей) сказывается в меньшей степени на работе ПП, что обусловлено структурой математической модели работы ЗПП.

Методы

Для вывода математических моделей и алгоритмов для целей математического моделирования приведем уравнения ПП, представленные в операторной форме, с замкнутым контуром управления (ЗПП) [5, 6]:



Разрешим (3) относительно старшей производной:

$$\begin{cases} \tau_2 \frac{d^4 M}{dt^4} = -\frac{1}{\tau_1 \tau_2 \tau_3} \left[(\tau_1 \tau_2 + (\tau_1 + \tau_2) \tau_3) \frac{d^3 M}{dt^3} + (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) \frac{d^2 M}{dt^2} + (1 + abK_{oc}) \frac{dM}{dt} \right] + \frac{ax_n^*}{\tau_1 \tau_2 \tau_3} \\ \tau_2 \frac{dM_{ц}}{dt} + M_{ц} = bM. \end{cases}$$

Так как $x_n^* \text{ const}$, то $\frac{d^2 x_n^*}{dt^2} = \frac{dx_n^*}{dt} + ax_n^* = 0$, поэтому правая часть в (3), или что то же самое в первом уравнении (5), упростилась.

Обозначаем:

$$\begin{cases} y_0 = M \\ y_1 = \frac{dM}{dt} = \frac{dy_0}{dt} = \dot{M} = \frac{dM}{dt} \\ y_2 = \frac{dy_1}{dt} = \ddot{M} = \frac{d^2 M}{dt^2} \\ y_3 = \frac{dy_2}{dt} = \dddot{M} = \frac{d^3 M}{dt^3} \\ M_{ц} = y_4 \\ \frac{dy_4}{dt} = +\frac{b}{\tau_2} y_0 - \frac{y_4}{\tau_2} \end{cases} \quad (5)$$

Уравнения (5) в нормальной форме имеют вид:

$$\begin{cases} y_0' = \frac{dy_0}{dt} = y_1 \\ \frac{dy_2}{dt} = y_3 \quad \frac{dy_1}{dt} = y_2 \\ \frac{dy_3}{dt} = \left[-(\tau_1 \tau_2 + (\tau_1 + \tau_2) \tau_3) y_3 - (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) y_2 - (1 + abK_{oc}) y_1 + ax_n^* \right] \frac{1}{\tau_1 \tau_2 \tau_3} \\ \frac{dy_4}{dt} = +\frac{by_0 - y_4}{\tau_2} \end{cases} \quad (6)$$

Коэффициент передачи «а» с периодической неравномерностью блока производства (БП) представлен в двух вариантах [4, 6]:

а) $a = a_0 (1 + \sin \omega t) \omega = (0,1-0,5) 1/\text{ед. врем.}$ (7) $\omega = 2\pi f$, где ω, f – круговая и циклическая частота, например 1/с и Герц;

б) $a = a_0 - q \sin(\omega t + \varphi) - \kappa \sin(2(\omega t + \varphi))$, (8) где $a_0 = (0,5...1,5)$, $q, \kappa = (0,1...0,3)$ – коэффициенты коррекции для БП, φ – начальная фаза. При моделировании подобрано $\varphi = 1,047$ рад.

При моделировании, где не оговорено, принято нормированное значение $x_n^* = 1 \frac{\text{усл. ед.}}{\text{ед. врем.}}$.

Для получения фактических величин $M, M_{ц}, \Delta M$ умножаются на реальную производительность

x_n^* ПП, например, $x_n^* = 10^7 \frac{\text{руб.}}{\text{ед. врем.}}$, где ед. времени выбирается в зависимости от объема производства ПП и необходимой временной детализации. На графиках матрица-столбец y имеет компонентами начального значения соответствующих переменных $y_k^0 (k = 0...5)$.

На графиках приняты другие переменные: $z_{n,0} = t; z_{n,1} = y_0 = M \dots z_{n,5} = y_4 = M_{ц}$. (10)

В уравнения (6) могут использоваться коэффициенты с периодическими членами по аппроксимации вариантов либо а), либо в). Их параметры a_0, q, ω, κ будут варьироваться с целью исследо-



вания влияния этих изменений на свойства ЗПП и последующего сравнительного анализа с целью вынесения рекомендаций для практического и теоретического использования.

Отметим, что, поскольку математическая модель БП является частью модели ЗПП, а в одном случае – разомкнутого ПП (РПП), у которого $K_{ос} = 0$, в силу чего результаты БП меняются,

будем исследовать качественные изменения функционирования ПП при изменении его параметров.

Неизменные параметры:

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 1 \text{ ед. врем. } x_n^* = 1.$$

Изменяемые параметры сведены в таблицу.

Моделирование произведено для варианта

а) изменения коэффициента «а» по гармоническому закону.

Значения коэффициентов обратной связи и параметров моделирования при различном состоянии контура управления

Номер графика	ν	$K_{ос}$	a	q	a_0
1	1,1	0 (РПП)	Расчет по формуле 8	0,9	1
2	1,1	0,25 (ЗПП с полож. ОС)	Расчет по формуле 8	0,9	1
3	1,1	5 (ЗПП с отриц. ОС)	Расчет по формуле 8	0,9	1
4	1,1	1 (ЗПП с отриц. ОС)	Расчет по формуле 8	0,9	1
5	1,1	0,25 (ЗПП с полож. ОС)	Расчет по формуле 11	0,9	1

Результаты

Результаты моделирования представлены на рис. 1–5.

Из сопоставления результатов математического моделирования в программе Mathcad следует:

1. В РПП (рис. 1) наблюдается большая колебательность процессов производства к моменту $t = 100$ ед. времени, составляющая до 9,5% от $M_ц$ и M . Скорость изменения I является периодической негармонической с периодом

30 ед. времени с амплитудой $\approx 0,8$. Выручка $M_ц$ к $t = 100$ ед. времени достигает ≈ 100 усл. ед. Прибыль достигает 10 усл. ден. ед.

2. В ЗПП с положительной обратной связью (рис. 2) также наблюдается большая колебательность до $\approx 11\%$ от $M_ц$ и $M_к$ к $t = 100$ ед. времени. Скорость изменения M составляет по амплитуде 1,4. Выручка к $t = 100$ ед. времени достигает ≈ 160 усл. ден. ед. Прибыль достигает 14 усл. ден. ед. Лучшие показатели по выручке и прибыли объясняются влиянием положительной ОС.

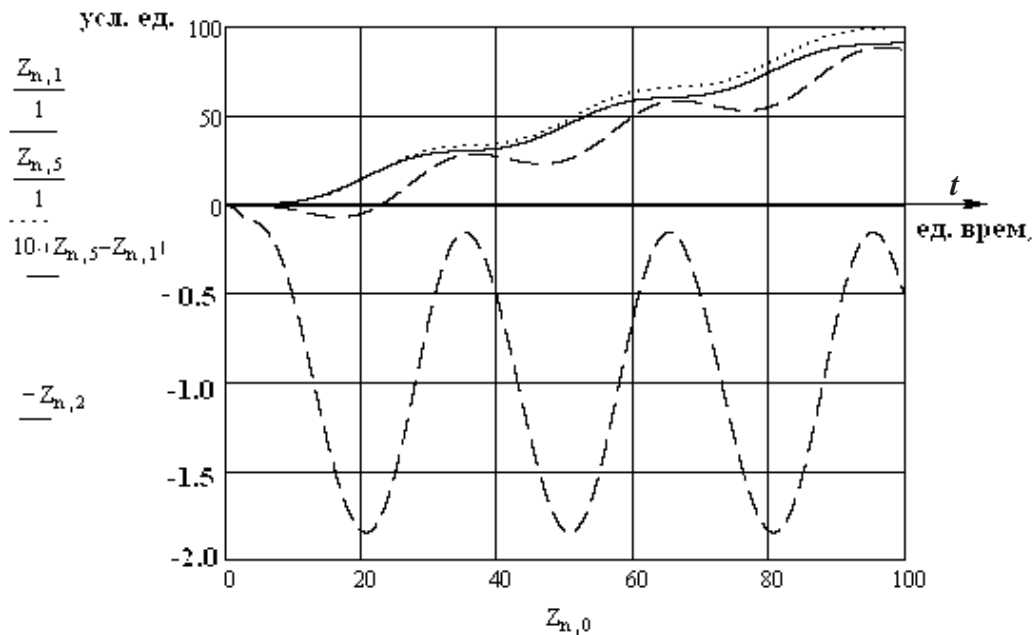


Рис. 1. Результат моделирования деятельности приборостроительного предприятия с разомкнутым контуром управления



$$Z_{n,1} = M \quad Z_{n,2} := \frac{dM}{dt} \quad Z_{n,5} := M_0$$

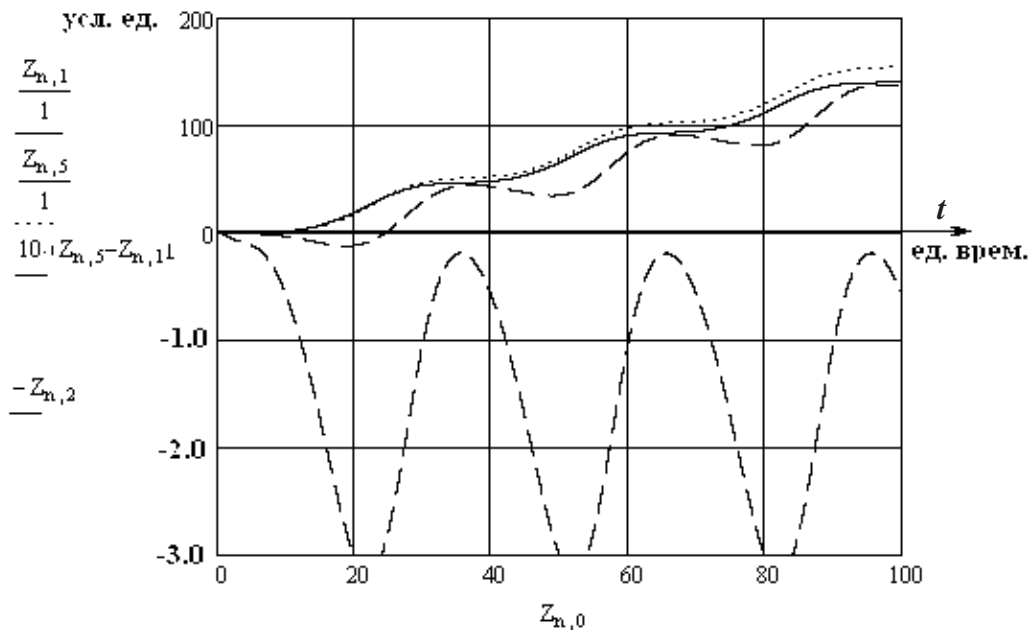


Рис. 2. Результат моделирования деятельности приборостроительного предприятия с замкнутым контуром управления с положительной обратной связью

3. В ЗПП с отрицательной обратной связью (рис. 3) наблюдается меньшая ($\approx 5\%$) колебательность по M , M_c и прибыли – также до 5% к $t = 100$ ед. времени. Прибыль составляет примерно

7,3%. Обратная связь – отрицательная, глубокая ($K_{ос} = 5$). Поэтому снизились выручка и прибыль. Колебательный компонент скорости изменения снизился в 20 раз по сравнению с предыдущим случаем.

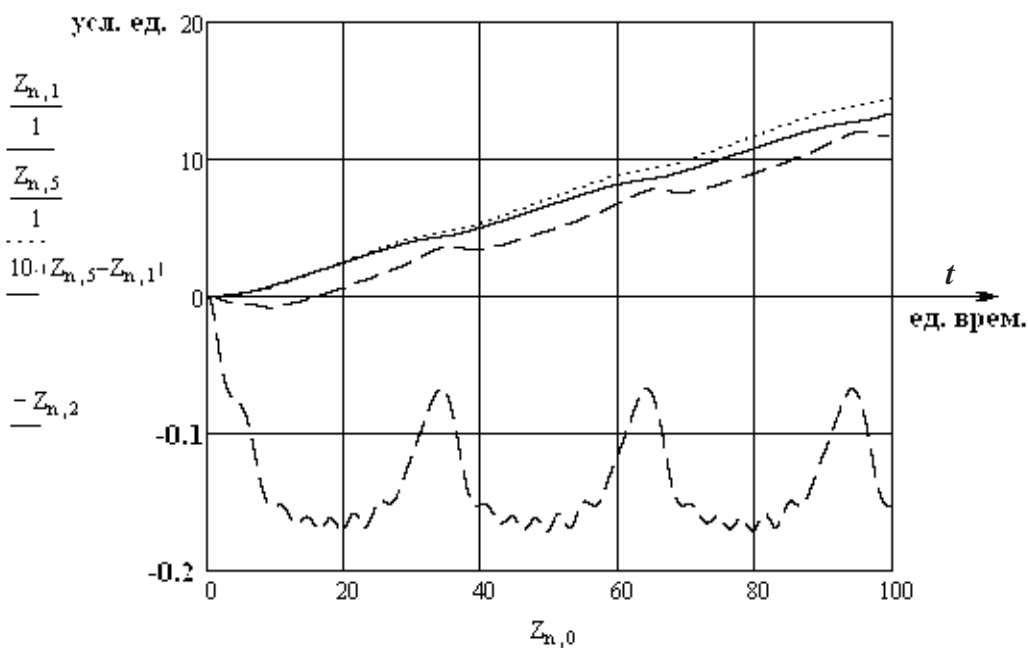


Рис. 3. Результат моделирования деятельности приборостроительного предприятия с замкнутым контуром управления с отрицательной обратной связью



4. В ЗПП с более слабой отрицательной обратной связью ($K_{ос} = 1$) (рис. 4) колебательность также снизилась и составляет в прибыли и выручке $\approx 3,8\%$. Прибыль составила к $t = 100$ ед. $\approx 8\%$. Амплитуда скорости от M составляет $0,25$, т.е. снизилась более чем в 5 раз по сравнению со случаем 2. В реальных условиях неравномерность работы ПП можно устранить организационными, техническими и экономическими методами. При математическом моделировании этой

мере можно поставить в соответствие несколько путей. Один из них, как указано выше, – применение отрицательной обратной связи с увеличением x_n^* для компенсации потерь выручки и иных показателей. Другой путь состоит в применении модели коэффициента «а» при учете погрешностей определения его параметров. Пусть, например, истинный коэффициент «а» измеряется по формуле (10), а аппроксимация произведена неточно и ей соответствует формула (9).

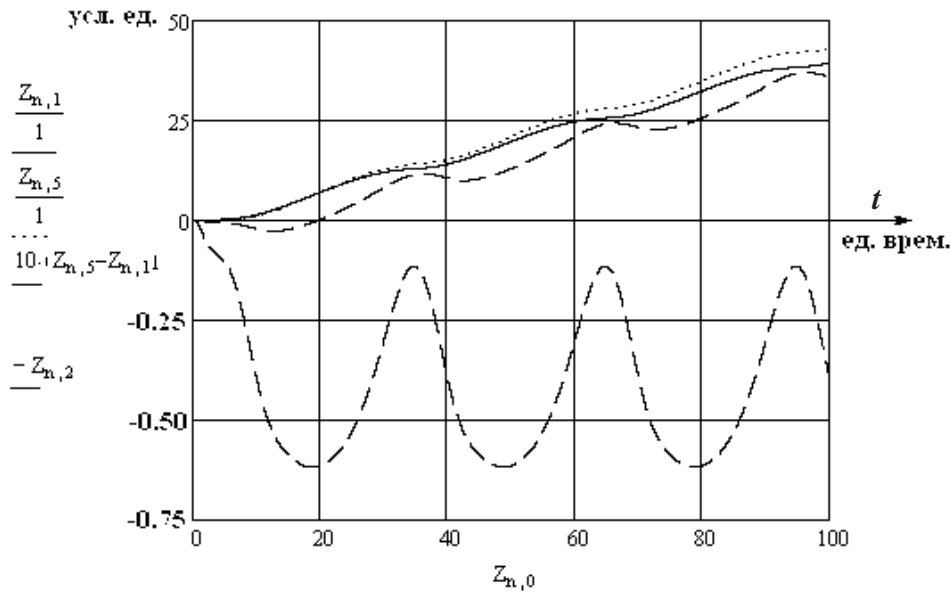


Рис. 4. Результат моделирования деятельности приборостроительного предприятия с замкнутым контуром управления с более слабой отрицательной обратной связью

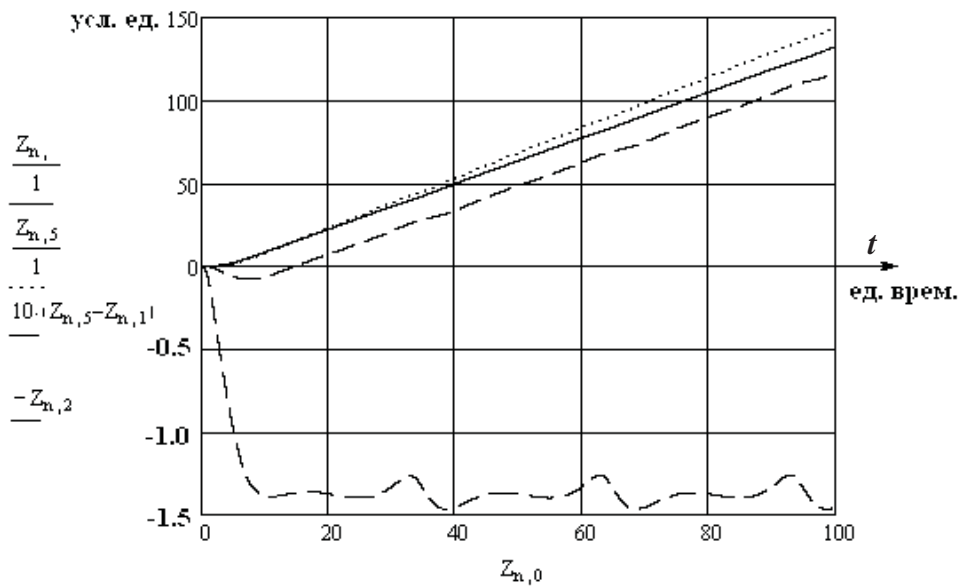


Рис. 5. Результат моделирования деятельности приборостроительного предприятия с замкнутым контуром управления с положительной обратной связью с измененным коэффициентом передачи «а»



5. Тогда в уравнения (8) можно ввести выражения для «а» в таком виде:

$$a = a_0 \frac{(1 - q \sin(\omega t + \varphi) - \kappa \sin(2(\omega t + \varphi)))}{1 - q_1 \sin(\omega t + \varphi)}. \quad (11)$$

Ясно, что компенсация будет неполной, что подтверждается результатами математического моделирования, произведенного для $\text{Koc} = -0,25$, и рис. 2. Результаты представлены на рис. 5 и показывают, что колебательность снижена более чем на порядок по отношению к результатам рис. 2.

Выводы

Самая большая колебательность технико-экономических показателей при «а» с периодическим компонентом нестабильности наблюдается в ЗПП с положительной обратной связью. В РПП ($\text{Koc} = 5$) колебательность несколько ниже. При отрицательной обратной связи колебательность по M , M_c , ΔM существенно снижается, но за счет снижения выручки, значит, для сохранения их значений в этом случае плановую величину x_n^* нужно увеличивать, либо уменьшать влияние нестабильности коэффициента передачи «а» на работу ПП. Показано, что при учете модели коэффициента передачи «а» по формуле (11) при $\text{Koc} = -0,25$, т.е. при положительной обратной связи, колебательность процессов снижена больше чем на порядок при сохранении показателей прибыли и выручки по варианту 2 и рис. 2.

Список литературы

1. Нахов С. Ф., Плотников П. К., Плотников А. П. Совершенствование оперативного планирования деятельности приборостроительного предприятия на основе математической интерпретации его динамики // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2015. Т. 15, вып. 3. С. 285–290.
2. Форрестер Д. Основы кибернетики предприятия. М.: Прогресс, 1971. 325 с.
3. Сиразетдинов Т. К. Динамическое моделирование экономических объектов. Казань: ФЕН, 1996. 224 с.
4. Плотников А. П. Развитие методологии управления инновационной деятельностью на основе принципа обратных связей // Вестн. СГТУ. 2008. № 3 (34). С. 32–38.
5. Виртуальная система управления процессом выпуска однородной продукции предприятия: пат. 2571598. Рос. Федерация. № 2014144764; заявл. 05.11.2014; опубл. 20.12.2015. Бюл. № 36. 11 с.
6. Плотников П. А. Оценка устойчивости инновационного развития микроэкономических производственных систем: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Саратов, 2012. 24 с.

To the Issue of Mathematical Modeling of Process of Functioning of the Instrument-making Enterprise when Using the Experimental Data of its Activities

S. F. Nahov

Branch of Scientific-production Center of Automation and Instrument Engineering Academician N. A. Pilyugin – Production Association «Building»,
1, Osipova str., Saratov, 410019, Russia
E-mail: po_korpus@forpost.ru

A. P. Plotnikov

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
77, Politechnicheskaya str., Saratov, 410054, Russia
E-mail: arcd1@ya.ru

S. A. Plotnikova

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
77, Politechnicheskaya str., Saratov, 410054, Russia
E-mail: saef80@ya.ru

Introduction. Automation control instrument-making enterprise (PP) relies not only on the introduction in its composition of technical means and computing devices, but also on the mathematical model of its production and economic activity. For further development and expansion of modeling capabilities to reduce oscillatory (instability) of the production process, in article we propose to combine the approach based on the use of the principles and methodology of the theory of automatic control (TAU) used in the creation of the virtual process control system of production of similar products of the enterprise instrument and the mathematical description of the dynamics of production activities, PP. **Theoretical analysis.** To the present time developed structural scheme of enterprise's activity, based on the above theory, one of the key principles is the principle of backward linkages that improve the quality of management, efficiency of management decisions and thus the sustainability of production of the company. Obtained and the corresponding mathematical models, illustrating structural diagrams. However, there remains a need for further development of the mathematical interpretation of feedback reflecting the influence of the latter on the sustainability and stability of production process PP. **Methods.** Mathematical model PP without automated control systems, i.e. naturally without the introduction of feedback, the article claims correspond with an open loop control (PSC). Accordingly, a continuous mathematical model of PP with feedback loop reflects the PP with a closed control circuit (FOD). For him mathematical model of the production unit (PSU) corresponds to the PP model, obtained experimentally. As a model production unit PSC adopted model derived from real data of production activities of one of the claims of Saratov. **Results.** In article the mathematical model of the functioning of the claims covered by the feedback control, i.e. closed the instrument-making enterprise (RFP). They are reduced to normal form of differential equations assigned to them and the coefficients of the feedback and other parameters. Further these equations are presented in the form convenient for the solution in the Mathcad program produced and mathematical modeling. For comparison is given also the simulation of the original RFP, in which the algorithms are given positive and negative feedback (control). It was shown that these control algorithms do not eliminate fluctuations in the production process. Was subject to adjustment in the coefficients of the control algorithms, PP. It is shown that when negative feedback is increased and when the transmission coefficient



of the feedback loop, the oscillatory (the ratio of the amplitude of the oscillatory component of the process to its systematic, relatively permanent component) is affected to a lesser extent on the work of the PP, due to the structure of mathematical model of work of the RFP.

Conclusions. Proposed approach allowed the modeling of the production activity of PP under different settings and conditions in feedback control loop and to find their optimal values.

Key words: instrument-making enterprise, manufacturing unit, feedback, feedback coefficient, mathematical model, automatic control, oscillatory processes of production.

References

1. Nahov S. F., Plotnikov P. K., Plotnikov A. P. Sovershenstvovanie operativnogo planirovaniya deyatel'nosti priborostroitel'nogo predpriyatiya na osnove matematicheskoy interpretatsii ego dinamiki [Improving operational planning activities of mechanical engineering enterprises on the basis of mathematical interpretation of its dynamics]. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2015, vol. 15, iss. 3, pp. 285–290.
2. Forrester D. *Osnovy kybernetiki predpriiatiia* [Fundamentals of Cybernetics of the enterprise]. Moscow, Progress Publ., 1971. 325 p.
3. Sirazetdinov T. K. *Dinamicheskoe modelirovanie ekonomicheskikh ob#ektov* [Dynamic modeling of economic objects]. Kazan, FEN Publ., 1996. 224 p.
4. Plotnikov A. P. Razvitie metodologii upravleniia innovatsionnoi deiatel'nostii na osnove printsipa obratnykh svyazei [Development of methodology of innovation management on the basis of feedback]. *Vestnik SGTU* [Herald of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov], 2008, no. 3, pp. 32–38.
5. *Virtual'naia sistema upravleniia processom vypuska odnorodnoi produktsii predpriiatiia* [Virtual process management system of production of similar products of the enterprise]. Patent 2571598. RF. № 2014144764; declared 05.11.2014; published 20.12.2015. Bulletin № 36. 11 p.
6. Plotnikov P. A. *Otsenka ustoichivosti innovatsionno-gorazvitiia mikroekonomicheskikh proizvodstvennykh sistem* [Sustainability assessment of innovative development of microeconomic production systems. Cand. econ. sci. thesis diss.]. Saratov, 2012. 24 p.

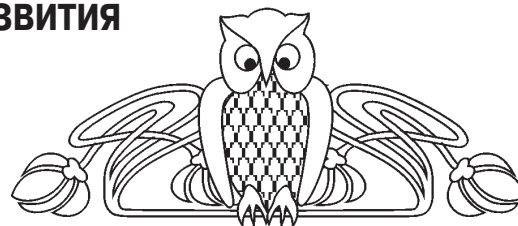
УДК 330.341.2

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

О. В. Перфильева

кандидат социологических наук, научный сотрудник, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва; эксперт-консультант, Национальный фонд подготовки кадров, Москва
E-mail: Perfilieva@hse.ru; Perfilieva@ntf.ru

Введение. Проблема оценки результатов деятельности университетов обостряется, когда требуется количественно оценить эффективность работы вузов. На сегодняшний день продолжается поиск методик комплексной оценки вклада университетов в инновационное развитие региональных систем на основе релевантной системы показателей. **Теоретический анализ.** Основу методики оценки вклада университетов в инновационное развитие регионов должна составлять правильно подобранная система показателей, построенная таким образом, чтобы они поддавались квантификации и были направлены на оценку результатов деятельности университетов относительно регионов расположения, что важно из соображений точности и надежности производимой оценки. **Эмпирический анализ.** На основе первичного анализа базовых и специфических параметров 15 современных инструментов оценки инновационного развития выделяются элементы методик, релевантные для построения модели оценки вклада вузов в региональное инновационное развитие. **Результаты.** Анализ наметил возможные элементы для построения модели оценки вклада вузов в региональное инновационное развитие: систему показателей, применяемых для количественной оценки основных тенденций инновационного развития. Релевантной задачам исследования является также наиболее распространенная фор-



ма организации оценки в качестве масштабного аналитического исследования индексным методом и методом ранжирования выбранных объектов исследования.

Ключевые слова: вклад вузов в региональное развитие, инновации, дифференциация регионов, оценка эффективности, ранжирования, индексы, барометры.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-2-166-171

Введение

Разнообразные оценки степени, качества и эффективности инновационного развития той или иной сферы жизнедеятельности общества на основе рейтингов, индексов или барометров инновационного развития получают сегодня широкое распространение. Востребованность этих инструментов возможно объяснить с точки зрения общественного запроса на современную аналитику, которая аккумулирует многообразие информационных потоков, генерируемых из различных источников, представляя их в агрегированном виде в предельно простой для восприятия форме.