

Научная статья

УДК 330.46:338.242

EDN ENJJGY

DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(1).45-56



С.В. Чупров

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аналитическое конструирование регулятора обеспечения оптимальности и устойчивости резерва инновационной промышленной продукции

Аннотация. Востребованное становлением экономики знаний и цифровизацией ее индустриальной сферы, развитие наукоемких производств вызывает необходимость аналитического конструирования регулятора и экономико-математического моделирования динамических процессов насыщения сегмента рынка инновационной промышленной продукцией. В этом контексте проводится формализация двух задач: первой – регулирования резерва этой продукции с целью его стабилизации во взаимосвязи с показателями скорости изменения объемов ее производства и спроса на нее и второй – аналитического конструирования оптимального регулятора резерва инновационной продукции с достижением минимума его содержания и потерь, возникающих вследствие нехватки этой продукции при возросшем спросе на нее, с доказательством асимптотической устойчивости в целом полученных решений обеих задач. Построение соответствующих им моделей углубляет понимание инвестиционно-инновационных процессов и оснащает аналитический инструментарий адаптивного управления эффективностью и устойчивостью промышленных предприятий в возмущенном экономическом пространстве.

Ключевые слова. Возмущение, инвестиции, инновация, нелинейность, оптимальность, производственная система, промышленность, регулятор, резерв, устойчивость.

Информация о статье. Дата поступления: 18 января 2023 г.; дата принятия к публикации: 30 января 2023 г.; дата онлайн-размещения: 3 февраля, 2023 г.

Original article

S.V. Chuprov

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

Analytical Design of the Regulator for Ensuring the Optimality and Stability of the Reserve of Innovative Industrial Products

Abstract. Demanded by the formation of the knowledge economy and the digitalization of its industrial sphere, the development of science-intensive industries requires the analytical design of the regulator and economic and mathematical modeling of dynamic processes of saturation of the market segment with innovative industrial products. In this context, two tasks are being formalized: the first is the regulation of the reserve of these products in order to stabilize it in conjunction with the indicators of the rate of change in the volume of its production and demand for it, and the second is the analytical design of the optimal regulator of the reserve of innovative products with the achievement of a minimum of its content and losses arising from due to the

shortage of this product with an increased demand for it, with the proof of the asymptotic stability in general of the obtained solutions of both problems. The construction of corresponding models deepens the understanding of investment and innovation processes and equips analytical tools for adaptive management of the efficiency and stability of industrial enterprises in a turbulent economic environment.

Keywords. Disturbance, investment, innovation, non-linearity, optimality, production system, industry, regulator, reserve, stability.

Article info. Received 18 January, 2023; Accepted 30 January, 2023; Available online 3 February, 2023.

Нарастающий поток организационных, технологических и продуктовых новшеств подвергает отечественные предприятия риску потери конкурентных позиций и проигрыша в борьбе за овладение рынками инновационной продукции. Необходимость преодоления барьеров перспективному развитию индустриальных предприятий вносит в повестку исследований вопрос о моделировании и анализе влияния широкого круга факторов на изготовление и реализацию инновационной продукции в экономическом пространстве, изобилующим сильными возмущениями.

В стремлении обеспечить для этого благоприятные условия резонно обратиться к теории оптимальных систем, в которой выполняют синтез управления в реальном времени, понимаемого как синтез законов или алгоритмов управления на основе оптимизации практически одновременно с формированием самих управляющих воздействий, и этот подход является решающим для современной теории автоматического управления — оптимизации управления «в большом» с достижением наилучшего конечного результата [1, с. 367].

Между тем в теории оптимальных систем разделяют два класса математических задач, один из которых связан с определением и расчетом режима невозмущенного движения системы, а другой с регулятором, гарантирующим существование заданных свойств возмущенного движения (переходного процесса). Однако А.М. Летов отмечал, что распространенный в области автоматического управления термин «синтез управления» обладает множеством интерпретаций и потому склонен к использованию эквивалентного ему термина «аналитическое конструирование», который «должен более импонировать инженерам, поскольку за этим термином кроется лишь поиск средствами математического анализа вида дифференциального уравнения регулятора, отвечающего принятому критерию оптимальности» [2, с. 108].

Немаловажно, что продуцирование и внедрение преобразующих инноваций, революционизируя организацию деятельности промышленного предприятия, вместе с тем влекут за собой перестройку производства, вследствие которой возможны досадные аномалии: сбои в «привязке» технологических и продуктовых нововведений, непредвиденные паузы в протекании производ-

ства, аритмия в движении на предприятии материально-технических потоков, ошибки и рассогласования в принятии персоналом поспешных управленческих решений и др. Подобные изъяны в функционировании производственной системы предприятия в той или иной степени хаотизируют порождаемые в них витиеватые нелинейные закономерности в переходном процессе перевода предприятия из исходного состояния в целевое. Восходящая волнообразная траектория этого процесса выражает консерватизм и инерционность производственной системы, реакция которой к управляющим воздействиям меняется по мере перехода от малоэффективного устойчивого состояния к более эффективному устойчивому. Вначале система вынуждает проводить энергичное «раскачивание», чтобы сдвинуть ее из худшего, но устойчивого, состояния и привести в движение, а затем с «покорением» инерционных сил производственная система ускоряет ход и притягивается к более эффективному устойчивому состоянию.

В теории катастроф потеря устойчивости состояния равновесия системы отображается разными фазовыми портретами [3]. Можно предположить, что в описанном случае переход состояния равновесия системы от устойчивого к неустойчивому произойдет с перерождением ее положения равновесия в предельный цикл (рис. 1).

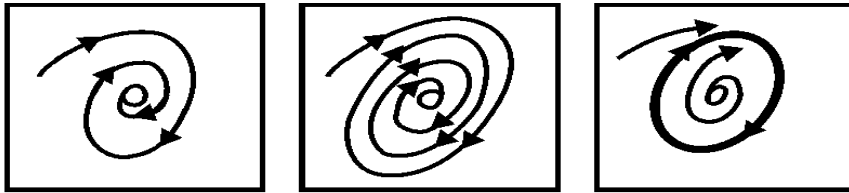


Рис. 1. Перестройка фазового портрета системы при потере устойчивости равновесных режимов [3, с. 22]

Приведенная умеренная динамика производственной системы присуща циклической картине ее «расшатывания», сдерживаемого резистентностью системы с запаздыванием ее отклика на воздействие вложенных ресурсов. Но с каждым циклом положение устойчивого равновесия системы слабеет, ее консерватизм со временем уступает силам инновационного развития, после чего квазиравновесное состояние системы утрачивает устойчивость и становится неустойчивым. Такой процесс плавной потери устойчивости равновесия именуют мягким (левый фрагмент рис. 2), что видно из характера смены равновесного положения колебательным периодическим процессом по сравнению с жесткой потерей устойчивости равновесия системы (правый фрагмент рис. 2). Во втором случае она быстро динамизируется и ее функционированию свойственны скачкообразное переключение режима и затухание возникающих колебаний.

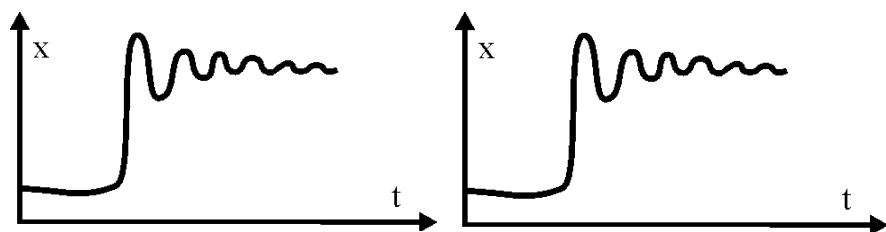


Рис. 2. Мягкая (слева) и жесткая (справа) потеря устойчивости равновесного состояния системы [3, с. 23]

Заслуживает внимания парадоксальная метаморфоза: менее развитая система легче поддается переводу из исходного (и заметим, шаткого) устойчивого состояния в другое, и потому переходный процесс протекает экономичнее с точки зрения расходуемых ресурсов на модернизацию производственной системы. Сказывается обратная сторона чрезмерно зрелых и потому «сопротивляющихся» переменам систем, для коренной реформации которых требуется обеспечить перевес инновационных сил, глубокие структурные и поведенческие преобразования в производственной системе.

Продиктованный нелинейными представлениями теории перестроек, излагаемый аналитический подход включает в себе и влияние инвестиционных вложений на инновационное развитие производственной системы. В экономических разработках тема инвестиционного сопровождения остается притягательной для широкого круга аналитиков и вовлекает в орбиту исследований идеи естественно-научных областей знания (методов оптимизации, физики, кибернетики и др.), что служит источником гипотетических предположений о закономерностях и результатах воздействия инвестиций на эффективность и устойчивость экономических структур (напр., [4–6]). Так, нетривиальная динамика ее обнаруживает себя в том, что положительная реакция системы на инвестирование в ее инновационные проекты преимущественно отлична по темпу роста от пропорциональной, что принципиально для осмысления и толкования картины и следствий протекания инвестиционных процессов на промышленных предприятиях. Понятно, что раскрываемое несоответствие темпов может поколебать завышенные ожидания инвесторов получить от финансовых вложений в инновационную деятельность предприятий быстрый и весомый эффект, достигаемый по криволинейной траектории лишь с течением времени.

В канонической экономической науке служит постулатом прямая причинно-следственная связь между инвестициями в инновационную деятельность и ее результатами, тогда как математически выраженная зависимость между ними нередко остается

в тени проводимых разработок. Между тем представляет интерес динамика оказываемого воздействия инвестиций на объем производства и резерв инновационной продукции, выстраивание формализованных конструкций со скоростями изменения характеристик инвестиционно-инновационного процесса промышленных предприятий.

Сошлемся и на то, что в математической теории оптимального управления решение задачи позиционного оптимального управления отождествляют с синтезом оптимального управления «в виде стратегии управления по принципу обратной связи, как функции текущего состояния (позиции) процесса» [7, с. 42]. И тогда выполняется поиск решения, минимизирующего функционал «терминального» показателя среди функций управления для произвольной исходной позиции.

В излагаемой в статье задаче актуальным представляется аналитическое конструирование регулятора, обеспечивающего оптимальность и устойчивость производственно-экономических процессов изготовления и продажи инновационной промышленной продукции. Назначение его в контексте парадигмы управления состоит в том, чтобы на множестве переменных и входных параметров с заданной критериальной функцией благодаря целевому управлению поддерживать постоянство этой функции вопреки вариациям входных параметров.

Для этого построим экономико-математические модели инвестиционно-инновационной деятельности индустриального предприятия, полагая необходимым обеспечить оптимальное управление резервом инновационной продукции на предприятии, устойчивого к изменению спроса на нее и зависимого от показателей объемов ее изготовления, затрат на производство и реализацию единицы инновационной продукции и инвестиций в процесс ее изготовления.

В первой задаче спроектируем модель управления резервом инновационной промышленной продукции с целью удовлетворения спроса на нее, несмотря на изменение последнего под влиянием ситуативных факторов [8, с. 131, 136, 141]. Причем стабилизации создаваемого на предприятии резерва добиваемся соответствующим объемом производства инновационной продукции. Обозначим величину этого резерва переменной $x(t)$, и тогда скорость ее изменения определяется разностью между скоростями объема производства $in(t)$ инновационной продукции и спроса $s(t)$ на нее:

$$\frac{dx(t)}{dt} = in(t) - s(t). \quad (1)$$

Уместно найти условие, при соблюдении которого текущая величина резерва $x(t)$ инновационной продукции будет сходиться к заданной величине $x^*(t) > 0$ при любых колебаниях объема спроса на нее, а затем проверим полученное решение на устойчивость процесса стабилизации уровня резерва $x(t)$.

В равенстве (1) управляемым параметром является скорость объема производства $in(t)$ инновационной продукции и управляющее воздействие появляется при отклонении текущего значения ее резерва $x(t)$ от заданного $x^*(t)$. Для регулирования уровня резерва продукции введем положительный параметр φ для влияния на процесс приближения величины $x(t)$ к $x^*(t)$. Если, например, скорость нарастания спроса продукции $s(t)$ приводит к тому, что расхождение текущего показателя $x(t)$ от заданного $x^*(t)$ превышает допустимое отклонение (с учетом параметра φ):

$$s(t) \geq \varphi[x(t) - x^*(t)], \quad (2)$$

скорость увеличения объема производства $in(t)$ инновационной продукции должна превышать рост спроса $s(t)$, и во избежание нехватки продукции предупредить снижение уровня ее резерва $x(t)$ по отношению к $x^*(t)$. В противоположном случае, когда скорость нарастания спроса $s(t)$ продукции меньше отклонения текущего $x(t)$ от заданного $x^*(t)$ резерва инновационной продукции на предприятии (с учетом параметра φ):

$$s(t) < \varphi[x(t) - x^*(t)], \quad (3)$$

излишек резервов продукции достаточен для удовлетворения пониженного спроса на нее. Объединяя неравенства (2) и (3), можно их выразить для скорости изменения объема производства $in(t)$ инновационной продукции следующим образом:

$$in(t) = s(t) - \varphi[x(t) - x^*(t)], \text{ если } s(t) \geq \varphi[x(t) - x^*(t)] \quad (4)$$

$$\text{и } in(t) = 0, \text{ если } s(t) < \varphi[x(t) - x^*(t)]$$

Вообще говоря, управление процессом стабилизации уровня резерва $x(t)$ инновационной продукции наступает только при условии (4), при котором спрос повышается ($s(t) > 0$), а текущий уровень резерва продукции меньше заданного, т.е. $x(t) - x^*(t) < 0$. Тогда скорость нарастания спроса $s(t)$ на инновационную продукцию начинает превышать допустимое отклонение величины $x(t)$ от $x^*(t)$, и уходят возможности удовлетворения спроса $s(t)$ накопленным резервом $x(t)$ продукции. В итоге задача управления упрощается, поскольку описывается лишь одним уравнением:

$$in(t) = s(t) - \varphi[x(t) - x^*(t)],$$

которое с подстановкой в выражение (1) принимает вид:

$$\frac{dx(t)}{dt} = -\varphi[x(t) - x^*(t)]$$

или

$$\frac{1}{\varphi} \cdot \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = x^*(t). \quad (5)$$

Общее решение его представляет собой равенство:

$$x(t) = x^*(t) + [x(0) - x^*(t)]e^{-\varphi t}. \quad (6)$$

В этом выражении яснее становится роль параметра φ : его величина меняет скорость приближения величины резерва продукции $x(t)$ к $x^*(t)$, поскольку с увеличением φ ($\varphi > 1$) второе слагаемое в сумме (6) уменьшается, и эта скорость возрастает, и наоборот. Появляется возможность ее регулирования и при необходимости замедлить или форсировать процесс доведения текущего резерва $x(t)$ инновационной продукции до его заданного уровня $x^*(t)$.

Резюмируя, видим, что искомое решение (6) обладает свойством асимптотической устойчивости в целом (при любых начальных возмущениях), называемого также глобальной устойчивостью. В самом деле, независимо от первоначального уровня резерва $x(0)$ инновационной продукции при принятом условии регулирования и $t \rightarrow \infty$ констатируем: $x(t) \rightarrow x^*(t)$, т.е. величина текущего резерва $x(t)$ этой продукции с течением времени неуклонно сходится к его заданному значению $x^*(t)$.

Более строго, в теории устойчивости такой вывод аргументируется тем, что линейная однородная дифференциальная система с постоянной матрицей асимптотически устойчива тогда и только тогда, когда все характеристические корни матрицы имеют отрицательные вещественные части [9, с. 93]. В нашей задаче при положительном φ действительный корень характеристического уравнения $p = -\varphi$ имеет отрицательный знак. Ведь однородное дифференциальное уравнение равенства (5):

$$\frac{1}{\varphi} \cdot \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = 0,$$

откуда его характеристическое уравнение:

$$\frac{1}{\varphi} \cdot p + 1 = 0$$

и корень этого уравнения отрицательный:

$$p = -\varphi.$$

Следовательно, становится достижимой цель управления процессом стабилизации уровня резерва инновационной продукции и насыщения ею сегмента рынка в соответствии с варьирующим спросом на нее.

Во второй задаче сконструируем регулятор, обеспечивающий оптимальное управления резервом инновационной продукции из соображений минимума его содержания и потерь, вызванных нехваткой этой продукции при динамичном росте спроса на нее, с проверкой на устойчивость найденного решения. Представим целевую функцию $f(t)$ суммой двух слагаемых: первое линейно зависит от величины резерва $x(t)$ инновационной продукции, а второе слагаемое связано прямой зависимостью с величиной скорости спроса $s(t)$ и обратной с резервом продукции $x(t)$:

$$f(t) = zx(t) + \frac{is(t)}{x(t)} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где z — затраты на производство и реализацию единицы инновационной продукции; i — инвестиционная поддержка изготовления инновационной продукции предприятия, отнесенная к величине ее резерва $x(t)$.

Минимальное значение функции $f(t)$ (7) найдем по правилу поиска ее экстремума с заданной функцией $s(t)$:

$$\frac{df(t)}{dx(t)} = z - \frac{is(t)}{x^2(t)} = 0,$$

откуда величина оптимальной величины резерва инновационной продукции $x(t)$ на промышленном предприятии:

$$x(t) = \sqrt{\frac{is(t)}{z}}, \quad (8)$$

а вторая производная функции $f(t)$:

$$\frac{d^2 f(t)}{dx^2(t)} > 0$$

положительна и не оставляет сомнений, что при найденной для $x(t)$ формуле (8) функция $f(t)$ минимальна.

Толкование равенства (8) раскрывает вполне ожидаемую зависимость: оптимальный уровень резерва $x(t)$ инновационной промышленной продукции прямо пропорционален величине инвестиций в ее производство i и скорости спроса на нее $s(t)$ и обратно пропорционален затратам на производство и реализацию единицы инновационной продукции z .

Приступим теперь к отысканию общего решения уравнения (1), для чего сначала продифференцируем выражение (8):

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{\sqrt{z}}{2\sqrt{is(t)}} \frac{i}{z} \frac{ds(t)}{dt} = \frac{i}{2\sqrt{izs(t)}} \frac{ds(t)}{dt},$$

а затем подставим правую часть в уравнение (1):

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{i}{2\sqrt{izs(t)}} \frac{ds(t)}{dt} = in(t) - s(t)$$

или

$$in(t) = s(t) + \frac{i}{2\sqrt{izs(t)}} \frac{ds(t)}{dt}.$$

Для обеспечения устойчивости регулирования [8, с. 141] величины резерва $x(t)$ инновационной продукции на предприятии в полученное равенство добавляем член $\varphi x(t)$ и закон управления:

$$in(t) = s(t) + \frac{i}{2\sqrt{izs(t)}} \frac{ds(t)}{dt} - \varphi x(t),$$

после чего уравнение (1) запишем в виде:

$$\frac{dx(t)}{dt} = in(t) - s(t) = \frac{i}{2\sqrt{izs(t)}} \frac{ds(t)}{dt} - \varphi x(t)$$

и его общее решение:

$$x(t) = Ae^{-\varphi t} + \sqrt{\frac{is(t)}{z}}, \quad (9)$$

где A — произвольная постоянная, эксплицирует оптимум (8) автоматического регулирования резерва $x(t)$ инновационной продукции.

Нетрудно увидеть, что при предельном переходе $t \rightarrow \infty$ первое слагаемое суммы (9) $Ae^{-\varphi t} \rightarrow 0$ и потому $x(t) \rightarrow \sqrt{\frac{is(t)}{z}}$, что доказывает не только оптимальность решения (9), но и его асимптотическую устойчивость в целом: возмущенный ввиду влияния разного рода помех, уровень резерва $x(t)$ изготавливаемой инновационной продукции с течением времени сходится к невозмущенному $x^*(t)$. Тем самым дестабилизирующие деятельность предприятия возмущения в конечном счете нейтрализуются, и резерв инновационной промышленной продукции восстанавливается до заданной оптимальной величины.

В этом отношении дальнейшие работы по аналитике эффективности и устойчивости инновационно модернизируемых произ-

водств логично акцентировать на феноменах динамики возмущаемых процессов и претерпеваемых ими перестройках с привлечением парадигм и моделей теории катастроф и синергетики [3; 10; 11].

Подытожим. Закономерности нелинейного функционирования производственной системы индустриального предприятия и аналитическое конструирование регулятора процесса обеспечения оптимальности и устойчивости уровня резерва инновационной промышленной продукции наращивают инструментарий инновационного менеджмента предприятий. Овладение им и успешное применение в практике управления в периоды кардинальных и быстрых экономических метаморфоз содействуют погашению или ослаблению влияния колебаний спроса на продвижение инновационной продукции на рынок и стабилизации уровня ее запаса с учетом затрат на производство и реализацию единицы продукции и инвестиций в процесс ее изготовления. Описанные экономико-математические модели позволяют обосновать управленческие решения в рамках построения и функционирования адаптивных систем управления индустриальных предприятий в сильно возмущенной бизнес-среде, в частности, предпочтительные решения для определения и поддержания экономически выгодного режима удовлетворения потребности в инновационной промышленной продукции.

Список использованной литературы

1. Справочник по теории автоматического управления / А.А. Красовский, В.Н. Афанасьев, Л.А. Растринин [и др.] ; под ред. А.А. Красовского. — Москва : Наука, 1987. — 712 с.
2. Летов А.М. Математическая теория процессов управления / А.М. Летов. — Москва : Наука, 1981. — 256 с.
3. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. — Москва : Наука, 1990. — 128 с.
4. Самаруха А.В. Эффективность инновационных процессов в ходе трансформации региональной экономики / А.В. Самаруха, А.Н. Дулесов, Г.И. Краснов. — EDN JXWXTX // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2009. — № 2 (64). — С. 48–53.
5. Звягинцева Н.А. Инвестиции как фактор устойчивого развития экономической системы / Н.А. Звягинцева. — EDN OIGHXL // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2011. — № 5 (79) — С. 24–28.
6. Аксеньюшкина Е.В. Задача оптимального планирования финансовой политики фирмы / Е.В. Аксеньюшкина. — DOI 10.17150/1993- 3541.2015.25(3).542-549. — EDN TYJZFH // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2015. — Т. 25, № 3. — С. 542–549.
7. Математическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. И.М. Виноградов. — Москва : Советская энциклопедия, 1984. — Т. 4. — 1215 с.
8. Глушков В.М. Введение в АСУ / В.М. Глушков. — Киев : Техніка, 1974. — 320 с.
9. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости / Б.П. Демидович. — Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 480 с.

10. Структуры и хаос в нелинейных средах / Т.С. Ахромеева, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий, А.А. Самарский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 488 с. — EDN MUWRPD.

11. Чупров С.В. Энтропийно-информационный анализ самоорганизации и эффекта функционирования индустриальной экономической системы / С.В. Чупров. — DOI 10.17150/2500-2759.2017.27(3).443-449. — EDN ZHTQDT // Известия Байкальского государственного университета. — 2017. — Т. 27, № 3. — С. 443–449.

References

1. Krasovskii A.A., Afanasev V.N., Rastrigin L.A., Yakubovich V.A.; Krasovskii A.A. (ed.). *Handbook of Automatic Control Theory*. Moscow, Nauka Publ., 1987. 712 p.

2. Letov A.M. *Mathematical theory of control processes*. Moscow, Nauka Publ., 1981. 256 p.

3. Arnold V.I. *Catastrophism*. Moscow, Nauka Publ., 1990. 128 p.

4. Samarukha A.V., Dulesov A.N., Krasnov G.I. The Efficiency of Innovation Processes During Regional Economy's Transformation. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2009, no. 2, pp. 48–53. (In Russian). EDN: JXWXTX.

5. Zvyagintseva N.A. Investments as Factor of Economic System Sustainable Development. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2011, no. 5, pp. 24–28. (In Russian). EDN: OIGHXL.

6. Aksenyushkina E.V. The Problem of Optimal Planning of Companies Financial Policy. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2015, vol. 25, no. 3, pp. 542–549. (In Russian). EDN: TYJZFH. DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(3).542-549.

7. Vinogradov I.M. (ed.). *Mathematical Encyclopedia*. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1984. Vol. 4. 1215 p.

8. Glushkov V.M. *Introduction to ACS*. Kiev, Tekhnika Publ., 1974. 320 p.

9. Demidovich B.P. *Lectures on the mathematical theory of stability*. Lomonosov Moscow State University Publ., 1998. 480 p.

10. Akhromeeva T.S., Kurdyumov S.P., Malinetskii G.G., Samarskii A.A. *Structures and Chaos in Nonlinear Media*. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2007. 488 p. EDN: MUWRPD.

11. Chuprov S.V. Entropy-Information Analysis of Self-Organization and of the Effect of Functioning of an Industrial Economic System. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2017, vol. 27, no. 3, pp. 443–449. (In Russian). EDN: ZHTQDT. DOI: 10.17150/2500-2759.2017.27(3).443-449.

Информация об авторе

Чупров Сергей Витальевич — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и сервиса, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: ChuprovSV@yandex.ru.

Information about the Author

Sergey V. Chuprov — Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management and Service, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: ChuprovSV@yandex.ru.

Для цитирования

Чупров С.В. Аналитическое конструирование регулятора обеспечения оптимальности и устойчивости резерва инновационной промышленной продукции / С.В. Чупров. — DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(1).45-56. — EDN ENJJGY // *System Analysis & Mathematical Modeling*. — 2023. — Т. 5, № 1. — С. 45–56.

For Citation

Chuprov S.V. Analytical Design of the Regulator for Ensuring the Optimality and Stability of the Reserve of Innovative Industrial Products. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2023, vol. 5, no. 1, pp. 45–56. (In Russian). EDN: ENJJGY. DOI: 10.17150/2713-1734.2023.5(1).45-56.