



Проблемы оценки надежности функционирования производственных систем

Мамонов В.И.¹, Полуэктов В.А.¹

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ:

В статье излагаются вопросы экономической оценки надежности производственных систем. Оценку надежности предлагается рассматривать как следствие решения задачи эффективного функционирования системы во времени. Эффективность функционирования определяется минимальным уровнем затрат при стабильном выполнении плановых заданий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: затраты на резервирование, надежность, резервы, стабильность, потери от нестабильности.

Assessment problems of reliability of functioning of production systems

Mamonov V.I.¹, Poluektov V.A.¹

¹ Novosibirsk State Technical University

Введение

Современные промышленные (машиностроительные, приборостроительные и т.д.) предприятия с дискретным характером производства являются достаточно сложными по составу и взаимосвязям их производственных единиц. В зависимости от степени кооперации, определяемой исходя из среднего числа связей между основным оборудованием, производственные подразделения таких предприятий могут формироваться на основе линейного, предметного или технологического принципа.

Вместе с тем, как показано в работе [1] (*Poluektov, Yakutin, 2015*), текущий этап развития сферы промышленного производства характеризуется необходимостью учета целого ряда факторов, принципиально меняющих подходы к организации, формированию и управлению производственными системами, к которым относятся:

- использование в производственной практике современных технологий, кардинально меняющих линейку продуктов, которые могут быть предложены покупателю;

- изменение потребительских предпочтений, выражающееся в постоянном, устойчивом росте спроса на небольшие объемы крайне разнообразной продукции с функциями, необходимыми лишь самим заказчикам.

Действие данных факторов на производственную систему выражается в увеличении номенклатуры производимой продукции на фоне снижения объемов ее выпуска, сокращении цикла смены продуктов и ускорении динамики производственных процессов. А связанный с ними рост затрат диктует необходимость выбора таких форм организации и управления производством, которые могли бы обеспечить установление рациональных производственных связей и пропорций между отдельными подразделениями (цехами, участками) при заданном уровне надежности и эффективности функционирования производственной системы.

Исследование проблемы оценки надежности производственных систем

Проблема надежного и эффективного функционирования производственных систем является многоаспектной, о чем свидетельствуют многочисленные публикации как отечественных, так и зарубежных исследователей. Изучением различных аспектов надежности производственных систем в разное время занимались: Егоров В.Н., Коровин Д.И., Львов Ю.А., Меркулова Е.Ю., Полетаев В.А., Туровец О.Г., Барлоу Р., Прошан Ф., и другие. Однако необходимо отметить, что проведенный анализ научных публикаций по заявленной проблематике показал, что на сегодняшний день отсутствует общепринятое определение такого понятия, как «надежность производственной системы», которое используется в экономической литературе при исследовании задач их эффективного функционирования (в отличие от такого понятия, как «надежность технических систем», регламентированного ГОСТ 27.002-89 [2] и ГОСТ Р 53480-2009 [3]).

Так, например, в исследованиях, посвященных изучению вопросов надежности функционирования производственных систем, рассматриваемых как технологические

ABSTRACT:

The article outlines the issues of economic assessment of the reliability of production systems. We propose to consider the assessment of reliability as a consequence of solving the problem of the effective functioning of the system in time. The efficiency of the functioning is determined by the minimum level of costs along with a stable fulfillment of the planned tasks.

KEYWORDS: Costs for redundancy, reliability, reserves, stability, losses from instability.

Received: 18.04.2017 / Published: 16.06.2017

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Mamonov V.I. (v.mamonov@corp.nstu.ru)

CITATION:

Mamonov V.I., Poluektov V.A. (2017) Problemy otsenki nadezhnosti funktsionirovaniya proizvodstvennykh sistem [Assessment problems of reliability of functioning of production systems]. Rossiyskoye predprinimatelstvo. 18. [11]. – 1733-1740. doi: [10.18334/rp.18.11.37847](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37847)

комплексы, большое внимание уделяют таким показателям, как коэффициент готовности системы, наработка на отказ [4, 5] (*Barlou, Proshan, 1984; Poletaev, Chicherin, 2012*), не связывая при этом надежность с экономическими характеристиками системы. В частности, в работе [5] (*Poletaev, Chicherin, 2012*) «...под надежностью технологической системы понимают ее свойство выполнять заданные функции, сохраняя показатели качества и ритм выпуска годной продукции в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки» [5, с. 61] (*Poletaev, Chicherin, 2012*).

В свою очередь, функциональный подход к изучению надежности производственных систем связывает надежность системы в целом с надежностью ее функциональных подсистем (организационной, технической, маркетинговой и т.д.). При этом надежность определяется как «...готовность производственной системы к стабилизации параметров хозяйственной деятельности с минимально возможными оправданными затратами для достижения поставленной цели» [6, с. 13] (*Egorov, Korovin, 2003*).

Другой подход связывает надежность с таким свойством производственных систем, как эффективное функционирование во времени [7–9] (*Lvov, Satanovskiy, 1984; Merkulova, 2006*). При этом в работе [9] (*Merkulova, 2006*) отмечается, что «... Надежность системы – это свойство системы непрерывно функционировать с учетом достижения и сохранения заданных ее характеристик при возможных изменениях воздействия условий внешней и внутренней среды» [9, с. 377] (*Merkulova, 2006*).

Индикаторы результативности работы производственных систем могут изучаться и оцениваться различными методами в зависимости от поставленных задач исследования; однако рассматривая проблему эффективного функционирования производственных систем во времени, представляется, что ее решение следует из решения более общей проблемы – соизмерения затрат и результатов. Таким образом, оценку надежности производственной системы следует рассматривать как вытекающее следствие решения задачи эффективности ее функционирования во времени, в соответствии с логической последовательностью, представленной на рисунке.

Для рассматриваемого уровня производственных систем (предприятие, цех) эффективность функционирования определяется уровнем затрат при стабильном выполнении плановых заданий.

ОБ АВТОРАХ:

Мамонов Валерий Иванович, кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры менеджмента, заведующий кафедрой экономической информатики (v.mamonov@corp.nstu.ru)

Полуэктов Владимир Александрович, кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры менеджмента (poluektov@corp.nstu.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Проблемы оценки надежности функционирования производственных систем // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18. – № 11. – С. 1733-1740. doi: [10.18334/rp.18.11.37847](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37847)

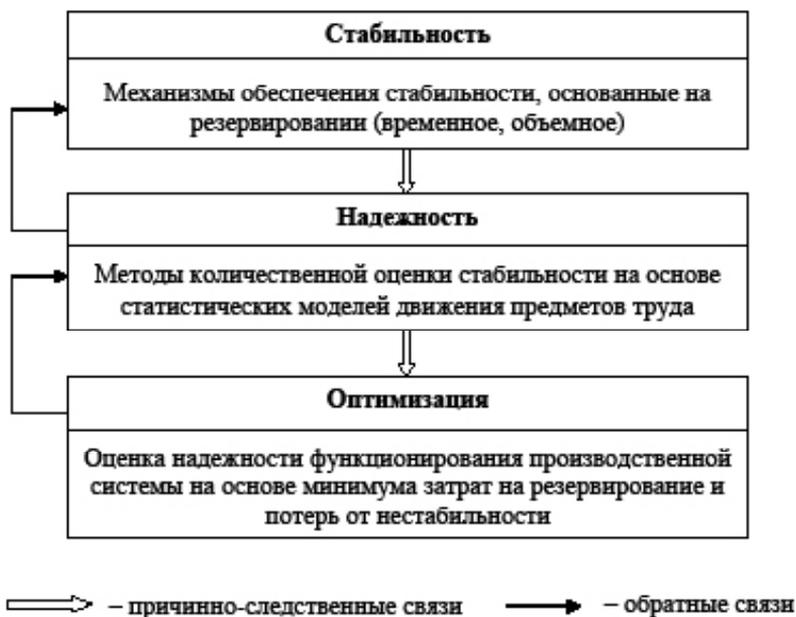


Рисунок. Схема подхода к исследованию проблемы оценки надежности производственных систем.
 Источник: составлено авторами.

Исследуемые производственные системы имеют сложную, как правило, многозвенную структуру с огромным количеством хозяйственных, организационных и коммуникационных связей, поэтому стабильность их функционирования зависит от деятельности составляющих их элементов, каждый из которых, в свою очередь, подвержен воздействию различных возмущений, носящих по отношению к отдельному подразделению случайный характер [10] (*Chuprov, 2007*).

Рассмотрим систему взаимодействия производственных подразделений в ходе реализации технологического процесса. В соответствии с используемым видом движения предметов труда каждое подразделение, осуществив законченную часть производственного процесса, передает продукцию следующему по цепочке «поставщик – потребитель» подразделению в заданные сроки. В условиях действия случайных возмущений (как внешних, так и внутренних) в дискретном производстве наблюдается рассогласование фактических сроков поставки продукции с плановыми. Поэтому под поставкой продукции «в срок» на практике понимают принятый в действующей системе оперативно-производственного планирования такой интервал времени как планово-контрольный период. Данный норматив показывает точность, с которой производственным подразделениям устанавливаются сроки поставки продукции смежным подразделениям в технологической цепи. Таким образом, если производственные

подразделения в цепочке «поставщик – потребитель» обеспечивают поступление продукции в планово-контрольный период, то будем считать, что система соответствует заданным критериям эффективности и надежности.

Количественную оценку надежности производственной системы (как и отдельных подразделений) целесообразно определять с помощью статистических моделей, описывающих вероятность поступления продукции в интервале планово-контрольного периода и характеризующих ее стабильность. При этом под нестабильностью следует понимать нарушение сроков поставки продукции вне планово-контрольного периода, что приводит к рассогласованию связей в цепочке «поставщик – потребитель».

Надежность работы подразделений и производственной системы в целом определяется на основе величины потерь от нестабильности. Потери от нестабильности определяют величину дополнительных затрат в других подразделениях по всей цепочке «поставщик – потребитель». Данные затраты по своему назначению выполняют компенсаторную функцию и предназначены для полной или частичной нейтрализации последствий нестабильности, которая передается по технологическим связям подразделениям производственной системы [11] (*Mamonov, 2006*).

Затраты для полной или частичной ликвидации последствий нестабильности определяются уровнем резервов, создаваемых в каждом производственном подразделении, а также между ними. Каждое подразделение располагает как внутренними, так и внешними резервами. Под внутренними резервами понимаются: резервы производственной мощности, запасы незавершенного производства, и т.п. Резервы готовой продукции, выступающие в качестве внешних резервов, являются факторами, обеспечивающими стабильность связей между ними. Наиболее реализуемыми на практике способами резервирования являются объемное и временное [12, 13] (*Mamonov, Poluektov, 2005; Yakutin, 2014*).

На основе статистической модели движения предметов труда во времени по технологической цепи «поставщик – потребитель» нестабильность работы подразделения может быть описана в виде средних задержек и опозданий поставок продукции смежным подразделениям [14, 15] (*Gusev, Mamonov, 2012; Mamonov, Poluektov, 2016*). Именно размер этих задержек характеризует уровень резервирования, а также размер тех потерь, которые возникают в потребляющем продукцию подразделении. Таким образом, сопоставление затрат на резервирование и потерь от нестабильности работы подразделения позволяет установить уровень его надежности и производственной системы в целом.

Заключение

Отметим важное обстоятельство. Понятие «надежность производственной системы» и связанные с ним понятия «резервирование», «стабильность», «устойчивость» имеют смысл для стационарных, относительно устойчивых условий функционирования производственной системы. Это означает, что параметры продукции и структура

производственной программы в среднем остаются постоянными. Если структурные сдвиги программы и параметрические изменения продукции настолько существенны, что система выпадает из стационарных условий, то для стабильной работы системы в новых условиях принятого уровня резервов надежности может оказаться недостаточно. В этом случае необходим переход к новым организационным и производственным условиям, для чего нужны специальные резервы адаптации. Оптимальный состав и уровень резервов надежности должны быть определены применительно к новым условиям функционирования системы.

ИСТОЧНИКИ:

1. Полуэктов В.А., Якутин Е.М. Современные концепции управления производственными системами // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 9-1. – с. 530-533.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 32 с
3. ГОСТ Р 53480-2009. Надежность в технике. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2010. – 28 с
4. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. – М.: Наука, 1984. – 327 с.
5. Полетаев В.А., Чичерин И.В. Определение оптимального уровня надежности производственной системы // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – с. 61-65.
6. Егоров В.Н., Коровин Д.И. Функциональный подход к изучению экономических проблем надежности производства // Личность. Культура. Общество. – 2003. – № 3-4. – с. 9-28.
7. Львов Ю.А., Сатановский Р.Л. Интенсификация машиностроительного производства: организация и планирование. – Л.: Машиностроение, 1984. – 182 с.
8. Шамарина Л.И., Туровец О.Г. Определение оптимального уровня резервов для обеспечения надежности производственных систем // Теория и практика организации производства машиностроительной продукции в современных условиях. – Воронеж: ВПИ, 1981. – С. 119-123
9. Меркулова Е.Ю. Проблемы обеспечения надежности функционирования производственных систем // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2006. – № 3. – с. 376-380.
10. Чупров С.В. Теория управления и устойчивость производственных систем. / Монография. – Иркутск: Издательство БГУЭП, 2007. – 440 с.
11. Мамонов В.И. Регулирование величины остаточного дефицита при взаимодействии производственных звеньев // Ползуновский вестник. – 2006. – № 4-2. – с. 255-259.
12. Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Эффективность внутренних регуляторов оперативного управления в обеспечении устойчивости функционирования предметно-

- замкнутых участков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2005. – № 9. – с. 71-76.
13. Якутин Е.М. Регуляторы производственных социально ориентированных предприятий // Научное обозрение. – 2014. – № 8-3. – с. 1070-1072.
 14. Гусев Ю.В., Мамонов Д.В. Устойчивость производственно-хозяйственных систем: сущность, показатели, статистическое измерение // Вестник НГУЭУ. – 2012. – № 2. – с. 33-44.
 15. Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Статистическое моделирование работы технологического оборудования в массовом и серийном производстве // Вестник НГУЭУ. – 2016. – № 2. – с. 114-127.
 16. Коровин Д.И. Математические методы управления экономической надежностью производственных систем: Автореф. дис. ... д.э.н.: 08.00.13. – Иваново, 2006. – 32 с
 17. Хайруллина М.В., Кислицына О.А., Чуваев А.В. Непрерывное улучшение производственной системы промышленного предприятия: показатели и модель оценки // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2015. – № 6. – с. 81-90.

REFERENCES:

- Barlou R., Proshan F. (1984). Statisticheskaya teoriya nadezhnosti i ispytaniya na bezotkaznost [Statistical Reliability Theory and Failure Test] Moscow: Nauka. (in Russian).
- Chuprov S.V. (2007). Teoriya upravleniya i ustoychivost proizvodstvennykh sistem [Theory of control and the stability of production systems] Irkutsk: Izdatelstvo BGUEP. (in Russian).
- Egorov V.N., Korovin D.I. (2003). Funktsionalnyy podkhod k izucheniyu ekonomicheskikh problem nadezhnosti proizvodstva [Functional approach to the study of economic problems of production reliability]. Lichnost. Kultura. Obschestvo. (3-4). 9-28. (in Russian).
- Gusev Yu.V., Mamonov D.V. (2012). Ustoychivost proizvodstvenno-khozyaystvennykh sistem: suschnost, pokazateli, statisticheskoe izmerenie [Production systems stability: essence, factors, statistical measurement]. Bulletin of NSUEM. (2). 33-44. (in Russian).
- Khayrullina M.V., Kislitsyna O.A., Chuvaev A.V. (2015). Nepreryvnoe uluchshenie proizvodstvennoy sistemy promyshlennogo predpriyatiya: pokazateli i model otsenki [Continuous improvement of industrial enterprise's production system: indicators and assessment model]. Scientific and technical bulletin of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences. (6). 81-90. (in Russian).
- Lvov Yu.A., Satanovskiy R.L. (1984). Intensifikatsiya mashinostroitel'nogo proizvodstva: organizatsiya i planirovanie [Intensification of machine-building production: organization and planning] Leningrad: Mashinostroenie. (in Russian).

- Mamonov V.I. (2006). Regulirovanie velichiny ostatochnogo defitsita pri vzaimodeystvii proizvodstvennykh zvenev [Regulation of residual deficiency during interaction between production links]. *Polzunovskiy vestnik*. (4-2). 255-259. (in Russian).
- Mamonov V.I., Poluektov V.A. (2005). Effektivnost vnutrennikh regulyatorov operativnogo upravleniya v obespechenii ustoychivosti funktsionirovaniya predmetno-zamknytykh uchastkov [Efficiency of internal regulators of operational control in ensuring the stability of subject-closed areas functioning]. *News of higher educational institutions. Mechanical engineering*. (9). 71-76. (in Russian).
- Mamonov V.I., Poluektov V.A. (2016). Statisticheskoe modelirovanie raboty tekhnologicheskogo oborudovaniya v massovom i seriynom proizvodstve [Statistical modeling of process equipment in mass and batch production]. *Bulletin of NSUEM*. (2). 114-127. (in Russian).
- Merkulova E.Yu. (2006). Problemy obespecheniya nadezhnosti funktsionirovaniya proizvodstvennykh sistem [Problems of Guaranteeing the Safety of Functioning of Systems of Production]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 11 (3). 376-380. (in Russian).
- Poletaev V.A., Chicherin I.V. (2012). Opredelenie optimalnogo urovnya nadezhnosti proizvodstvennoy sistemy [Determining the optimal level of reliability of the production system]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. (1). 61-65. (in Russian).
- Poluektov V.A., Yakutin E.M. (2015). Sovremennye kontseptsii upravleniya proizvodstvennymi sistemami [Modern concepts of management of production systems]. *Journal of Economy and Entrepreneurship*. (9-1). 530-533. (in Russian).
- Yakutin E.M. (2014). Regulyatory proizvodstvennykh sotsialno orientirovannykh predpriyatiy [Regulators of socially oriented production enterprises]. *Science Review*. (8-3). 1070-1072. (in Russian).