

---

# **ОБЩЕСТВО И ЭКОНОМИКА: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ**

УДК 658.012+519.2

## **УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ: СУЩНОСТЬ, ПОКАЗАТЕЛИ, СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ**

**Ю.В. Гусев, Д.В. Мамонов**

Новосибирский государственный университет  
экономики и управления «НИНХ»

E-mail: rector@nsuem.ru, mamonovdv@gmail.com

В статье рассматривается понятие устойчивости производственно-хозяйственных систем и его взаимосвязь с понятиями надежности и стабильности функционирования, предлагаются показатели стабильности и статистический подход к их измерению, введено понятие потерь от нестабильности и качественное описание задачи их минимизации.

*Ключевые слова:* производственно-хозяйственная система, устойчивость, надежность, стабильность, потери, показатели.

## **PRODUCTION SYSTEMS STABILITY: ESSENCE, FACTORS, STATISTICAL MEASUREMENT**

**Yu. V. Gusev, D. V. Mamonov**

Novosibirsk State University of Economics and Management

E-mail: rector@nsuem.ru, mamonovdv@gmail.com

The article considers the concept of production systems stability and its interrelation with concepts of reliability and functioning stability. Stability factors and statistical approach to the factors measurement are offered. The concept of instability loss and qualitative problem definition of loss minimization is introduced.

*Key words:* production system, stability, reliability, firmness, loss, factors.

В управлении такими сложными системами, как производственно-хозяйственные, основными источниками трудностей являются не столько их большие размеры, сколько наличие следующих факторов. Первый характеризуется тем, что ПХС обладает большим числом степеней свободы, что приводит к неопределенности (стохастичности) ее поведения. Второй фактор отражает разнообразие возмущений (внешней и внутренней среды), на устранение последствий которых направлено регулирование в системе.

Согласно одному из важнейших законов кибернетики – закону необходимого разнообразия, разнообразие сложной системы диктует необходимость управления, которое само обладает достаточным разнообразием. Отсюда следует, что разнообразие механизма должно соответствовать разнообразию управляемой им системы. Только при этом условии можно достигнуть необходимого эффекта управления, т.е. закон необходимого разнообразия позволяет определить меру регулирования. Для обеспечения нормального регулирования деятельности производственно-хозяйственной системы обычно используют следующие направления:

- 1) повышение требований к регулированию основных, определяющих качественные свойства системы параметров при одновременном сокращении общего числа контролируемых и регулируемых параметров системы;
- 2) увеличение мощности регулирующего механизма до необходимой для обеспечения полного регулирования системы;
- 3) ограничение разнообразия возмущений и их последствий.

В целях совершенствования управления целесообразно рационально совмещать в первую очередь первое и третье направления и лишь при необходимости увеличивать мощность управляющей системы.

Ограничение разнообразия, уменьшение неопределенности поведения системы возможно в результате правильного предвидения реакции системы на возмущения и управляющие воздействия. Такое предвидение можно осуществлять следующими способами:

- по данным о результатах управляющих воздействий, предпринятых при аналогичных ситуациях в прошлом;
- на основании производственных экспериментов, которые дают наиболее приемлемые результаты;
- моделированием поведения производственно-хозяйственной системы, т.е. когда указанную систему заменяют моделирующей, которая ведет себя аналогично моделируемой; при этом на модельной системе ставят эксперименты и по их результатам (если моделирующая система достаточно точно отражает существенные свойства моделируемой) оценивают возможные последствия соответствующих воздействий на производственно-хозяйственную систему.

Из перечисленных способов наиболее точным, но зачастую неприемлемым является второй; первый способ также не всегда эффективен, поскольку в действительности реализованные ситуации лишь в приближении являются аналогичными, а в точности не повторяются вовсе; третий способ сводится к имитации, т.е. к воспроизведению ситуации на замещающий объект модели и в случае ее адекватности позволяет иметь представление о начальном состоянии системы, тенденциях развития и причинно-следственных связях параметров внешней и внутренней среды.

Одним из наиболее эффективных способов ограничения разнообразия возмущений, которые действуют на ПХС как изнутри, так и извне, и их последствий, облегчающих управление большими системами, является применение регулирующих механизмов (внутренних регуляторов) системы.

В любой области действительности при достаточно глубоком рассмотрении можно обнаружить наличие двух тенденций: «главной» – определяющей, доминирующей, направленной на сохранение целесообразной качественной

устойчивости той или иной системы, процесса, явления, и другой, обычно неглавной (побочной), направленной против первой и стремящейся вывести ту или иную систему, процесс, явление из устойчивого состояния в состояние неустойчивое, нестабильное. При этом «неглавная» тенденция при соответствующих условиях может стать главной; в таком случае она может (но не обязательно должна) привести систему, процесс, явление в качественно иное и с точки зрения прогрессивного развития в регрессивное, нежелательное состояние. Порядок взаимоотношения и взаимодействия этих двух тенденций отражает содержание диалектических законов: без одного не существует другого. Поэтому такие тенденции имеют место во всех сферах реальной действительности; при этом неизбежность «нарушений» заложена в природе процессов и явлений. Флуктуации как случайные отклонения величин, характеризующих систему, от их средних значений есть результат дискретности изучаемых явлений и статистической природы физических величин, а потому они принципиально неустранимы.

Очевидно, что правильным базисным принципом при исследовании функционирования ПХС является признание объективного характера возмущающих воздействий на систему, негативно влияющих на стабильность ее функционирования. Однако такую реальную действительность не следует рассматривать как бедствие, от которого нужно стремиться полностью избавиться: как возмущения, так и флуктуации целевых показателей системы являются естественными и даже в какой-то мере необходимыми в функционировании системы [2].

Вместе с тем стремление к достижению целей, организованности и упорядоченности требует создания условий, обеспечивающих реализацию компенсаторной функции по отношению к негативным тенденциям.

Рост меры внутренней неупорядоченности (энтропии) в организованной системе управления, если он происходит, приводит в конце концов к распаду функциональных связей между элементами системы и системой в целом, к разобщению элементов системы, к усилению их независимости друг от друга и от системы в целом. Однако процессы управления, в основе которых лежит принцип информационного взаимодействия между элементами, наличие центров управления и управляемых исполняющих элементов, замкнутых контуров обратных связей, «характеризуются точной количественной мерой – уменьшением энтропии» [2, 8, 10].

Если рассматривать совокупность живых систем в их эволюционном развитии, производственно-хозяйственных, больших технических систем, создаваемых и приводимых в движение человечеством, то можно наблюдать прогрессивное развитие функционирующих систем, приводящее к «статистически закономерному снижению энтропии систем» [2].

Одним из кардинальных принципов, используемых системами в качестве антиэнтропийного средства, является принцип избыточности. Избыточность, создавая необходимые условия информационного взаимодействия, т.е. управления в системе, способствует повышению уровня организации и ее упорядоченности. Увеличение меры внутренней неупорядоченности в производственно-хозяйственной системе является одной из самых существенных причин, ведущих к понижению стабильности (надежности) ее функционирования. Избыточность, рассматриваемая в качестве важного антиэнтропийного факто-

ра, ведет к повышению надежности системы, увеличению времени эффективного функционирования и динамичному развитию.

Существенной особенностью ПХС является то, что они едины в противоположностях. В ходе их развития происходит взаимодействие противоположностей: процессов возрастания энтропии и дезорганизации с антиэнтропийными процессами, направленные на повышение уровня организации системы. Процесс, в результате которого происходит развитие ПХС, лежит в основе явления целесообразного приспособления систем к внешней среде. Переход системы в качественно иное состояние происходит потому, что взаимодействие самой системы с другими и окружающей средой несет в себе возможность создания такой комбинации подсистем (элементов), когда структурная схема системы становится тождественной структурной схеме системы управления с обратной связью, обеспечивающей способность к сохранению и накоплению информации. При дальнейшем функционировании такой системы и ее усложнении должны возникнуть условия избыточности (резервирования), достаточные для передачи воздействия с выхода системы на ее вход по каналу обратной связи в противофазе с поступившим воздействием со стороны внешней среды [14]. Возникшие контуры обратной связи дают системе возможность контролировать и регулировать поведение, управляя переходами из одного состояния в другое. Способность системы к самоорганизуемости, возникая благодаря реализации принципа обратной связи, является необходимым условием ее надежного функционирования и развития. Прежде чем иметь возможность развиваться, ПХС должна функционировать и функционировать надежно; в противном случае она утрачивает способность к развитию и начинает регрессировать. При этом под развитием понимается относительно длительный во времени процесс усложнения связей, структуры и форм движения систем, переход к информационным системам с множеством разнокачественных внутренних и внешних функциональных связей, процесс совершенствования форм взаимодействия, оптимизации структуры (структурных частей) и функций систем (подсистем), предполагающий повышение степени целесообразности в их строении и поведении, возможность достижения эффективного управления. Отметим особую важность таких всеобщих атрибутов, как взаимодействие и движение, являющихся основными условиями существования самой системы, а следовательно, и процессов управления, предопределяющих формы самоорганизации и тенденции саморазвития.

Производственно-хозяйственную систему можно назвать избыточной, если в процессе ее функционирования обеспечивается выполнение целевых показателей в установленном количественном диапазоне при неблагоприятных (возмущающих) воздействиях внутренней и внешней среды, приводящих к неполному (частичному) выполнению функций отдельными подсистемами. Такая характеристика функционирования системы может быть достигнута при определенном взаимодействии ее подсистем и выполнении условия их резервирования, позволяющего полностью или частично, исходя из экономической целесообразности, компенсировать возможные флуктуации. Важнейшим дополняющим моментом является придание устойчивости самой управляющей системе по аналогии с системами типа гомеостата. Поэтому ПХС при невыполнении отдельными структурными единицами своих функций должны включать резервные возможности. Здесь важно отметить, что способы их ис-

пользования и количественные параметры не обязательно могут быть определены заранее и точно: наиболее существенным является сам факт наличия резервов в подсистемах, эффективный способ использования которых будет определяться разрешением возникшей ситуации. Таким образом, благодаря исключительно целесообразной избыточности организации, выражающейся в множественности видов резервов подсистем и связей между ними, достигается более высокая надежность функционирования системы в целом, чем надежность работы составляющих ее подсистем.

ПХС как сложная динамическая система стремится к стабильному функционированию при наименьших затратах на компенсацию действия негативных факторов. Такое состояние вырабатывается в результате того, что составные части и их комбинации в системе функционируют целесообразно. Целесообразность в данном случае заключается в том, что время, необходимое для защитной реакции, соответствует условиям внешней среды. Если защитная реакция происходит медленнее, чем нарастают последствия негативных воздействий, то у ПХС потери возрастают.

При исследовании такого явления, как устойчивое функционирование производственно-хозяйственных систем, весьма важно определение понятия «устойчивость». Данный терминологический аспект является важным, поскольку представляется невозможным простое механическое перенесение содержания данного понятия и методов его измерения, применяемое для объектов одного уровня сложности, на объекты, характеризующиеся качественно иной структурой и особенностями функционирования, т.е. к экономической сфере человеческой деятельности.

Устойчивость (синоним – стабильность) является одним из основных понятий кибернетики, которое связано с идеей инвариантности. Система может обнаруживать сложное поведение и непрерывное изменение, однако при этом некоторые ее свойства будут оставаться неизменными. Семантически близки (по смысловому содержанию) к понятию устойчивость (стабильность) такие понятия, как равновесие, стационарность и др., однако они имеют более узкий смысл.

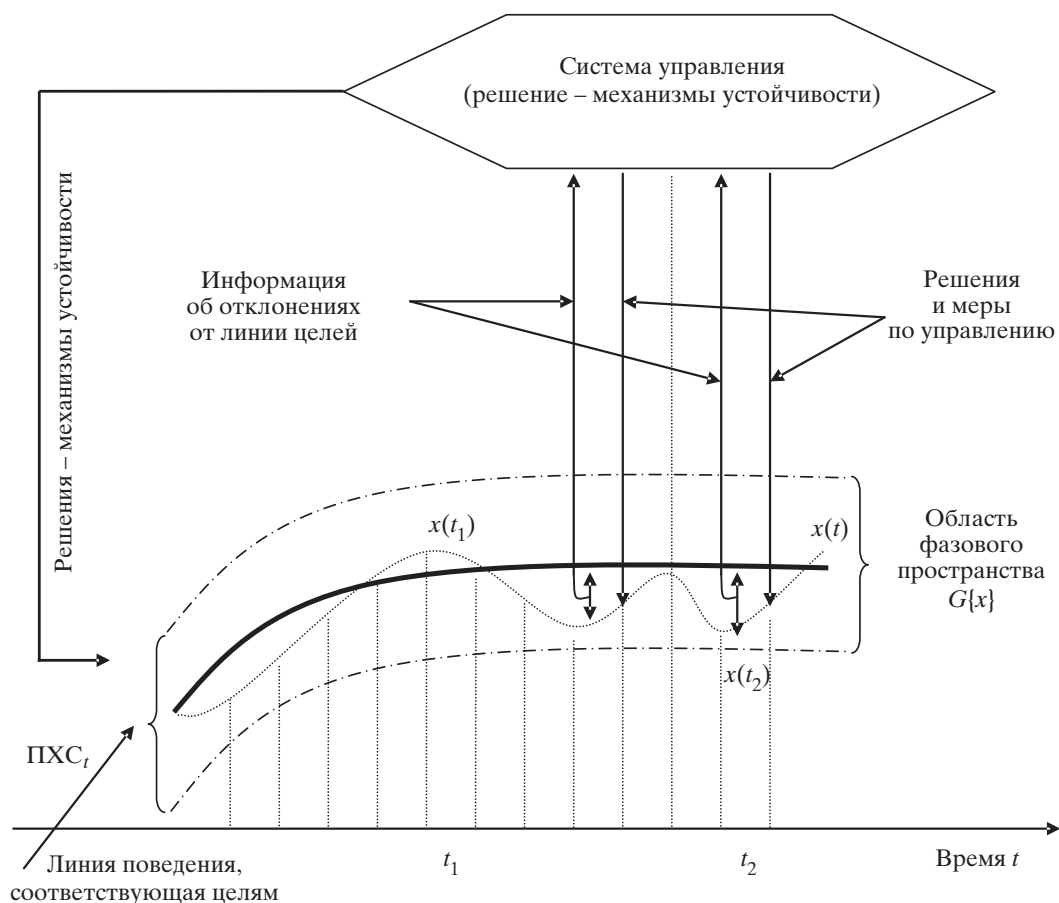
Наиболее общее определение устойчивой системы заключается в следующем. Устойчивость – это бихевиористический термин (behaviour – поведение), который в содержательном отношении определяется при рассмотрении поведения системы. Теория устойчивости (также и теория надежности) основывается на вероятностной природе самого феномена устойчивости. При таком подходе из всех состояний, в которых может находиться та или иная система, выделяется множество  $G = \{x\}$  таких состояний, которые различаются между собой с точки зрения устойчивости. Это множество является фазовым пространством системы. С течением времени в системе происходят различные изменения (в элементах, в характере взаимосвязей между ними и т.д.) и поэтому, если в момент  $t(1)$  состояние системы описывается точкой  $x(1)$ , то в момент времени  $t(2) > t(1)$  состоянию системы соответствует точка  $x(2)$ ; при этом может оказаться, что  $x(2) \neq x(1)$ . Если обозначить через  $x(t) \in G$  состояние системы в момент  $t$ , то последовательность состояний  $x(t)$  можно рассматривать как линию поведения, процесс, протекающий во времени. Поскольку изменение состояний носит случайный характер, то значения  $x(t)$  можно рассматри-

вать как линию поведения (траекторию случайного процесса), наблюдаемую в фазовом пространстве состояний  $G$  системы (см. рисунок).

Система устойчива, если линия поведения системы, начавшись в некоторой области фазового пространства, никогда ее не покидает [1, 9, 10].

Простейший случай устойчивого состояния системы – равновесие, т.е. такое состояние, в котором она остается сколь угодно долго, если отсутствуют возмущающие воздействия. Другим примером устойчивого поведения системы является случай, когда поведение системы характеризуется циклом. Цикл имеет место, когда при отсутствии возмущений система периодически проходит повторно одну и ту же последовательность состояний – устойчивое множество состояний.

Состояние равновесия (цикл) может быть устойчивым, безразлично устойчивым или неустойчивым относительно некоторого возмущения, действующего на систему. Под возмущением понимается любое воздействие на систему, переводящее ее из одного состояния в другое. Результаты влияния возмущения на систему, находящуюся в состоянии равновесия, могут быть различными. Если система возвращается в состояние равновесия при любых возможных возмущениях, то равновесие абсолютно устойчиво. Если система



Управление на основе принципа обратной связи по отклонениям  
(линия поведения  $x(t)$  соответствует устойчивой системе)



возвращается в состояние равновесия при возмущениях из некоторой области, то равновесие называется устойчивым относительно этой области. Если после воздействия система сохраняет состояние, вызываемое возмущением, то система является безразлично устойчивой. В других случаях система является неустойчивой.

Устойчивое поведение системы следует рассматривать в качестве полезного свойства, поскольку оно позволяет достигать цели, интересующие субъект управления. Однако устойчивость, являясь проявлением инерционности системы, крайне нежелательна, если существенно ограничивает возможности управления.

Устойчивость является свойством, которое принадлежит всей системе в целом и не может быть приписано какой-либо ее части в отдельности. При соединении нескольких систем в одну суперсистему нельзя сказать, что она будет устойчива, если ее части обладают в отдельности устойчивым поведением. Наоборот, несколько нестабильных систем при объединении могут образовать стабильное целое при одном способе соединения и нестабильное при другом. Так, например, способы группирования предприятий, в основе которых лежат процессы координации и интеграции, отражают процессы реструктуризации и трансформации рыночных отраслевых структур, которые направлены на обеспечение стабильного функционирования производственно-хозяйственных систем.

Таким образом, подход к решению проблемы устойчивого функционирования ПХС требует рассмотрения ее поведения во времени. Поведение системы должно описываться множеством параметров (социальными, экономическими, техническими и т.д.) состояний, которые должны рассматриваться с учетом важнейших методологических принципов – учета фактора времени и статистической природы данных величин. Поэтому для обеспечения достаточной устойчивости «сверхбольших», «сверхсложных» систем, которыми являются ПХС, необходимо учитывать вероятностно-статистические закономерности поведения таких систем во времени, чтобы иметь возможность реализовать механизмы «необходимых случайностей».

Такой подход к исследованию устойчивого (стабильного) функционирования производственно-хозяйственных систем предполагает, во-первых, объективность существования и необходимость учета возмущающих воздействий как со стороны внутренней, так и внешней среды, а во-вторых, разработку механизмов компенсации негативных последствий действия возмущений и возвращения системы в режим стабильного функционирования. При этом под возмущающими факторами понимаются любые воздействия, которые приводят к отклонению фактических параметров от установленных (целевых) на выходе производственно-хозяйственной системы. Их спектр настолько широк, что в каждом конкретном исследовании в зависимости от целей и решаемых задач, производится отбор наиболее значимых. Вместе с тем для большинства производственно-хозяйственных систем ими являются: нарушение дисциплины цен в отрасли, структурные изменения в отрасли или в самой ПХС, колебания издержек, спроса и тарифов, нарушение сроков и объемов поставок самой ПХС и связанными с ней системами и т.д. Механизмы компенсации, позволяющие нейтрализовать негативные последствия действия возмущений полностью или частично и обеспечивающие тем самым устойчивое (стабильное)

функционирование производственно-хозяйственной системе, основываются на концепции резервирования, основу которого составляет фундаментальный принцип избыточности.

Совершенно очевидно, что говоря об устойчивости (стабильности) функционирования ПХС, необходимо иметь конкретное представление о том, насколько функционирование должно быть стабильным. И в этой связи представляется важной не только качественная сторона данных понятий, но и их количественная мера, причем на основе таких показателей, которые могут быть интерпретированы содержательно прежде всего в экономическом отношении.

В общем смысле под нестабильностью функционирования ПХС понимается колеблемость выходных величин, вызываемая возмущениями, относительно некоторого фиксированного уровня. С нестабильностью работы ПХС связаны потери, которые могут быть уменьшены путем использования механизмов компенсации, направленных на снижение уровня колеблемости выходных величин ПХС. Сопоставление затрат на реализацию механизмов, повышающих стабильность, со снижением потерь от нестабильности функционирования позволяет установить экономическую эффективность механизмов. Однако при таком подходе речь идет об оценке надежности ПХС и ее оптимизации. Такой подход представляется конструктивным, поскольку нестабильность может быть охарактеризована и с количественной стороны на основе использования количественных методов измерения надежности.

При оценке надежности производственно-хозяйственной системы принципиальной проблемой является измерение потерь от нестабильности работы системы. Для ее конструктивного решения, связанного прежде всего с использованием формальных подходов, необходимо определить, что понимается под нестабильностью работы ПХС и в чем она выражается, где проявляются потери от нестабильности и в чем они заключаются, как измерить уровень нестабильности и потери от нее? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо проанализировать характер взаимосвязей между производственно-хозяйственными системами.

Для производственно-хозяйственных систем, являющихся субъектами рынка, фиксируемыми выходными показателями всегда являются объемы поставок (в натуральном или стоимостном выражении) и установленные сроки поставок данных объемов потребителям. В процессе взаимодействия хозяйствующих субъектов поставляемые объемы продукции в установленные сроки являются наиболее важными, целевыми показателями [11, 12]. Поскольку нестабильность есть колеблемость величин относительно некоторого фиксированного уровня, то под нестабильностью функционирования производственно-хозяйственной системы будут пониматься отклонения выпуска продукции относительно установленных объемов и сроков; нестабильность функционирования ПХС выражается в нарушении объемов поставок и сроков (их запаздывании), что непосредственно приводит к рассогласованию хозяйственных связей между производственно-хозяйственными системами.

Таким образом, нестабильность – это внешняя характеристика поведения производственно-хозяйственной системы со стороны экономической среды. Такое представление позволяет рассматривать каждую отдельную ПХС автономно, характеризуя ее взаимодействие с другими системами через затраты на



функционирование и потери от нестабильности во внешней экономической среде. Поэтому потери от нестабильности функционирования данной производственно-хозяйственной системы проявляются во внешней экономической среде, т.е. в остальных производственно-хозяйственных системах, связанных с данной непосредственно или опосредованно межпроизводственными и межотраслевыми связями [5, 6].

Заключаются потери от нестабильности в дополнительных затратах в других ПХС, необходимых для компенсации негативных последствий нестабильности, вносимых данной производственно-хозяйственной системой. С позиций надежности функционирования всей системы взаимосвязанных ПХС эти дополнительные затраты по целевому назначению являются затратами на резервирование [4].

Поскольку, как было сказано выше, нестабильность выражается в рассогласовании связей между ПХС и сводится к непоставке продукции в нужном количестве в установленные сроки, то ее уровень должен описываться распределением величины запаздывания объема продукции и времени выпуска относительно установленных значений. То есть уровень нестабильности, описываемой таким распределением, определяется средним значением объема недопоставленной продукции за время задолженности – «задолженной стоимостью» (руб. × дни) [4].

Таким образом, в рационально резервируемой экономической системе потери от нестабильности каждой ПХС должны выражаться в виде функции от «задолженной стоимости», формой выражения которой являются штрафы от «задолженной стоимости», которые в среднем должны возмещать затраты на резервирование всех ПХС, связанных с источником нестабильности, т.е. по системе в целом. Другими словами, измерение потерь от нестабильности поведения системы функцией потерь от стоимости недопоставленной продукции за время задержки дает количественную меру этих потерь; экономическая природа потерь от нестабильности заключается в дополнительных затратах на резервирование в надсистеме. При этом следует иметь в виду, что вследствие вероятностного характера нестабильности величина штрафа должна возмещать затраты на резервирование в надсистеме лишь в среднем. Отметим также, что оптимизация надежности ПХС выдвигает и еще одну важную проблему: в процессе обоснования структуры резервов при различных уровнях штрафа дать теоретическое обоснование построения штрафных санкций [3, 4].

В технических науках на языке теории вероятностей и математической статистики надежность имеет весьма точное значение. Она может быть не только точно определена, но и рассчитана, объективно оценена и даже распределена между отдельными элементами системы [7]. Понятие надежности имеет также очень важный для народного хозяйства экономический аспект при разработке систем обеспечения работоспособности и их долговечности. В более конкретном и специфическом плане необходимо анализировать надежность систем типа «человек – машина», поскольку происходит усиление таких социальных функций, как управление, регулирование, контроль. Понятие надежности находит частое употребление в естествознании и философии, потому что отражает существенные свойства реальных систем. Таким образом, понятие надежности применимо к системам живой природы, общества, техническим системам. Выражение понятия надежности математически дает

возможность более точно анализировать и применять его. При этом математические выражения, разумеется, не охватывают его в полном объеме: содержательный и формальный моменты при определении данного понятия дополняют друг друга.

Надежность системы включает в себя вероятностный момент, ибо она основывается на случайных событиях, на явлениях наличия или отсутствия «отказа» (нарушения): безотказную работу системы или ее части также можно считать случайным событием. Чтобы такие случайные события были необходимыми, система должна быть избыточной. Количественной мерой осуществимости таких событий является вероятность, представляющая собой степень необходимого в возможном, т.е. количественная мера надежности.

С качественной стороны можно дать следующее определение надежности ПХС: надежность есть свойство производственно-хозяйственной системы, проявляющееся в способности эффективно функционировать во времени, сохраняя при этом устойчивость целевых показателей в определенном диапазоне.

Состояние надежного функционирования является относительно устойчивым; состояние нарушения относительно неустойчиво: оно не связано с сущностью функционирования системы, а привносится вследствие воздействий окружающей среды и внутренней нестабильности. При этом важно учитывать уровень организации и наличие механизмов, обеспечивающих надежность системы: если в основе функционирования системы заложены принципы целесообразной избыточности (резервирования), то система будет способна выполнять задачи, соответствующие ее функциональному назначению. При этом количественные изменения в системе (связанные со структурной, функциональной, временной и другими видами избыточности) приводят к коренным качественным изменениям (изменение стабильности, эффективности). Повышение качества системы, выражающееся в более высоком уровне саморегулирования, обеспечиваемого механизмами резервирования, предполагает количественные изменения в ней.

Понятие надежности тесно связано с понятием устойчивости. Эти два понятия, несмотря на их логическую связь, выражают различные свойства системных объектов и процессов действительности. В общем случае устойчивость характеризует совокупность переменных (чаще основных), которые свойственны той или иной системе. Понятие устойчивости не совпадает с понятием надежности, поскольку может быть использовано при анализе процессов, обуславливающих реализацию обеих тенденций – к надежности и ненадежности. Устойчивость, воспринимаемая в положительном смысле, предупреждает негативные воздействия внешней среды, которые снижают эффективность функционирования системы, а потому препятствует переходу при некоторых количественных изменениях в принципиально иные качественные состояния. Но устойчивость может находиться и в противоречии с надежностью функционирования системы, если она проявляется в стабилизации таких параметров, которые исключают эффективное функционирование системы. Очевидно, что степень стабилизации параметров системы непосредственно определяется механизмами устойчивого функционирования элементов и системы в целом. Поэтому механизмы должны реализовывать различную степень стабилизации на различные параметры с тем, чтобы глубина инерции не вступала бы в

противоречие с гибкостью управления. Таким образом, понятие надежности служит уточнению категории устойчивости.

Понятие надежности и логически связанное с ним понятие устойчивости (стабильности) в силу своей многозначности требуют многоаспектного анализа, на основе которого можно вскрыть важное экономическое содержание и значимость данных понятий. Это обусловлено, во-первых, необходимостью теоретического анализа и синтеза «сверхбольших» и «сверхсложных» ПХС и, во-вторых, тем, что проблема надежности, отражая состояние и особенности становления, функционирования и развития ПХС, является действительно важной для решения многих проблем их эффективного функционирования [13].

### Литература

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1972. 768 с.
2. Бир С. Кибернетика и управление производством. М.: Физматгиз, 1963. 276 с.
3. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981. 384 с.
4. Львов Ю.А., Сатановский Р.Л. Интенсификация машиностроительного производства. Л.: Машиностроение, 1984. 182 с.
5. Лэсдон С. Оптимизация больших систем. М.: Наука, 1975. 432 с.
6. Моделирование в процессах управления народным хозяйством / Под ред. Н.П. Федоренко, Н.Я. Петракова. М.: Наука, 1984. 320 с.
7. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. М.: Наука, 1975. 616 с.
8. Петраков Н.Я., Ротарь В.И. Фактор неопределенности и управление экономическими системами. М.: Наука, 1985. 191 с.
9. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. М.: Сов. радио, 1976. 440 с.
10. Райнике К. Модели надежности и чувствительности систем. М.: Мир, 1979. 452 с.
11. Самосудов М.В. Развитие теории корпоративного взаимодействия на основе решения проблемы устойчивости компании: Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. М., 2011.
12. Санинский С.А. Развитие процессов взаимодействия машиностроительных предприятий с потребителями: теория, методология, практика: Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. Саратов, 2011.
13. Теория фирмы / Под ред. В.М. Гальперина. СПб.: Экономическая школа, 1995. 534 с.
14. Черкесов Г.Н. Надежность технических систем с временной избыточностью / Под ред. А.М. Половко. М.: Сов. радио, 1974. 296 с.
15. Чупров С.В. Теория управления и устойчивость производственных систем. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2007. 440 с.

### Bibliography

1. Besekerskij V.A., Popov E.P. Teorija sistem avtomaticheskogo regulirovanija. M.: Nauka, 1972. 768 p.
2. Bir S. Kibernetika i upravlenie proizvodstvom. M.: Fizmatgiz, 1963. 276 p.
3. Burkov V.N., Kondrat'ev V.V. Mehanizmy funkcionirovanija organizacionnyh sistem. M.: Nauka, 1981. 384 p.
4. Lvov Ju.A., Satanovskij R.L. Intensifikacija mashinostroitel'nogo proizvodstva. L.: Mashinostroenie, 1984. 182 p.
5. Ljesdon S. Optimizacija bol'shih sistem. M.: Nauka, 1975. 432 p.
6. Modelirovanie v processah upravlenija narodnym hozjajstvom / Pod red. N.P. Fedorenko, N.Ja. Petrakova. M.: Nauka, 1984. 320 p.

7. *Pervozvanskij A.A.* Matematicheskie modeli v upravlenii proizvodstvom. M.: Nauka, 1975. 616 p.
8. *Petrakov N.Ja., Rotar' V.I.* Faktor neopredeljonnosti i upravlenie jekonomicheskimi sistemami. M.: Nauka, 1985. 191 p.
9. *Pospelov G.S., Irikov V.A.* Programmno-celevoe planirovanie i upravlenie. M.: Sov. radio, 1976. 440 p.
10. *Rajshke K.* Modeli nadjozhnosti i chuvstvitel'nosti sistem. M.: Mir, 1979. 452 p.
11. *Samosudov M.V.* Razvitie teorii korporativnogo vzaimodejstvija na osnove reshenija problemy ustojchivosti kompanii: Avtoref. diss. ... dokt. jekon. nauk. M., 2011.
12. *Saninskij S.A.* Razvitie processov vzaimodejstvija mashinostroitel'nyh predpriyatij s potrebiteljami: teorija, metodologija, praktika: Avtoref. diss. ... dokt. jekon. nauk. Saratov, 2011.
13. Teorija firmy / Pod red. V.M. Gal'perina. SPb.: Jekonomicheskaja shkola, 1995. 534 p.
14. *Cherkesov G.N.* Nadjozhnost' tehniceskikh sistem s vremennoj izbytochnost'ju / Pod red. A.M. Polovko. M.: Sov. radio, 1974. 296 p.
15. *Chuprov S.V.* Teorija upravlenija i ustojchivost' proizvodstvennyh sistem. Irkutsk: Izd-vo BGUJeP, 2007. 440 p.