

УДК 658.5 : 330.4

UDC 658.5 : 330.4

08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

08.00.13 Mathematical and instrumental methods of Economics (economic sciences)

**БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО:
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПАСОВ И УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ**

Орлов Александр Иванович
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 4342-4994
prof-orlov@mail.ru

*Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,
Москва, 2-я Бауманская ул., 5*

**LEAN PRODUCTION: INVENTORY
OPTIMIZATION AND QUALITY
MANAGEMENT**

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor, RSCI SPIN-code: 4342-4994
prof-orlov@mail.ru

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow,
Russia*

Термин "бережливое производство" широко применяется специалистами по экономике предприятия и организации производства. За ним стоит концепция рационализации технологических процессов, направленная на сокращение потерь. Она основана на опыте компании Тойота. Среди различных видов издержек, выделяют потери из-за лишних запасов, а также потери из-за выпуска дефектной продукции. И те, и другие надо сокращать, а для этого следует применять соответствующие интеллектуальные инструменты. Настоящая работа посвящена обсуждению таких инструментов. Кратко описаны технологические процессы на предприятии с использованием складов и систем управления качеством продукции. Показываем, что запасы должны быть не минимальны, а оптимальны - обеспечивать минимум суммы двух видов издержек - на доставку партий продукции и на хранение запасов на складе. Меняя параметры модели работы склада, можно управлять этими видами издержек. При этом уменьшение издержек одного вида сочетается с увеличением издержек второго вида. Экономико-математические модели позволяют оптимизировать работу склада. Превышение наблюдаемых издержек над оптимальными может быть связано с необоснованным занижением объемов запасов. Применительно к управлению качеством продукции концепция "бережливого производства" стимулирует поиск новых способов сокращения потерь из-за выпуска дефектной продукции. Показано, что при достаточно малом входном уровне дефектности целесообразно отказаться от сплошного контроля и перейти к пополнению партий в соответствии с прогнозируемым числом дефектных единиц продукции или к использованию системы гарантийного обслуживания. С позиций контроллинга качества кратко рассмотрены основные экономико-математические модели управления качеством продукции, включая

The term "lean manufacturing" is widely used by specialists in enterprise economics and organization of production. Behind it is the concept of rationalization of technological processes, aimed at reducing losses. It is based on the experience of Toyota. Among the various types of costs, there are losses due to excess inventory, as well as losses due to the release of defective products. Both of them must be reduced, and for this, appropriate intellectual tools should be used. This paper is devoted to a discussion of such tools. The technological processes at the enterprise with the use of warehouses and product quality management systems are briefly described. We show that stocks should not be minimal, but optimal - to provide a minimum of the sum of two types of costs - for the delivery of batches of products and for storing stocks in a warehouse. By changing the parameters of the warehouse operation model, you can manage these types of costs. At the same time, a decrease in costs of one type is combined with an increase in costs of the second type. Economic and mathematical models allow you to optimize the work of the warehouse. Exceeding the observed costs over the optimal ones may be due to an unreasonable underestimation of the volume of reserves. With regard to product quality management, the concept of "lean manufacturing" stimulates the search for new ways to reduce losses due to the release of defective products. It is shown that with a sufficiently low input level of defectiveness, it is advisable to abandon continuous control and proceed to the replenishment of batches in accordance with the predicted number of defective units of products or to the use of a warranty service system. From the standpoint of quality controlling, the main economic and mathematical models of product quality management are briefly considered, including statistical control of batches of products and control of technological processes using Shewhart charts, cumulative sums and their modern analogues. Recommendations arising from the concept of "lean

статистический контроль партий продукции и контроль технологических процессов с помощью карт Шухарта, кумулятивных сумм и их современных аналогов. Рекомендации, вытекающие из концепции "бережливого производства", заслуживают тщательного анализа и использования, но при этом недопустимы необоснованные упрощения, например, призыв к сокращению запасов

manufacturing" deserve careful consideration and use, but unreasonable simplifications, such as a call for inventory reduction, are unacceptable

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА, БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ИЗДЕРЖКИ, УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, ОПТИМИЗАЦИЯ

Keywords: MATHEMATICAL METHODS OF ECONOMY, PRODUCTION SYSTEM, LEAN PRODUCTION, COSTS, INVENTORY MANAGEMENT, QUALITY CONTROL, OPTIMIZATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-184-015>

Введение

В экономике предприятия и организации производства обращают большое внимание на снижение издержек. Именно на решение этих задач нацелено научное и практическое направление, известное как "бережливое производство".

В настоящее время этот термин широко применяется. Насколько нам известно, он был введен в 1988 г. Джоном Кравчиком из Массачусетского технологического института [1]. В дальнейших публикациях различных авторов понятие "бережливое производство" было подробно раскрыто. В частности, рассматриваемый термин тщательно определен Дж. Вомаком и Д. Джонсом в 1996 г. (см. [2]).

Как часто бывает, основные идеи были найдены и успешно применялись задолго до появления термина, которые в настоящее время используется для их обозначения. Речь идет об системе организации производства (производственной системе) японской компании Тойота. Выделяют роль основоположника этой системы Тайити Оно (1912—1990).

Несомненные успехи компании Тойота привлекли внимание экономистов и управленцев. Возникло естественное желание перенести опыт Тойоты на другие предприятия. Для этого необходимо

<http://ej.kubagro.ru/2022/10/pdf/15.pdf>

сформулировать подходы и принципы, заложенные в производственную систему Тойоты, с целью применения в новых условиях. В результате возникла концепция "бережливого производства".

Сам по себе этот термин соответствует вполне справедливому (но тривиальному) утверждению о том, что излишние издержки следует исключать. Примерно тот же смысл имеет лозунг "Экономика должна быть экономной", прозвучавший в 1981 г. в отчетном докладе Л.И. Брежнева на XXVI съезде КПСС. Однако важно, как раскрывается этот термин.

Опыт обсуждения научно-исследовательских работ (в частности, диссертаций на соискание ученых степеней по экономическим наукам) позволяет констатировать, что концепция "бережливого производства" иногда понимается излишне упрощенно, что приводит к ошибочным практическим рекомендациям.

Так, среди различных видов издержек, выделяют потери из-за лишних запасов, а также потери из-за выпуска дефектной продукции. И те, и другие надо сокращать, а для этого следует применять соответствующие интеллектуальные инструменты. Настоящая работа посвящена обсуждению инструментов сокращения этих двух видов потерь. В настоящей работе термины "потери", "издержки", затраты используем как синонимы, поскольку это не может здесь вызвать неясности.

Иногда пытаются требовать минимизации запасов. На такую постановку наталкивает слово "лишние" в формулировке "потери из-за лишних запасов". Это - неверное требование. Надо сокращать не запасы, и связанные с ними издержки. Запасы не должны быть минимальными, запасы должны быть оптимальными. Теория управления запасами имеет целью определение оптимальных значений запасов.

Потери из-за выпуска дефектной продукции иногда пытаются сократить путем введения более строгого контроля. Если ставить целью сокращение потерь из-за выпуска дефектной продукции, то в ряде случаев

целесообразно вообще отказаться от выходного контроля, а вместо него применять другие технико-экономические инструменты, основанные на пополнение партий продукции или введении системы гарантийного обслуживания.

Рассмотрим описанные виды потерь, отсылая за подробностями к специальной литературе и нашим предыдущим публикациям.

Технологические процессы с использованием складов и систем управления я качеством продукции

Складская система на предприятии и система управления (прежде всего контроля) качества включают ряд составляющих. Опишем простейшие схемы, исходя из нашего опыта выполнения работ в интересах различных заводов и не стремясь к излишней точности терминологии.

При поступлении на предприятие сырья и комплектующих они размещаются на соответствующем складе (назовем его входным) и проходят входной контроль. Затем они поступают в обрабатывающие цеха, после чего - в сборочные и завершают свой путь на предприятии на складе готовой продукции.

Таким образом, складская система включает в себя входной склад, склады сборочных единиц (результатов деятельности заготовительных цехов), склад готовой продукции. Реальные производственные системы сложнее. Так, в заготовительном цехе детали могут проходить последовательно ряд технологических цепочек с различным временным ритмом. Пример технологической цепочки - конвейер, по которому детали движутся в одном и том же темпе. Важно, что темпы движения по различным технологическим цепочкам различаются, эти цепочки нельзя объединить в один конвейер, и на стыке различных технологических цепочек возникает необходимость в складировании деталей и узлов.

Аналогично многообразию структурных элементов складского хозяйства наблюдаем многообразие составляющих систем управления качеством.

Контроль качества продукции (материалов, деталей, узлов, готовых изделий) осуществляют на различных этапах производственного процесса. Первый этап - входной контроль. В заготовительных цехах контроль может проводиться многократно, при переходе от одной технологической цепочки к другой (от одного станка к другому). За контролем качества в сборочных цехах следует выходной контроль (контроль готовой продукции перед отправкой потребителю).

Наряду со статистическим приемочным контролем (контролем партий продукции) широко применяется контроль процессов. Его проводят с помощью контрольных карт Шухарта, кумулятивных сумм и их непараметрических аналогов. Активная разработка новых математических методов контроля процессов ведется и в настоящее время. Примером является исследование алжирского ученого Зинеддин Бучаала [3]. Его научный руководитель - ведущий отечественный специалист по контролю процессов профессор, доктор технических наук Геннадий Федорович Филаретов (Московский энергетический институт), а один из оппонентов на защите диссертации - автор настоящей работы.

Методы обнаружения разладки позволяют выявить значимые отличия "факта" от "плана", что важно для решения ряда задач контроллинга [5, разд.2.5], менеджмента [6], обеспечения безопасности полетов [7].

В современных условиях цифровой экономики [8] контроль качества продукции ведется на основе интенсивного использования информационно-коммуникационных технологий и соответствующих программных продуктов. Контроль качества продукции - сердцевина менеджмента качества, отраженного в стандартах серии ИСО 9000 и их

российских аналогах. Значение менеджмента качества в современном производстве отражается в том, что директор по качеству обычно входит в состав руководителей предприятия, наряду с техническим директором (главным инженером), финансовым директором (главным бухгалтером), директором по маркетингу и сбыту, директором по кадрам.

Обсудим задачи минимизации производственных потерь для технологических процессов с использованием складского хозяйства и систем управления качеством продукции.

Оптимальное управление запасами

Процедуры управления запасами естественно изучать и оптимизировать на основе экономико-математических моделей. Таких моделей разработано весьма много. В частности, к ним относятся модель Вильсона (она входит в систему из 36 моделей работы склада) [9], двухуровневая модель [10] (разработана под руководством нобелевского лауреата по экономике К. Эрроу), модель планирования размеров поставок на склад. Основные идеи этих моделей рассмотрены в [4, разд. 8.4].

В экономико-математических моделях управления запасами необходимо учитывать издержки двух видов - издержки по доставке новых партий продукции и издержки по работе склада (связанные с хранением продукции на складе и, в некоторых моделях, с дефицитом продукции). Как те, так и другие издержки несет организация, в составе которой работает склад. Меняя параметры модели работы склада, можно управлять этими видами издержек. При этом уменьшение издержек одного вида сочетается с увеличением издержек второго вида.

Например, сокращая число поставляемых партий, соответственно увеличивая их объемы, в соответствии с используемой моделью сокращаем издержки по доставке. Но при этом увеличиваются

находящиеся на складе запасы и соответствующие издержки (по хранению).

Можно, наоборот, сократить уровень запасов на складе и, как следствие, издержки по хранению, организовав поставку мелкими (но частыми) партиями. Но тогда затраты на доставку станут значительными.

Очевидно, необходимо минимизировать сумму двух видов издержек, найти такое между ними соотношение, при котором суммарные издержки минимальны. Если же поставить себе целью сокращение объемов запасов, т.е. уменьшение издержек по хранению, то суммарные издержки вырастут, поскольку вырастут издержки по доставке из-за необходимости часто поставлять малые партии.

Опыт практического применения подтверждает сказанное [11]. Модель Вильсона была использована на снабженческо-сбытовой базе (Реутовской химбазе Московской области) для оптимизации поставок кальцинированной соды. Обоснована возможность снижения издержек не менее чем в 2 раза. При этом установлено, что превышение наблюдаемых издержек над оптимальными связано с занижением объемов запасов на складе (а отнюдь не с их завышением, как могли бы утверждать сторонники "бережливого производства", настаивающее на повсеместном снижении запасов) [4, разд. 8.4].

Всегда ли нужен выходной контроль качества продукции?

Исходя из концепции "бережливого производства", целесообразно уменьшать издержки на контроль (для машиностроительных предприятий они оставляют около 10% производственной себестоимости) [13]. Укажем на некоторые способы реализации этого намерения.

Обычно считается само собой очевидной необходимостью выходного контроля качества продукции (перед отправкой заказчику или при переходе от определенного этапа технологического процесса к

следующему. Однако проведенный в работе [14] анализ показал, что в некоторых ситуациях отказ от выходного контроля является экономически выгодным, сокращает общие издержки. В ряде случаев этого можно добиться путем перехода к другой технико-экономической политике. А именно, можно заменить выходной контроль на пополнение отпускаемой партии дополнительными единицами продукции с целью обеспечения гарантированной поставки заданного объема годной продукции. Другая технико-экономическая политика состоит в организации оперативной замены дефектных единиц на годные в системе гарантийного обслуживания при возможности отмены выходного контроля. Поясним сказанное на простейшем примере (за подробностями отсылаем к [4, разд. 10.3]).

Будем рассматривать эти варианты технико-экономической политики на этапе выходного контроля, который проводится у поставщика перед отправкой продукции потребителю. Применение разбираемых процедур контроля качества продукции (материалов, деталей, узлов) на других этапах производственного процесса проводится аналогично. Основные отличия состоят лишь в замене используемых терминов.

Пусть используется технологический процесс с входным уровнем дефектности p , достаточно точно известном поставщику (на основе контроля предыдущих партий продукции). Пусть согласно договору между поставщиком и потребителем объем поставки составляет N изделий. Тогда в партии продукции, содержащей N изделий, будет (в среднем) Np дефектных изделий. Сравним два способа действий поставщика.

(1) Партия продукции подвергается сплошному контролю (с доработкой обнаруженных дефектных единиц). Пусть затраты на это составляют A денежных единиц (д.е.) на изделие. Суммарные затраты на контроль качества этой партии продукции равны AN д.е.

(2) Вместо проведения выходного контроля поставщик добавляет к партии Np изделий. Тогда потребитель получает N годных изделий и Np дефектных. Предполагаем, что в ходе своего технологического процесса потребитель обнаруживает по мере его выполнения дефектные изделия и тут же заменяет их годными. Если стоимость изготовления изделия равна B (денежных единиц), то дополнительные расходы поставщика на пополнение партии составляют BNp (денежных единиц).

Какой способ действий более выгоден для поставщика? Для ответа на этот вопрос достаточно сравнить расходы на сплошной контроль, равные AN , и расходы на пополнение партии, составляющие BNp . Если $AN > BNp$, то второй способ (пополнение партии) выгоднее. Сократив на обе части неравенства на N , получаем $A > Bp$, т.е. $p < A/B$.

Итак, если входной уровень дефектности достаточно мал ($p < A/B$), то с экономической точки зрения выгоднее отказаться от сплошного контроля и перейти к пополнению партий. Действительно, если технологический процесс поставщика таков, что почти все изделия являются годными, то нецелесообразно их контролировать.

Приведенные выше соображения требуют некоторой коррекции, чтобы учесть случайный разброс числа X дефектных изделий в партии. В теории статистического приемочного контроля принимают, что случайная величина X имеет биномиальное распределение с математическим ожиданием Np и дисперсией $Np(1-p)$. Коррекция описанной процедуры состоит в том, что объем пополняемой партии следует увеличить так, чтобы с вероятностью, близкой к 1, число годных единиц в ней было не менее N . Указанная коррекция подробно описана в [4, гл. 10]. Формулы несколько усложняются по сравнению с приведенными ранее, но вывод о целесообразности отказа от сплошного контроля и перехода к пополнению партий.

Пополнение партии при малом входном уровне дефектности остается выгодным и при переходе от сплошного контроля к выборочному [4, гл. 10]. Отметим также, что при стремлении входного уровня дефектности к 0 объем выборки безгранично растет, т.е. фактически становится необходимым переход от выборочного контроля к сплошному.

Обсудим вторую из рассматриваемых технико-экономических политик, состоящую в организации оперативной замены дефектных единиц на годные в системе гарантийного обслуживания при возможности отмены выходного контроля. В этом случае проведенные выше рассуждения сохраняют силу, однако под параметром B следует понимать сумму издержек различной природы. Речь идет о стоимости изготовления нового изделия взамен дефектного, стоимости гарантийного обслуживания (включая стоимость доставки годной единицы продукции взамен обнаруженного дефектного и приведенные издержки, соответствующие созданию и функционированию пункта гарантийного обслуживания), возмещении потребителю издержек, обусловленных попаданием к нему дефектной единицы продукции (включая моральный ущерб) и репутационных издержек поставщика, понесенных из-за снижения доверия к нему у будущих потенциальных покупателей продукции.

Общий вывод сохраняется: при достаточно малом входном уровне дефектности целесообразно отказаться от сплошного контроля и перейти к системе гарантийного обслуживания.

Таким образом, концепции "бережливого производства" оказалась плодотворной при анализе процедур контроля качества продукции. Подчеркнем, что полученные выше выводы справедливы и при замене сплошного контроля на статистический приемочный контроль [4, гл. 10].

Отметим, что математическая теория управления качеством продукции [15 - 17] позволяет дать ряд рекомендаций, позволяющих повысить обоснованность принимаемых решений и сократить издержки.

Эта теория развивается в нашей стране уже около 200 лет - со статьи академика М.В. Остроградского [18], впервые опубликованной в 1848 г. (на основе доклада 1846 г.). Разработан ряд программных продуктов, основанных на критическом анализе стандартов различного уровня [19]. В контроллинге выделено самостоятельное направление исследований и применений - контроллинг качества [20]. Проблемы развития и применения научных результатов организационно-экономического моделирование и искусственного интеллекта в цифровой экономике рассмотрены в [21] на примере управления качеством продукции..

Выводы

В соответствии с концепцией "бережливого производства" следует сокращать различные виды издержек, в частности, потери из-за лишних запасов и потери из-за выпуска дефектной продукции. Эти два случая проанализированы в настоящей статье.

Установлено, что минимизация запасов не позволяет реализовать поставленную цель - уменьшение издержек, связанных с запасами. Следует сокращать не объемы запасов, а суммарные расходы, обусловленные поставками новых партий продукции и хранением запасов на складе. Запасы не должны быть минимальными, запасы должны быть оптимальными.

Концепция "бережливого производства" стимулирует поиск новых способов сокращения потерь из-за выпуска дефектной продукции. Так, при достаточно малом входном уровне дефектности целесообразно отказаться от сплошного контроля и перейти к пополнению партий в соответствии с прогнозируемым числом дефектных единиц продукции или к использованию системы гарантийного обслуживания.

Рекомендации, вытекающие из концепции "бережливого производства", заслуживают тщательного анализа и использования в хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Krafcik, John F. Triumph of the Lean Production System // Sloan Management Review, Fall 1988, Vol. 30, No. 1, pp. 41-52.

2. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Пер. с англ. 7-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2013 — 472 с.

3. Бучаала Зинеддин. Разработка и исследование непараметрических алгоритмов обнаружения разладки временных рядов: автореф. дисс. канд. техн. наук. — М.: МЭИ, 2021. — 21 с.

4. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных.— М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.

5. Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А., Иванова Н.Ю. Контроллинг: учебник / под ред. А.М. Карминского, С.Г. Фалько. — 3-е изд., дораб. — М.: ИД "ФОРУМ" : ИНФРА-М, 2013. - 336 с.

8. Митрохин И.Н., Орлов А.И. Обнаружение разладки с помощью контрольных карт / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. №5. С. 74-78.

7. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95. С. 460-469.

8. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. — Краснодар: КубГАУ, 2018. — 508 с

9. Орлов А.И. Оптимальный план управления запасами нельзя найти на основе формулы квадратного корня // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 106. С. 270–300.

10. Орлов А.И. Асимптотика квантования, выбор числа градаций в социологических анкетах и двухуровневая модель управления запасами // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123. С. 660 – 687.

11. Смольников Р.В. Практическое применение математических моделей управления запасами // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №6. С. 64 - 69.

12. Орлов А.И. Оптимальные методы в экономике и управлении. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. — 44 с.

13. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

14. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции у поставщика? // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 96. С. 709-724.

15. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 102. С. 1–31.

16. Орлов А.И. Метод проверки гипотез по совокупности малых выборок и его применение в теории статистического контроля // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104. С. 38–52.

17. Орлов А.И. Предельные теоремы в статистическом контроле // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 116. С. 462 – 483.

18. Остроградский М.В. Об одном вопросе, касающемся вероятностей / Полное собрание трудов. Т.3. – Киев: Издательство Академии наук УССР, 1961. – С.215 – 237.
19. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1997. Т.63. № 3. С. 55-62.
20. Орлов А.И. Основные проблемы контроллинга качества // Научный журнал КубГАУ. 2015. №111. С. 52 – 84.
21. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование и искусственный интеллект в цифровой экономике (на примере управления качеством) // Научный журнал КубГАУ. 2021. №169. С.216–242.

References

1. Krafcik, John F. Triumph of the Lean Production System // Sloan Management Review, Fall 1988, Vol. 30, No. 1, pp. 41-52.
2. Vumek Dzh., Dzhons D. Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya procvetaniya vashej kompanii. Per. s angl. 7-e izd. — M.: Al'pina Pabliher, 2013 — 472 s.
3. Buchaala Zineddin. Razrabotka i issledovanie neparametricheskikh algoritmov obnaruzheniya razladki vremennyh ryadov: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. — M.: MEI, 2021. — 21 s.
4. Orlov A.I. Iskusstvennyj intellekt: statisticheskie metody analiza dannyh.— M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 843 с.
5. Karminskij A.M., Fal'ko S.G., Zhevaga A.A., Ivanova N.YU. Kontrolling: uchebnik / pod red. A.M. Karminskogo, S.G. Fal'ko. — 3-e izd., dorab. — M.: ID "FORUM" : INFRA-M, 2013. - 336 s.
8. Mitrohin I.N., Orlov A.I. Obnaruzhenie razladki s pomoshch'yu kontrol'nyh kart / Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2007. T.73. №5. S. 74-78.
7. Orlov A.I., SHarov V.D. Vyyavlenie otklonenij v kontrolinge (na primere monitoringa urovnya bezopasnosti poletov) // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 95. S. 460-469.
8. Lojko V.I., Lucenko E.V., Orlov A.I. Sovremennaya cifrovaya ekonomika. — Krasnodar: KubGAU, 2018. — 508 s
9. Orlov A.I. Optimal'nyj plan upravleniya zapasami nel'zya najti na osnove formuly kvadratnogo kornya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 106. S. 270–300.
10. Orlov A.I. Asimptotika kvantovaniya, vybor chisla gradacij v sociologicheskikh anketah i dvuhurovnevaya model' upravleniya zapasami // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2016. № 123. S. 660 – 687.
11. Smol'nikov R.V. Prakticheskoe primenenie matematicheskikh modelej upravleniya zapasami // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2008. T.74. №6. S. 64 - 69.
12. Orlov A.I. Optimal'nye metody v ekonomike i upravlenii. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2007. — 44 s.
13. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya reshenij. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 826 с.
14. Orlov A.I. Vsegda li nuzhen kontrol' kachestva produkcii u postavshchika? // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 96. S. 709-724.
15. Orlov A.I. Asimptoticheskie metody statisticheskogo kontrolya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 102. S. 1–31.
16. Orlov A.I. Metod proverki gipotez po sovokupnosti malyh vyborok i ego primenenie v teorii statisticheskogo kontrolya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 104. S. 38–52.

17. Orlov A.I. Predel'nye teoremy v statisticheskom kontrole // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2016. № 116. S. 462 – 483.

18. Ostrogradskij M.V. Ob odnom voprose, kasayushchemsya veroyatnostej / Polnoe sobranie trudov. T.3. – Kiev: Izdatel'stvo Akademii nauk USSR, 1961. – S.215 – 237.

19. Orlov A.I. Sertifikaciya i statisticheskie metody (obobshchayushchaya stat'ya) // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 1997. T.63. № 3. S. 55-62.

20. Orlov A.I. Osnovnye problemy kontrollinga kachestva // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. №111. S. 52 – 84.

21. Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie i iskusstvennyj intellekt v cifrovoj ekonomike (na primere upravleniya kachestvom) // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2021. №169. S.216–242.