

5.2.4. Финансы

Научная статья

УДК 336.77

DOI 10.37493/2307-907X.2023.3.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ НА БАЗЕ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Грызунова Наталья Владимировна, Хвостова Анастасия Александровна,
Иванюк Максим Викторович

Бережливое производство – доминирующее направление преобразований, происходящих на промышленных предприятиях. Преимущества бережливого производства обусловлены оптимизацией ресурсных потоков, повышением производительности, устранением отходов и сокращением задержек. В статье рассматривается проблема оптимизации оборотных активов на основе модели распределения случайной величины Коши. Предметом исследования является изменение системы управления оборотными активами с учетом их состава, структуры, цикличности в условиях бережливого производства. Целью данной статьи является рассмотрение построенной модели управления изменениями оборотных активов. Методологической основой данного исследования выступает междисциплинарный подход. Полученные выводы исследования могут быть использованы для разработки оценки и оптимизации оборотных активов на предприятиях, переходящих на бережливое производство и создающих «умную фабрику».

Ключевые слова: оборотные активы, моделирование, управление запасами, задача Коши, бережливое производство, экологичное производство, аддитивное производство

MODELING THE CONSUMPTION OF CURRENT ASSETS ON THE BASIS OF THE CAUCHY PROBLEM FOR FORGING AND PRESSING PRODUCTION

Natalia Gryzunova, Anastasia Khvostova, Maxim Ivanyuk

Lean production is the dominant direction of transformations taking place in industrial enterprises. The benefits of lean manufacturing come from streamlining resource flows, increasing productivity, eliminating waste, and reducing delays. This article discusses the problem of optimizing current assets based on the Cauchy model. The subject of the study is the change in the system of current assets management, taking into account their composition, structure, cyclicity in terms of lean production. The purpose of this article is to consider the constructed model for managing changes in current assets. The methodological basis of this study is an interdisciplinary approach. The findings of the study can be used both to develop the assessment and optimization of current assets at enterprises that switch to lean production and create a "smart factory".

Key words: current assets, modeling, inventory management, Cauchy problem, lean manufacturing, green manufacturing, additive manufacturing

Введение / Introduction. Новые технологии могут обеспечить высокий рыночный потенциал компании, но также создать проблемы для инженерных возможностей. Например, аддитивное производство обеспечивает неограниченную свободу проектирования и экономичное производство небольших партий, что существенно расширяет сегмент рынка компаниям, однако возникают огромные проблемы: большое разнообразие новых аддитивных технологий, ограниченный выбор материалов и, в основном, высокая себестоимость. Поскольку современное производство требует рациональной организации производства, постольку необходимо сосредоточить внимание на гибридном производстве, которое сочетает в себе преимущества аддитивных и традиционных технологий. Бережливое производство – это производственная философия, которая отвечает на вопрос, как производить больше и эффективнее при минимальных издержках. Многие известные

производственные компании уже несколько десятилетий используют идеологию бережливого производства, которая имеет глубокие советские корни: 2G Energy, Porsche, John Deere, Ford, Ростех, Горьковский автомобильный завод (Группа «ГАЗ»), «Росатом», АО «Орский механический завод», АО «Протон», ОАО «ЗИД» и др. Управление производственным процессом предполагает реализацию множества процессов, важнейшими сейчас считаются: обеспечение финансирования деятельности, организация производства (бережливое производство) и материальная составляющая. Наличие средств на закупку сырья еще не гарантирует старта производственного цикла, а также учета возможностей размещения продукции на складе и будущей реализации. Особенно важным для компании становится расширение объемов наукоёмкой продукции, например с числовым программным управлением (ЧПУ).

Бережливое производство – доминирующее направление преобразований промышленных компаний сегодня, направленных на совершенствование процессов промышленного производства, максимизацию их ценности и снижение затрат. Бережливое производство способствует сокращению экологического ущерба и соответствует концепции ESG. Методы, реализуемые как при бережливом, так и при «зеленом» производствах, снижают затраты на ведение бизнеса и повышают устойчивость производства. Преимущества бережливого производства в кузнечно-прессовом направлении деятельности машиностроительного завода направлены на оптимизацию ресурсных потоков, повышение производительности, устранение отходов и сокращение задержек.

В данной статье рассматривается определение потребности в оборотных активах на кузнечно-прессовом направлении на базе модели Коши, поскольку отсутствуют регрессионные связи. Предметом исследования является изменение системы управления оборотными активами машиностроительных компаний с учетом их структуры, цикличности в условиях бережливого производства, которое ориентировано на мелкосерийное и позаказное производство.

Целью данной статьи является рассмотрение построенной модели управления изменениями оборотных активов с помощью модели Коши. Методологической основой данного исследования выступает междисциплинарный подход, который реализуется в использовании принципов объективности и системности и экспериментального исследования.

Машиностроение – это наукоёмкая отрасль в России. Примером такого рода продукции может быть кузнечно-прессовое оборудование с числовым программным управлением (КПО ЧПУ). Такая продукция предполагает выстраивание цепочки ценности и разработку свойств и функций под конкретные требования определённого заказчика и может быть реализована только этому заказчику.

В таких условиях планирование производственного цикла и его основа – обеспечение его финансирования – напрямую зависят от оборотных активов компании и их цикличности. Данный вид деятельности не позволяет проводить анализ оборотных активов по стандартным периодам, таким как полугодие или год, и использовать регрессионные модели. Возникает необходимость оценки изменений оборотных активов не только поквартально, ежемесячно, но и с возможностью заданной определенной степени времени и точности.

Таким образом, становится актуальной задача исследования изменений оборотных активов с использованием математических моделей, позволяющих проводить сглаживание и гарантировать эффективное планирование поставок.

Проблеме моделирования изменений оборотных активов посвящено множество работ различных исследователей, которые можно разделить по следующим направлениям: теоретические исследования, связанные с построением моделей изменения оборотных активов в целом; описание структур моделей при управлении запасами; использование методов математической статистики для построения корреляционных и регрессионных моделей, когда это оправданно.

Первое направление представлено работами И. А. Слабинской, О. Б. Бендерской [4], Ю. М. Петровой [3], а также А. Н. Цацулина [6], исследовавшего гибридную многофакторную модель на примере предприятий торговли.

Во втором направлении следует отметить работу В. П. Махитко, И. Н. Хаймовича, А. С. Клен-така [2], в которой авторы проводят имитационное моделирование запасов при мелкосерийном производстве с использованием программного обеспечения Tecnomatix Plant Simulation в работе С. А. Теньковской, А. В. Власова [5].

Применение регрессионных моделей для учета изменений уровня ликвидности с использованием оценки оборотных активов можно увидеть в работах Д. В. Черемисиновой, Е. А. Кричева, Д. С. Рябченко [8], Valentina Caldarella [9], а также М. А. Чаплыгиной, О. С. Семеровой, Т. А. Зубковой, И. Г. Кузьмичевой [7] на примерах торговых организаций.

Однако в условиях бережливого производства доминирует мелкосерийное производство или позаказное, и проблемы управления запасами, как привыкли ее понимать менеджеры, уже не существует. Модели управления запасами уходят в прошлое. Для достижения высокой потребительской ценности необходимо детально проанализировать требования к продукту, чтобы найти оптимальную функцию продукта и создающий её ресурс, а также определить степени свободы проектирования, которые не влияют на функциональность продукта и, таким образом, могут быть адаптированы для производства. Интеграция проектирования продукции, отладка по системе 5S- и уже 12S-технологий и оперативное планирование процессов позволят компаниям выявлять и реализовывать производственный потенциал на ранних стадиях процесса создания стоимости и, таким образом, это будет способствовать повышению конкурентоспособности.

Под оборотными активами обычно понимают совокупность денежных средств, авансируемых для создания оборотных производственных фондов и фондов обращения, обеспечивающих их непрерывный оборот. Технологии бережливого производства способствуют сокращению величины оборотных активов и ускорению их оборачиваемости. В состав оборотных активов в производственной сфере, называемых еще оборотными производственными фондами, входит несколько составляющих: предметы труда, включая сырье; основные материалы и полуфабрикаты; материалы вспомогательного типа; тара; запасные части; топливо; расходы будущих периодов; незавершенное производство. Ключевая задача оборотных активов в производственной сфере заключается в обеспечении протекания производственного процесса в непрерывном и ритмичном режиме.

Под оборотными активами в сфере обращения (другое название – фонды обращения) следует понимать средства предприятия, направленные в запасы готовой продукции, товары, отгрузка которых уже была осуществлена, но оплата еще не наступила или которые не оплатили в срок; денежные средства.

Также к подобным фондам относятся средства на расчетных счетах и в кассе (наличные средства), средства в расчетах. Соответственно оборотные активы в сфере обращения призваны прежде всего обеспечивать в необходимой мере ресурсами сам процесс обращения. В зависимости от функциональной роли в процессе производства выделяют:

- 1) оборотные активы, обслуживающие производственный цикл компании (запасы сырья, материалов и полуфабрикатов; объем незавершенного производства, запасы готовой продукции);
- 2) оборотные активы, обслуживающие финансовый (денежный) цикл компании (дебиторская задолженность, краткосрочные финансовые вложения, денежные средства).

На их основе создают новые финансовые инструменты, широко применяют финансовый инжиниринг. Таким образом, оборотные активы представлены:

- производственными запасами, выраженными в стоимостном выражении;
- незавершенным производством и уже выпущенными полуфабрикатами в рамках своих производственных линий;

- расходы будущих периодов;
- стоимостное выражение готовой продукции, еще не реализованной потребителю;
- готовая продукция отгруженная, но не оплаченная потребителем, выраженная в денежном выражении;
- общая сумма денежных средств на счетах предприятия и наличных в кассе предприятия;
- общая сумма дебиторской задолженности;
- средства в прочих расчетах.

Функции распределения всех этих компонентов необходимы для более точного расчета поставок и организации производства. Расчет оборотных активов производится по периодам, что позволяет предприятию определить возможности по разворачиванию нового производственного цикла, особенно это важно для производящих наукоёмкую продукцию предприятий. К ним относятся, например, научно-производственные объединения, занимающиеся разработкой и производством КПО ЧПУ, такие как АО «Механический завод» (Орск) [16], АО завод «Протон», ОАО ЗИД, 2G Energy, 2G-Station.

Материалы и методы / Materials and methods. В таких условиях возникает необходимость анализа уровня оборотных активов на небольшие периоды. Один из вариантов представления динамики процесса – обыкновенные дифференциальные уравнения.

Очевидно, что в процесс изменения оборотных активов вклад вносят все компоненты, меняющиеся относительно независимо, другими словами, изменение любого компонента оборотных активов оказывает непосредственное влияние на общий итог. Кроме того, отсутствует регрессионная зависимость между компонентами оборотных активов, выручкой, прибылью и текущими обязательствами. Таким образом, функцию оборотных активов в каждый момент времени можно определить как $y(t)$, где переменная y связана с рассматриваемым периодом, а t характеризуют компоненты оборотных активов, которые для производственного предприятия представлены восьмью компонентами ($n = 8$).

Следовательно, процесс изменения оборотных активов во времени можно записать в виде следующей модели, реализующей задачу Коши, где в качестве начального условия выбирается значение оборотных активов на начало исследования (1):

$$\begin{cases} \dot{y}(t) = f(t, y); \\ y(0) = y_0 \end{cases} \quad (1)$$

Симеон Дени Пуассон открыл распределение Коши в 1824 году, задолго до его первого упоминания Огюстеном Луи Коши. Ранний интерес к распределению был сосредоточен на его ценности в качестве контрпримера (обычный способ опровержения гипотез). Распределение Коши – это симметричная плотность, которая равна t-распределению с одной степенью свободы [1]. Математическое ожидание и дисперсия распределения Коши не существуют. Благодаря этой особой природе распределение Коши иногда рассматривается как патологический случай. Однако его можно использовать в качестве модели для описания множества явлений в финансах [1]. В теории вероятностей и статистике кумулятивная функция распределения (CDF) Коши вещественной случайной величины (X), или просто функция распределения (X), оцениваемая как $F(x)$, представляет собой вероятность того, что (X) примет значение, меньшее или равное (x). Каждое распределение вероятностей, поддерживаемое действительными числами, – дискретное или «смешанное», а также непрерывное [1].

Распределение Коши является одним из простейших законов распределения. Его плотность выражается формулой (2):

$$p(x) = \frac{1}{b\pi \left(1 + \left[\frac{(x-a)}{b}\right]^2\right)} \quad (2)$$

Плотность распределения Коши имеет вид симметричной относительно точки $x = a$ кривой, визуально очень похожей на плотность нормального распределения [1]. Кроме того, $p(x)$ интегрируема, поэтому функцию распределения Коши можно записать в явном виде и не прибегать при ее вычислении к помощи численных методов (3):

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg[(x - a) / b] \quad (3)$$

Свойства распределения Коши резко отличны от свойств распределения Гаусса, Лапласа и других экспоненциальных распределений. Дело в том, что распределение Коши близко к предельно пологому, поэтому этот инструмент часто использует в финансовом прогнозировании [1]. Напомним, что распределение называется предельно пологим, если при $x \rightarrow \pm\infty$ его плотность вероятности (4):

$$p(x) = \frac{1}{[x]^{1+\delta}} \quad (4)$$

где δ – сколь угодно малое положительное число [1].

При более пологих, чем $1/[x]^{1+\delta}$ спадах, площадь под кривой бесконечна, то есть не выполняется условие нормирования, и такие кривые не могут описывать плотность распределения вероятностей. При этом распределение имеет и медиану, и моду, которые равны параметру (a) [1]. Дисперсия также равна бесконечности. На практике это означает, что оценка дисперсии по выборке из распределения Коши будет неограниченно возрастать с увеличением объема данных. [1]

Например, взаимозависимости между продуктом и технологией производства необходимо использовать для оптимизации на ранних стадиях жизненного цикла продукта. В результате можно говорить о возможности описания движения оборотных активов от периода к периоду с помощью следующей системы дифференциальных уравнений (5):

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = f_1(t, y_1, \dots, y_n) \\ \frac{dy_2}{dt} = f_2(t, y_1, \dots, y_n) \\ \dots \\ \frac{dy_n}{dt} = f_n(t, y_1, \dots, y_n) \end{cases} \quad (5)$$

где для функций выполняется начальное условие (6):

$$\begin{cases} y_1(0) = y_{01} \\ y_2(0) = y_{02} \\ \dots \\ y_n(0) = y_{0n} \end{cases} \quad (6)$$

Оценка оборотных активов производится не непрерывно, а с некоторой периодичностью, зависящей от вида деятельности, примерно один раз в квартал. Однако, учитывая особенности поступления средств от потребителей и особенности самого процесса производства, можно рассматривать данную систему уравнений на сетке с выделенными периодами.

Таким образом, выбранной модели соответствует следующая конечно-разностная схема в виде неявной схемы Эйлера (7):

$$\begin{cases} \frac{y_{1i+1} - y_{1i}}{\Delta t} = f_1(t_i, y_{1i}, \dots, y_{ni}) \\ \frac{y_{2i+1} - y_{2i}}{\Delta t} = f_2(t_i, y_{1i}, \dots, y_{ni}) \\ \dots \\ \frac{y_{ni+1} - y_{ni}}{\Delta t} = f_n(t_i, y_{1i}, \dots, y_{ni}) \end{cases} \quad (7)$$

где для функций выполняется условие (8):

$$\begin{cases} y_1(0) = y_{01}, y_{1i} = y_1(t_i), y_{1i+1} = y_1(t_{i+1}) \\ y_2(0) = y_{02}, y_{2i} = y_2(t_i), y_{2i+1} = y_2(t_{i+1}) \\ \dots \\ y_n(0) = y_{0n}, y_{ni} = y_n(t_i), y_{ni+1} = y_n(t_{i+1}) \end{cases} \quad (8)$$

В результате полученное решение системы будет характеризовать процесс изменения оборотных активов, основываясь на данных уже прошедших периодов.

Результаты и обсуждение / Results and discussions. Построенная система разностных уравнений может быть использована для моделирования изменения оборотных активов каждой организации. Авторы использовали компании со значительным научным потенциалом: АО «Протон» г. Москвы и АО Механический завод г. Орск по производству КПО ЧПО – на основе заявок заказчиков и на изготовление, и на обслуживание и ремонт. Особенности данного вида деятельности приводят к серьезным отклонениям в функциях изменения по периодам, и, следовательно, применение обычного регрессионного анализа в данном случае будет неэффективным.

В качестве входных данных для решения поставленной задачи на сетке выбираются усредненные данные по периодам выбранных компаний, графическое представление данных демонстрируют рисунки 1 и 2.

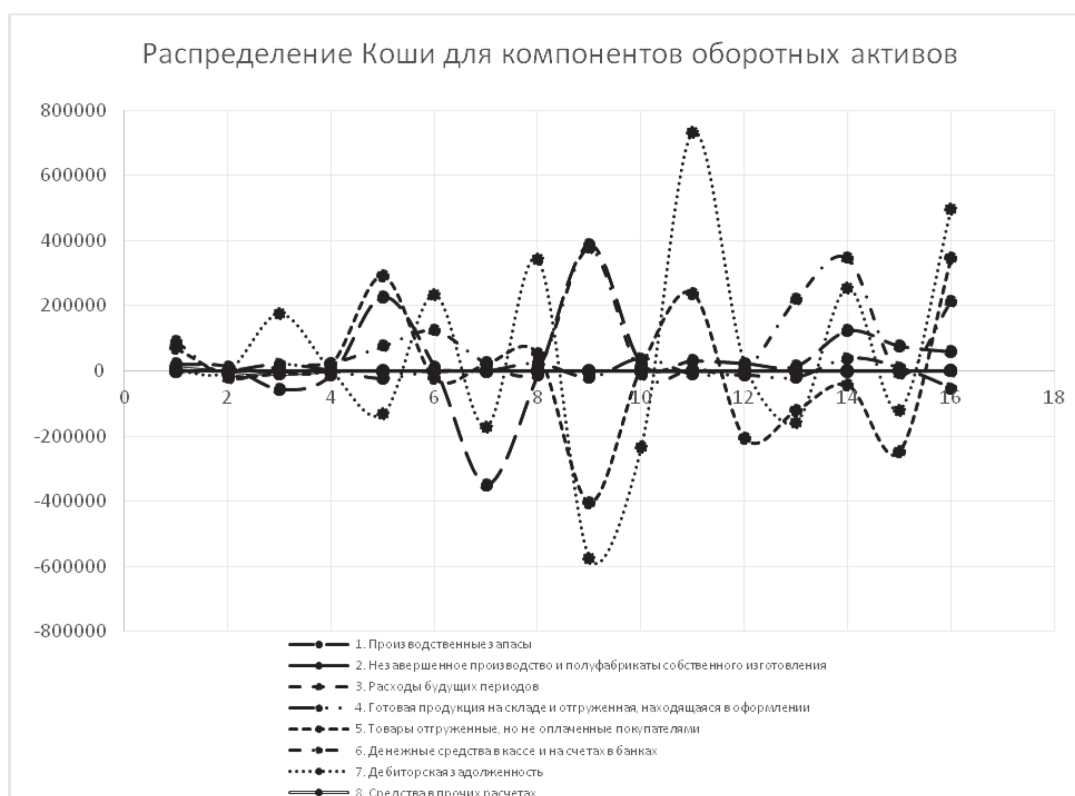


Рис. 1. Распределение компонентов оборотных активов по компонентам АО «Протон».
*рассчитано авторами

Рисунок 1 показывает самую высокую медиану у дебиторской задолженности, и это неудивительно, многие машиностроительные компании сейчас работают в три смены, и продукция по предоплате выкуплена за ближайшие три года.

На основании полученных данных с использованием конечно-разностных значений функции в предположении, что компоненты оборотных активов независимы, получаем (9–11):

$$\begin{cases} \frac{y_{1i+1} - y_{1i}}{\Delta t} = f_1(t_i, y_{1i}) \\ \frac{y_{2i+1} - y_{2i}}{\Delta t} = f_2(t_i, y_{2i}) \\ \dots \\ \frac{y_{ni+1} - y_{ni}}{\Delta t} = f_n(t_i, y_{ni}) \end{cases} \quad (9)$$

где для функций выполняется условие (10):

$$\begin{cases} y_1(0) = y_{01}, y_{1i} = y_1(t_i), y_{1i+1} = y_1(t_{i+1}); \\ y_2(0) = y_{02}, y_{2i} = y_2(t_i), y_{2i+1} = y_2(t_{i+1}); \\ \dots \\ y_n(0) = y_{0n}, y_{ni} = y_n(t_i), y_{ni+1} = y_n(t_{i+1}). \end{cases} \quad (10)$$

$$\bar{y}_i = f(t, \bar{y}) = f_1(t, y_1) + f_2(t, y_2) + \dots + f_n(t, y_n), \text{ где } n = 8 \quad (11)$$

Изучение фактических данных по компонентам оборотных активов показало, что применение стандартных видов аппроксимаций дает низкий уровень достоверности модели, поэтому для приближения функций изменения оборотных активов по компонентам применялось линейное сглаживание по трем соседним точкам (12):

$$\begin{cases} \tilde{f}_1(t_i, y_{1i}) = \frac{1}{3}(f_1(t_{i-1}, y_{1i}) + f_1(t_i, y_{1i}) + f_1(t_{i+1}, y_{1i})) \\ \tilde{f}_2(t_i, y_{1i}) = \frac{1}{3}(f_2(t_{i-1}, y_{1i}) + f_2(t_i, y_{1i}) + f_2(t_{i+1}, y_{1i})) \\ \dots \\ \tilde{f}_n(t_i, y_{1i}) = \frac{1}{3}(f_n(t_{i-1}, y_{1i}) + f_n(t_i, y_{1i}) + f_n(t_{i+1}, y_{1i})) \end{cases} \quad (12)$$

Рассчитанные характеристики изменения уровня оборотных активов представлены в графическом виде на рисунке 2.

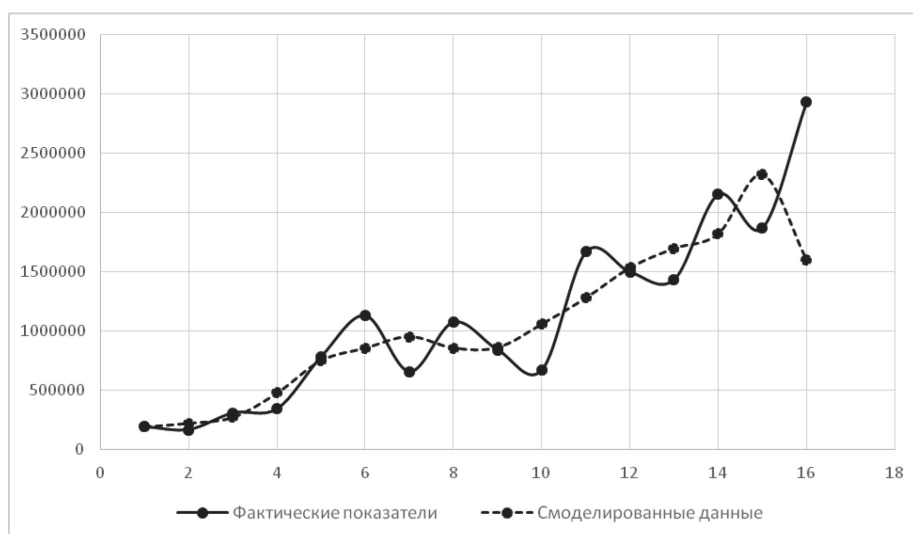


Рис. 2. Сравнение фактических и смоделированных данных
*рассчитано авторами

Использование распределение Коши позволяет сгруппировать продукты в новые семейства продуктов для оптимизации существующих сборочных линий и создания будущих реконфигурируемых сборочных систем.

На основе базовой цепочки потоков (Datum Flow Chain) анализируется физическая структура продуктов. Идентифицируются функциональные узлы и выполняется функциональный анализ. График гибридной функциональной и физической архитектуры (HyFPAG) является результатом, который отображает сходство между семействами продуктов, обеспечивая поддержку проектирования как для планировщиков производственных систем, так и для разработчиков продуктов, и для системы снабжения.

В связи с быстрым развитием в области коммуникаций и продолжающейся тенденцией цифровизации сохраняются тенденции к сокращению времени разработки продукта и сокращению жизненного цикла продукта. Кроме того, растет спрос на кастомизацию – индивидуализацию продукции под заказы конкретных потребителей путём внесения конструктивных или дизайнерских изменений. В настоящее время технологическое планирование имеет решающее значение для управления себестоимостью продукта, и для всего комплекса оборотных средств, потому что выбранная технология на базе модели Коши используется для оценки вероятности спроса на определённые функции и в конечном счете определяются долгосрочные инвестиции в машины и оборудование, основанные на этом отборе. На рисунке 3 изображена модель кастомизации продукта.

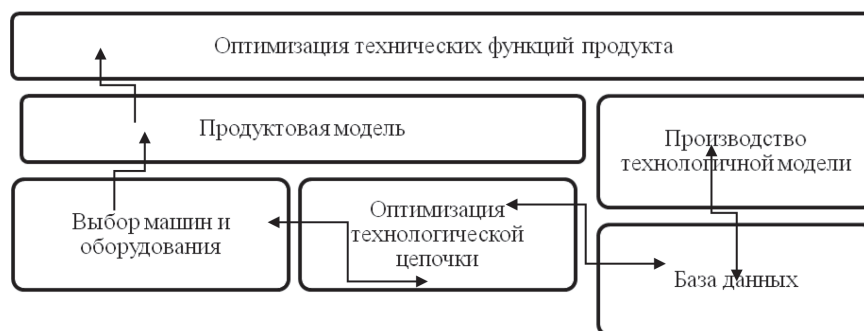


Рис. 3. Комплексная модель
*составлено авторами.

Кастомизация продукта может параллельно использоваться для распределения и оценки оптимальной технологии производства, например на основе параметрической модели:

- во-первых, каждой функции продукта присваиваются технически осуществимые технологии;
- во-вторых, разрабатываются и оцениваются возможные технологические цепочки, состоящие из подцепей для каждой функции продукта. Оценка основана на конкретных критериях каждого случая, таких как время производства, стоимость единицы продукции и пр.

Выбор машин и оборудования для кастомизации продуктов состоит из трех этапов:

- на первом этапе параметры из ранее созданной технологической цепочки используются для формулирования технических требований к машинам и оборудованию, воплощающим соответствующие технологии в технологической цепочке;
- на втором этапе проводится подробный анализ, чтобы сделать вывод о технической возможности машин и оборудования для каждой технологии;
- третий этап состоит из многокритериального анализа для ранжирования лучших машин и оборудования для требуемой технологии.

Ряд авторов, а именно: М. К. Томпсон, Г. Морони, Ван Экерт, Г. Фадель, Р. И. Кэмпбелл, И. Гибсон, А. Бернард, Дж. Шульц, П. Граф, Б. Ахуджа, Ф. Мартина [13] – считают, что главным преимуществом бережливого производства является сокращение времени изготовления и повышение качества продукта, чтобы установить дополнительные требования к оборудованию [10]. Эти цели могут быть достигнуты гибридным производством, которое определяется как сочетание не менее двух различных производственных технологий, полагают исследователи Чжу Зи, В. Г. Доккия, А. Нассехи, Ул. Ньюман [15].

Расчет функций продукта невозможен в единой общей модели, поэтому определились три подхода, которые выбираются на основе конкретной ситуации, финансовых возможностей и методологических компетенций компаний, как напоминают авторы Р. Вагнер, Б. Хефнер, Г. Ланца [14]:

- подход, основанный на моделировании;
- статистический подход, например, модели распределения, множественной регрессии;
- подходы, основанные на машинном обучении, такие как искусственные нейронные сети или машины опорных векторов.

Результатом выбора подхода будет достижение требуемых потребителем дополнительных функций при адаптации характеристики продукта. Поэтому характеристики продукта моделируются в параметрической модели, как это представлено у таких авторов, как: А. Jacob, K. Windhuber, D. Ranke, G. Lanza [11].

Анализ дополненных свойств продукта в настоящее время осуществляется с помощью анализа решений, основанного на алгоритме «Техника предпочтения заказов по сходству с идеальным решением» (TOPSIS). Учитываются критерии технологического планирования, экономические параметры, а также конкретные критерии на уровне машин, такие как доступное производственное пространство. Продукт TOPSIS оценивает критерии на основе конкретного случая и создает рейтинг технологий с учетом всех требований.

Заключение / Conclusion. В результате проведенного исследования было выяснено, что существующие модели описания изменения оборотных активов не позволяют организовать эффективную систему поставок продукции. Зная функцию распределения каждого компонента оборотных активов, вероятность, моду и медиану, можно достичь существенной экономии на запасах, а также позволить компании работать с широким ассортиментом функций, закладываемых заказчиком в требования к продукции. Результатом работы стала построенная модель обеспечения ресурсами для АО «Протон» г. Москвы и АО «Механический завод» г. Орска.

В этой работе авторы рассмотрели метод, позволяющий лучше использовать информацию, генерируемую финансовыми моделями, для оценки динамики оборотных активов. Авторы формализовали системный подход, основанный на дифференциальном показателе важности, который позволяет аналитикам получать систематическую информацию о корректности и надежности модели.

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Булашев С. В. Статистика для трейдеров. М.: Компания «Спутник+», 2003. 245 с. ISBN 5-93406-577-7.
2. Махитко В. П., Хаймович И. Н., Клентак А. С. Имитационное моделирование в мелкосерийном производстве // Вестник Самарского муниципального института управления. 2019. № 3. С. 17–25.
3. Петрова Ю. М. Моделирование механизма управления оборотным капиталом как фактора повышения устойчивости экономики интегрированных агропромышленных предприятий // Вопросы управления. 2020. № 2 (63). С. 13–23.
4. Слабинская И. А., Бендерская О. Б. Управление потребностью компании в собственном капитале // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2021. № 2 (87). С. 29–39.
5. Теньковская С. А., Власов А. В. Повышение эффективности управления материальными запасами автотранспортного предприятия в условиях крайнего севера и Сибири // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2020. № 2. С. 61–69.

6. Цацулин А. Н. Анализ и моделирование динамики материальных оборотных активов рыночной компании // Экономика и управление народным хозяйством (Санкт-Петербург). 2019. № 6 (8). С. 82–85.
7. Чаплыгина М. А., Семерова О. С., Зубкова Т. А. и др. Применение финансово-аналитических методов в управлении оборотным капиталом хозяйствующих субъектов как условие обеспечения их конкурентоспособности // Регион: системы, экономика, управление. 2021. № 4 (55). С. 169–179.
8. Черемисинова Д. В., Кричевец Е. А., Рябенко Д. С. Разработка модели интегральной оценки краткосрочной ликвидности для винодельческих предприятий // Финансы и управление. 2019. № 2. С. 92–104.
9. Caldarella V., Filipponia M., Saetta S., Rossi F. Lean and green production for the modular construction: 3rd International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing // Procedia Computer Science. 2022. No 200. P. 1298–1307.
10. Jacob A., Windhuber K., Ranke D., Lanza G. Planning, evaluation and optimization of product design and manufacturing technology chains for new product and production technologies on the example of additive manufacturing // Procedia CIRP. 2018. No 70. P. 108–113.
11. Jacob A., Steimer S., Stricker N., Häfner B., Lanza G. Integrating product function design, production technology optimization and process equipment planning on the example of hybrid additive manufacturing: 7th CIRP Global Web Conference «Towards shifted production value stream patterns through inference of data, models, and technology» // Science Direct Procedia CIRP. 2019. No 86. P. 222–227.
12. Mahdizadeh M., Zamanzade E. Goodness-of-fit testing for the Cauchy distribution with application to financial modeling, Journal of King Saud University // Science. 2019. Vol. 31. Issue 4. October. P. 1167–1174.
13. Thompson M. K., Moroni G., Vaneker T. and others. Design for additive manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints // CIRP Annals 2016. No 65(2). P. 737–760.
14. Wagner R., Häfner B., Lanza G. Function-oriented quality control strategies for high precision products // Procedia CIRP. 2018. No 75. P. 57–62.
15. Zhu Z., Dhokia V. G., Nassehi A., Newman S. T. A review of hybrid manufacturing processes – state of the art and future perspectives // International Journal of Computer Integrated Manufacturing. 2013. No 26(7). P. 596–615.
16. АО «Механический завод» Орск. URL: <https://mz-orsk.ru/>. (дата обращения: 30.03.2023)

REFERENCES AND INTERNET RESOURCES

1. Bulashev S. V. Statistika dlya treyderov (Statistics for traders). M.: Kompaniya «Sputnik+», 2003. 245 p. ISBN 5-93406-577-7.
2. Mahitko V. P., Khaymovich I. N., Klentak A. S. Imitacionnoye modelirovaniye v melkoserijnom proizvodstve (Simulation modeling in small-scale production) // Vestnik Samarskogo munitsipalnogo instituta upravleniya. 2019. No 3. P. 17–25.
3. Petrova YU. M. Modelirovaniye mehanizma upravleniya oborotnym kapitalom kak faktora povysheniya ustoychivosti ekonomiki integrirovannykh agropromyshlennykh predpriyatij (Modeling the mechanism of working capital management as a factor of increasing the sustainability of the economy of integrated agro-industrial enterprises) // Voprosy upravleniya. 2020. No 2 (63). P. 13–23.
4. Slabinskaya I. A., Benderskaya O. B. Upravleniye potrebnyostyu kompanii v sobstvennom kapitale (Managing the need of a company for equity) // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava. 2021. No 2 (87). P. 29–39.
5. Tenkovskaya S. A., Vlasov A. V. Povysheniye effektivnosti upravleniya materialnymi zapasami avtotransportnogo predpriyatiya v usloviyakh kraynego severa i Sibiri (Improving the efficiency of inventory management of a motor transport company in the conditions of the Far North and Siberia) // Transport. Transportnyye sooruzheniya. Ekologiya. 2020. No 2. P. 61–69.
6. Caculin A. N. Analiz i modelirovaniye dinamiki materialnykh oborotnykh aktivov rynochnoy kompanii (Analysis and modeling of the dynamics of tangible current assets of a market company) // Ekonomika i upravleniye narodnym hozyaystvom (Sankt-Peterburg). 2019. No 6 (8). P. 82–85.
7. Chaplygina M. A., Semerova O. S., Zubkova T. A. i dr. Primeneniye finansovo-analiticheskikh metodov v upravlenii oborotnym kapitalom hozyajstvuyushchih subjektov kak usloviye obespecheniya ih konkurentosposobnosti (Application of financial and analytical methods in the management of working capital of economic entities as a condition for ensuring their competitiveness) // Region: sistemy, ekonomika, upravleniye. 2021. No 4 (55). P. 169–179.

8. Cheremisinova D. V., Krichevec YE. A., Ryabchenko D. S. Razrabotka modeli integralnoj ocenki kratkosrochnoj likvidnosti dlya vinodelcheskih predpriyatij (Development of an integrated assessment model of short-term liquidity for wineries) // *Finansy i upravleniye*. 2019. No 2. P. 92–104.
9. Caldarella V., Filipponi M., Saetta S., Rossi F. Lean and green production for the modular construction: 3rd International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing // *Procedia Computer Science*. 2022. No 200. P. 1298–1307.
10. Jacob A., Windhuber K., Ranke D., Lanza G. Planning, evaluation and optimization of product design and manufacturing technology chains for new product and production technologies on the example of additive manufacturing // *Procedia CIRP*. 2018. No 70. P. 108–113.
11. Jacob A., Steimer S., Stricker N., Häfner B., Lanza G. Integrating product function design, production technology optimization and process equipment planning on the example of hybrid additive manufacturing: 7th CIRP Global Web Conference «Towards shifted production value stream patterns through inference of data, models, and technology» // *Science Direct Procedia CIRP*. 2019. No 86. P. 222–227.
12. Mahdizadeh M., Zamanzade E. Goodness-of-fit testing for the Cauchy distribution with application to financial modeling, *Journal of King Saud University* // *Science*. 2019. Vol. 31. Issue 4. October. P. 1167–1174.
13. Thompson M. K., Moroni G., Vaneker T. et al. Design for additive manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints // *CIRP Annals* 2016. No 65(2). P. 737–760.
14. Wagner R., Häfner B., Lanza G. Function-oriented quality control strategies for high precision products // *Procedia CIRP*. 2018. No 75. P. 57–62.
15. Zhu Z., Dhokia V. G., Nassehi A., Newman S. T. A review of hybrid manufacturing processes – state of the art and future perspectives // *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2013. No 26(7). P. 596–615.
16. JSC Mehanicheskij zavod, Orsk. URL: <https://mz-orsk.ru>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Грызунова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансов устойчивого развития, РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва. E-mail: Gryzunova.NV@rea.ru, ORCID: 0000-0001-8582-7389

Хвостова Анастасия Александровна, аспирант второго курса, профиль подготовки: Финансы, денежное обращение и кредит. РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва. E-mail: hvostova_92@mail.ru ORCID: 0000-0002-2496-9030

Иваниук Максим Викторович, докторант кафедры финансов устойчивого развития РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Генеральный директор АО «Механический завод. E-mail: se_1_v@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya Gryzunova, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Professor of the Department of Finance for Sustainable Development, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow. E-mail: Gryzunova.NV@rea.ru ORCID: 0000-0001-8582-7389

Anastasia Khvostova, Postgraduate Student of the Second year, training profile: Finance, money circulation and credit, Plekhanov Russian University of Economics. E-mail: hvostova_92@mail.ru ORCID: 0000-0002-2496-9030

Maksim Ivanyuk, PhD Student, Department of Finance, Sustainable Development, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, General Director of JSC «Mechanical Plant», Moscow. E-mail: se_1_v@mail.ru