

УДК 658.5

© В. Г. СМЕЛОВ¹, В. А. ДОЛИНСКИЙ², В. В. КОКАРЕВА³,
И. Н. ХАЙМОВИЧ⁴, 2023

^{1,3,4} Самарский национальный исследовательский
университет им. академика С. П. Королева
(Самарский университет), Россия

² ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, Россия

⁴ Самарский университет государственного управления
«Международный институт рынка»
(Университет «МИР»), Россия

E-mail ¹: pdla_smelov@mail.ru

E-mail ²: dolinskiy.vladimir@gmail.com

E-mail ³: charming_carrot@mail.ru

E-mail ⁴: kovalek68@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ¹

Для оперативного реагирования на изменяющиеся внешние и внутренние факторы производственной системы необходимо определять ключевые показатели эффективности (КПЭ) производства. Авторами статьи разработана методика определения ключевых показателей эффективности производственной системы двигателестроительного предприятия при реализации программы инновационного развития на примере ПАО «ОДК-Кузнецов». Описаны значения трех КПЭ: производительность, комплексный показатель использования оборудования — ОЕЕ, загрузка оборудования при реализации аддитивного производства. Построена имитационная модель производственного участка комплексного типового аддитивного производства ДСЕ «Горелочное устройство» для оперативного определения данных КПЭ и выбора технико-организационных стратегий.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Организация высокотехнологичного производства промышленных ГТД с интеллектуальной системой конструкторско-технологической подготовки для повышения функциональных характеристик» (Соглашение о предоставлении гранта № 075-11-2021-042 от 24.06.2021 г.).

Ключевые слова: показатели эффективности, имитационная модель, организационно-экономические механизмы, производительность, трудоемкость, инновационное развитие.

Введение

Ключевыми целями реализации программы инновационного развития любого производственного предприятия являются: повышение производительности и конкурентоспособности выпускаемой продукции, увеличение производства и продаж инновационной продукции и др. Индикаторами организационно-технической эффективности менеджмента предприятия при реализации программы являются ключевые показатели эффективности (КПЭ) производственной системы.

Основная цель данной работы — разработать методику определения ключевых показателей эффективности производственной системы двигателестроительного предприятия, реализующего программу инновационного развития.

Для достижения поставленной цели необходимо решить основные задачи:

- определить бизнес-цели предприятия и выделить ключевые показатели эффективности;
- описать ключевые показатели эффективности при внедрении нового оборудования;
- построить имитационную модель для анализа КПЭ производственной системы высокотехнологичного производства.

Объектом для исследования выступило ПАО «ОДК-Кузнецов», предметом исследования — производственная система и организационно-экономические механизмы взаимодействия основных производственных подразделений предприятия.

Результаты исследования

Для ПАО «ОДК-Кузнецов» — предприятия, входящего в АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (далее — АО «ОДК»), — приоритетными направлениями деятельности, обеспечивающими выручку, являются: производство, ремонт и сервисное обслуживание газотурбинных двигателей, производство ракетных двигателей и опытно-конструкторские работы.

Для определения КПЭ производства ПАО «ОДК-Кузнецов» была проанализирована программа инновационного развития АО «ОДК» в части целей и показателей эффективности инновационной деятельности и развития организационно-экономических механизмов взаимодействия производственных подразделений корпорации [1].

1. Корреляция бизнес-целей и ключевых показателей эффективности

Для определения КПЭ ПАО «ОДК-Кузнецов» при реализации программы инновационного развития были выявлены следующие бизнес-цели:

- повышение производительности;
- повышение эффективности производственного процесса;
- повышение качества продукции;
- оптимизация сроков производства;
- оптимизация внутривозвратской логистики;
- увеличение прибыли;
- снижение трудоемкости.

Важным при определении КПЭ является увязка бизнес-целей с самими показателями. Например, бизнес-цель «Повышение эффективности производственного процесса» можно выразить через «Пропускная способность (производительность)», так как данный КПЭ определяет количество произведенной продукции за единицу времени на конкретном оборудовании (линии) и сопоставляет «план» – «факт» количества произведенной продукции [2].

2. Описание ключевых показателей эффективности использования технологического оборудования

Так как достижение КПЭ ПАО «ОДК-Кузнецов» реализуется по большей мере за счет развития производственных технологий и применения инновационного оборудования, то в данном проекте в первую очередь рассматриваются показатели, связанные с эффективностью работы технологического оборудования, применяемого в ключевых проектах инновационного развития АО «ОДК», ПАО «ОДК-Кузнецов».

Одним из основных КПЭ при оценке эффективности работы технологического оборудования является комплексный показатель использования оборудования – ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness), учитывающий готовность (доступность) оборудования, его эффективность (производительность) и качество продукции, выпускаемой на данном оборудовании.

ОЕЕ рассчитывается как произведение трех коэффициентов:

$$OEE = A \cdot P \cdot Q ,$$

где:

A – доступность (Availability) – учитывает потери времени из-за простоев оборудования;

P – производительность (Performance) – учитывает потери в скорости, которые включают в себя все факторы, вызывающие снижение рабочей скорости оборудования по сравнению с заданной или максимально возможной;

Q – качество (Quality) – учитывает потери в качестве, которые включают в себя производство несоответствующей стандартам продукции.

В многономенклатурном производстве, где процесс обработки деталей представлен совокупностью технологических операций, выполняемых, как правило, партиями на разных станках с ЧПУ, расчет ОЕЕ осуществляется по следующим параметрам:

– доступность, или готовность, (A) – учитывает потери на простое оборудования и определяется отношением суммарного времени обработки деталей (машинное время) к фонду времени работы оборудования:

$$A = T_{\text{маш}} / T_{\text{фонд}} ;$$

– производительность (P) – учитывает потери скорости работы оборудования, определяется отношением суммарного чистого, или идеального, (расчетного) машинного времени при изготовлении партий деталей по различным технологическим операциям к фактическому машинному времени:

$$P = \frac{\sum_{i=0}^n N_i(\text{шт}) \cdot t_{\text{маш.ид}}(\text{час})}{T_{\text{маш}}(\text{час})} ;$$

– качество (Q) – характеризует потери времени на производство бракованной продукции и исправления брака, вычисляется как отношение разности машинного времени и времени на выпуск бракованных деталей для всех технологических операций, где был обнаружен брак, и времени исправления брака к машинному времени:

$$Q = (T_{\text{маш}} - \sum_{i=0}^n T_{\text{бр}} - \sum_{i=0}^n T_{\text{испр.бр}}) / T_{\text{маш}} .$$

Для упрощения определения ОЕЕ зачастую используется только количество изготовленных деталей и идеальное (расчетное) время их изготовления:

$$OEE = \frac{\sum_{i=0}^n N_{\text{дет } i}(\text{шт}) \cdot T_{\text{ид. } i}(\text{мин})}{T_{\text{фонд}}} .$$

Для определения КПЭ «ОЕЕ» необходимо учесть следующие параметры: фактические значения машинного времени выполнения

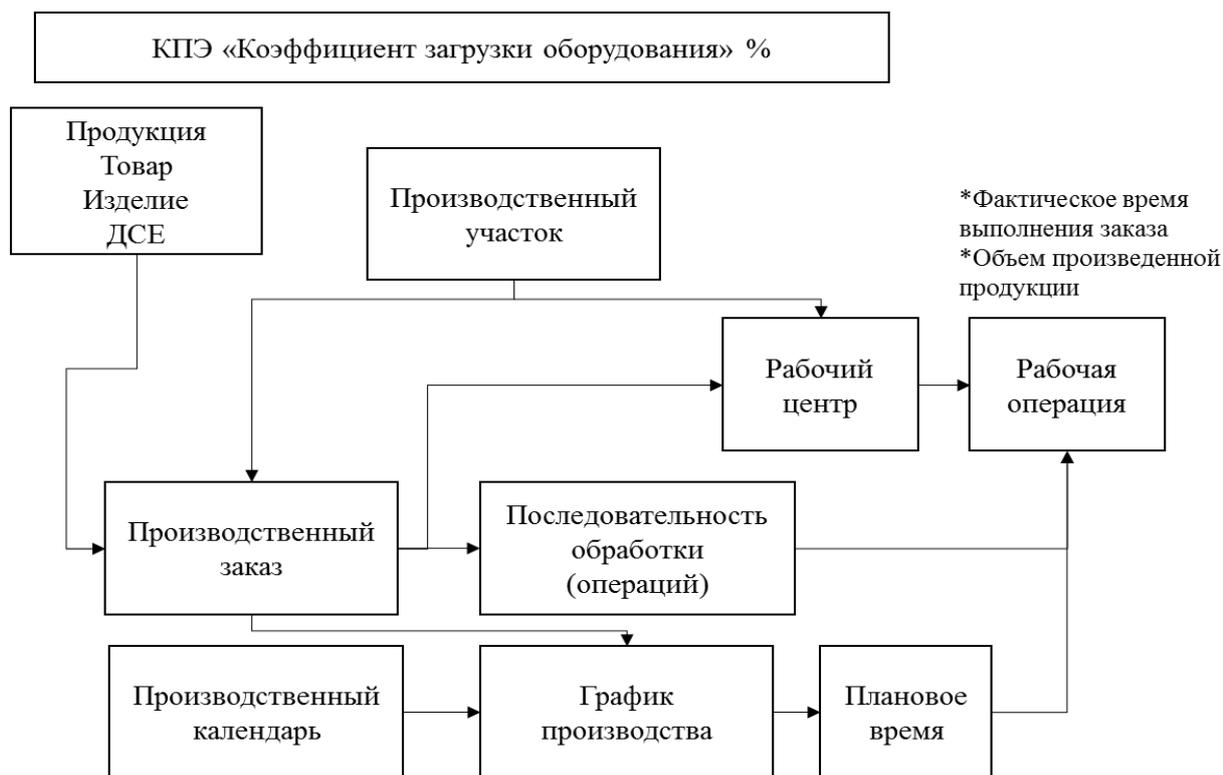


Рис. 2. Диаграмма модели действия элементов КПЭ «Коэффициент загрузки оборудования»

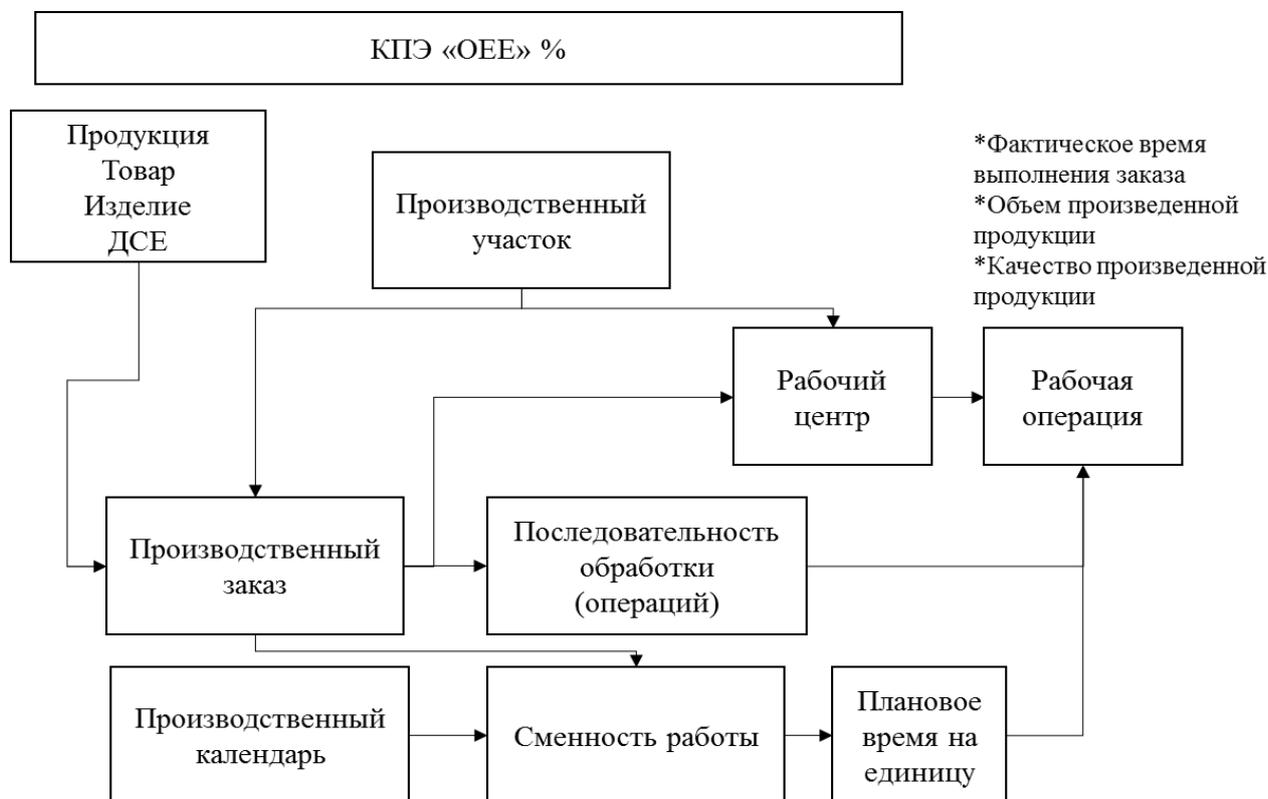


Рис. 3. Диаграмма модели действия элементов КПЭ «ОЕЕ»

3. Имитационное моделирование для анализа КПЭ производственной системы высокотехнологичного производства

Решение данной задачи рассмотрим на примере организации производственной системы при изготовлении ДСЕ «Горелочное устройство».

Для определения КПЭ (коэффициента загрузки оборудования; производительности; ОЕЕ) при организации новых производственных процессов или при реорганизации (оптимизации) производства используется имитационное моделирование. В имитационной модели производственная система рассматривается как совокупность элементарных производственных единиц, каждая из которых характеризуется: производственным оборудованием различных типов, используемыми материалами, инструментами и оснасткой, а также численностью работников.

Для организации производства ДСЕ «Горелочное устройство» была построена имитационная модель в ПО Tecnomatix Plant Simulation.

На основе технологических процессов изготовления деталей ДСЕ «Горелочное устройство» в имитационную модель были внесены следующие входные данные: штучно-калькуляционное время каждой технологической операции, мин.; количество и тип оборудования; производственная программа.

В качестве основных объектов производственной системы в имитационной модели были выбраны Source, Station (производственное оборудование), Drain.

В качестве объектов производства в имитационной модели применяются MU – Part: Part 1 – корпус, Part 2 – завихритель, Part 3 – форсунка, Part 4 – втулка форсунки.

Общий вид имитационной модели представлен на рисунке 4.

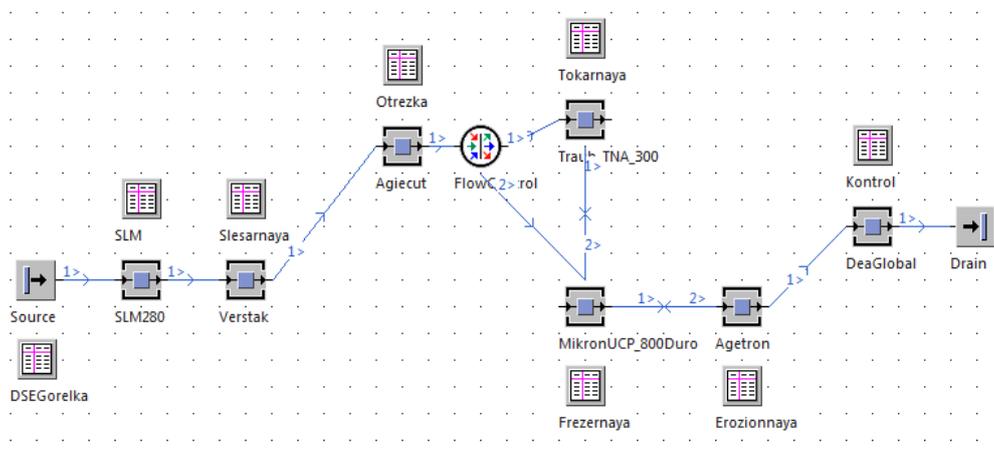


Рис. 4. Общий вид имитационной модели «как есть»

Для анализа КПЭ производственной системы используются «Статистика ресурсов» (Chart, статистический отчет), результаты работы производственного оборудования представлены на рисунке 5.

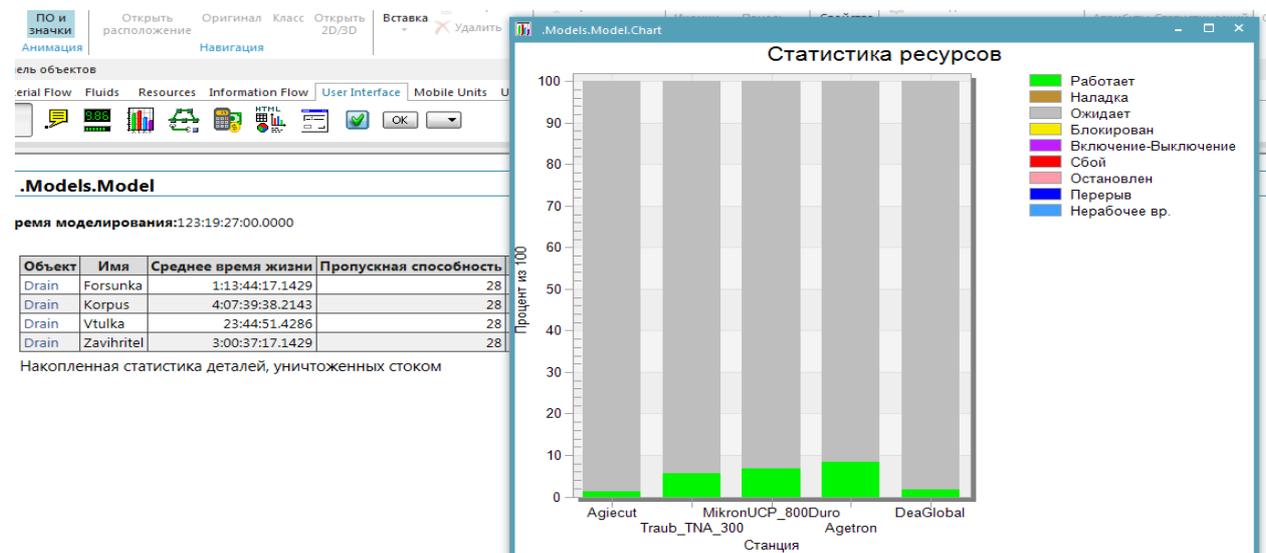


Рис. 5. Определение статистики ресурсов

Анализируя статистику ресурсов имитационной модели «как есть», можно сделать следующие выводы:

– коэффициент загрузки оборудования (определяет показатель A [доступность]):

Traub_TNA_300 – 6%,

MikronUCP_800Duro – 7%,

Agetron – 9%,

Agiecut – 2 %;

– производительность (P):

Traub_TNA_300 – 278 шт.,

MikronUCP_800Duro – 445 шт.,

Agetron – 223 шт.,

Agiecut – 112 шт.

Показатель качества (Q) принимается равным 1.

Заключение

Ключевые показатели эффективности работы инновационного оборудования и внедрения новых технологических процессов позволяют оценить, насколько эффективно с точки зрения затрат и производительности работает производственная система. В качестве основных КПЭ производственного инновационного оборудования ПАО «ОДК-Кузнецов», в частности, для реализации комплексного технологического процесса аддитивного производства ДСЕ «Горелочное устройство», в данной работе выбраны:

- 1) коэффициент загрузки оборудования – 2-9%;
- 2) производительность – 112-445 шт.;
- 3) ОЕЕ – 40%.

Данные показатели относятся к оперативным показателям эффективности предприятия и его подразделений и определяют эффективность организации производства.

Литература

1. Коренько Е. А., Колмаков Е. В., Пахомова Е. С. Система бизнес-планирования на предприятии как основа для выработки оптимальных управленческих решений // Социально-экономические явления и процессы. 2012. № 7-8. С. 85-90.

2. Серебрякова И. Ю., Мясников Д. Ю., Журухин Г. И. Бизнес-планирование в проектировании инвестиционного развития. Современные инструментари и возможности бизнес-планирования // Экономика и социум. 2014. № 1 (10). С. 733-777.

3. Медведев А. В. Концепция оптимизационно-имитационного бизнес-планирования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 1. С. 198-201.

*Статья поступила в редакцию 20.12.22 г.
Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета
канд. экон. наук М. М. Васильевым*