

## МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВИАЦИОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Петр Петрович Добров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ  
125993, г. Москва, Волоколамское ш., 4

<sup>1</sup> Аспирант кафедры «Финансовый менеджмент»  
E-mail: kdobrova@mail.ru

Поступила в редакцию: 21.05.2016      Одобрена: 06.06.2016

**Аннотация.** В статье разработаны предложения по совершенствованию систем мониторинга показателей эффективности работы оборудования на предприятиях авиационного приборостроения. Актуальность исследования обусловлена тем, что авиационно-приборостроительная промышленность Российской Федерации может сыграть роль ключевого фактора повышения конкурентоспособности национальной экономики. В настоящее время мировой авиарынок является достаточно насыщенным, конкуренция на нем ведется не между отдельными компаниями, а между авиационными державами. Роль эффективного промышленного производства в значительной степени зависит от объема, структуры, технического состояния и уровня использования основных производственных фондов. Специфика наукоемкого высокотехнологичного производства предполагает наличие определенного парка дорогостоящего и уникального оборудования; высокую степень новизны продукции, единичный или мелкосерийный тип производства, определяющий высокую себестоимость изготовления единицы продукции; высокие требования к квалификации персонала. В работе отмечено, что производственная мощность является важнейшим инструментом процесса планирования производства, который позволяет определить оптимальную сменность работы парка основного технологического оборудования и обосновать производственную программу предприятий сферы авиационного приборостроения. На основе модификации метода ОЕЕ, предложена стохастическая модель, которая позволяет отображать эффективность использования производственного потенциала высокотехнологичного предприятия сферы авиационного приборостроения в виде многомерной величины и значительно точнее идентифицировать взаимосвязи между его элементами.

**Ключевые слова:** эффективность работы оборудования, промышленные предприятия, производство на промышленных предприятиях, производственные комплексы, авиационное приборостроение.

**Для ссылки:** Добров П. П. Мониторинг показателей эффективности работы оборудования на предприятиях авиационного приборостроения // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 2. С. 208–211. doi:10.18184/2079-4665.2016.7.2.208.211

Обеспечение конкурентоспособности экономики страны на мировом рынке зависит, в первую очередь, от развития высокотехнологичных отраслей. Именно они являются ареной борьбы предприятий разных стран, где конкуренция ведется средствами, существенно влияющих на экономическое процветание стран. Авиационно-приборостроительная промышленность Российской Федерации может сыграть роль ключевого фактора повышения конкурентоспособности национальной экономики. Сейчас мировой авиарынок является достаточно насыщенным, конкуренция на нем ведется не между отдельными компаниями, а между авиационными державами. Роль эффективного промышленного производства в значительной степени зависит от объема, структуры, технического состояния и уровня использования основных производственных фондов.

Особое значение это имеет для наукоемкого высокотехнологичного производства (НВП), к которому принадлежит авиационное приборостроение. Для

выпуска продукции данной отрасли нужна концентрация значительных материальных ресурсов и высокой квалификации персонала. Специфика НВП предполагает наличие определенного парка дорогостоящего и уникального оборудования; высокую степень новизны продукции, единичный или мелкосерийный тип производства, определяющий высокую себестоимость изготовления единицы продукции; высокие требования к квалификации персонала. Наукоемкие отрасли имеют огромное значение для экономики. Это обусловлено тем, что интенсивная инновационная деятельность способствует расширению существующих и созданию новых рынков сбыта, более эффективному использованию ресурсов; высокая доля добавленной стоимости в наукоемкой продукции повышает уровень занятости и оплату труда, стимулирует темпы развития других отраслей.

В связи с этим особую актуальность приобретает проблема мониторинга и обеспечения эффективности работы оборудования авиационно-при-

боростроительных предприятий, учитывая специализацию и кооперирование производства авиационной техники.

В общем смысле термин «эффективность» применяется для определения степени достижения некоторого потенциального результата деятельности (производственной, финансовой и т.д.) за определенный период времени [1, 2]. Понятия «низкая» и «высокая» эффективность отражают допустимые и недопустимые отклонения от потенциального результата производственной деятельности предприятия, превышение которого является в принципе невозможным вследствие действия тех или иных технологических или экономических причин.

Отсюда, эффективность производства можно рассматривать по крайней мере в двух измерениях - технологическом и экономическом. Результат взаимодействия ресурсов как элементов производственного потенциала, которые определяют также физический объем выпуска продукции, формирует технологическую эффективность производства. Если производственные ресурсы используются максимально интенсивно и в полном объеме, то выпуск продукции, который соответствует таким расходам, достигает максимума. Такой максимум, характеризующий технологический аспект использования производственного потенциала, может быть нереализованным, даже если все производственные ресурсы потрачены в необходимых количествах, в результате нарушения технологии или других технических ошибок, связанных с нерациональной организацией управления предприятием. Не каждое технологически эффективное производство будет вместе с тем экономически эффективным. Экономическая эффективность производства определяется, во-первых, технологической эффективностью и, во-вторых, экономически целесообразным (сбалансированным) сочетанием запасов и потоков различных производственных ресурсов, используемых в процессе производства продукции.

Поскольку экономический оптимум подлежит изменениям, оценка эффективности использования производственного потенциала должна быть направлена, прежде всего, на определение множества прочих альтернатив, которые отражали бы технологические и экономические пределы производства на предприятии. Такое множество может быть рассчитано различными способами, включая нормативные методы, линейное программирование, производственные функции, методы определения стохастических границ производства или их комбинации [3].

Одним из наиболее распространенных в мировой практике методом исследования эффективности работы оборудования, который лег в основу ав-

томатизированной системы мониторинга, является оценка общей эффективности оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OEE), широко используемая для мониторинга сложных промышленных многоуровневых конвейерных систем [4]. Вычисление оценки по методу OEE основано на мультипликации трех параметров:  $A$  – доступности (availability),  $P$  – производительности (performance), и  $Q$  – качества (quality) работы оборудования.

$$OEE = A \times P \times Q.$$

Критерий доступности анализирует потери на остановки, включающие в себя любые внеплановые остановки, как-то: поломки и отказы оборудования, остановки из-за дефицита сырья или отсутствия места для складирования.

Критерий производительности учитывает потери в скорости, которые включают в себя все факторы, вызывающие снижение рабочей скорости оборудования по сравнению с максимально возможной (износ машин, использование некачественных материалов, неправильная подача, неэффективные действия оператора).

Критерий качества учитывает потери в качестве, которые включают в себя производство несоответствующей стандартам продукции.

Измерение параметров OEE представляет собой достаточно трудоемкий процесс, однако с их помощью менеджмент предприятия имеет возможность оперативно оценить, какие потери необходимо снизить и каким способом, чтобы повысить эффективность производства. Все вычисления должна выполнять Web-ориентированная система и автоматически формировать заявки, которые отправляются ответственным за те или иные параметры (рис. 1).

Модифицированный подход к определению уровня использования производственного потенциала предполагает, в развитие, вышеописанного метода OEE, применение моделей оптимизации производственной программы предприятия, которые можно сформулировать в терминах задачи линейного программирования:

$$\max[CX], AX \leq B, X \geq 0,$$

где  $A = (a_{ij})$  – матрица норм затрат времени работы оборудования  $i$ -го вида на выпуск единицы продукции  $j$ -го вида;

$B = (b_i)$  – вектор эффективных годовых фондов работы оборудования  $i$ -го вида;

$X = (x_j)$  – вектор потенциальных объемов выпуска продукции;

$C = (c_j)$  – вектор цен на продукцию, которую производит предприятие.



Рис. 1. Первый уровень декомпозиции надстройки к автоматизированной системе мониторинга эффективности работы оборудования на базе OEE [4]

Эффективность функционирования производственного потенциала предприятия в данном случае определяется с помощью нормативных коэффициентов, которые образуют матрицу  $A$ , и вектора фондов времени эффективной работы оборудования. Если принятый критерий максимизации выпуска продукции адекватен экономической стратегии развития предприятия, то решение приведенной задачи позволит оценить уровень эффективности использования производственного потенциала и определить пути его достижения.

Поскольку объемы производственных ресурсов являются преимущественно ограниченными, то экономический рост, в основном, определяется динамикой эффективности функционирования производственного потенциала. Если же меняются и объемы, и эффективность использования ресурсов, то результат производства является функцией двух переменных, если выделяются один ресурс и один показатель эффективности его использования, или функцией многих переменных, если рассматривается множество ресурсов, классифицированных по тем или иным признакам.

Динамику показателей эффективности использования производственного потенциала можно описать с помощью различных нелинейных функций (степенных, показательных, экспоненциальных и т.д.). Выбор того или иного вида производственной функции осуществляется на основе следующих критериев:

- функция должна быть неотрицательной и неограниченной при любых ограниченных значениях переменных;
- функция должна превращаться в ноль при отсутствии хотя бы одного из производственных ре-

сурсов (этому условию не отвечают все аддитивные и логистическая функции);

- показатели эффективности не могут быть постоянными величинами;
- необходимо учитывать свойство не только взаимозаменяемости, но и дополняемости ресурсов; при этом расходы одних ресурсов могут расти, а других, наоборот, снижаться.

Объем производства должен быть адекватным производственному потенциалу предприятия с учетом его стохастических границ, а разница между фактическим и потенциально максимальным выпуском продукции может быть смоделирована с помощью некоторого «одностороннего» распределения вероятностей. При этом обычное отклонение от установ-

ленной эффективности производственного потенциала делится на две составляющие: нормальную, вызванную внешним воздействием и погрешностями измерения, и «одностороннюю», то есть технологическую неэффективность производства. Такой подход к определению эффективности производственного потенциала, который учитывает стохастические пределы производства, может быть применен в отношении предприятий, которые выпускают как однородную, так и многономенклатурную продукцию.

Как отмечено выше, производственная мощность является важнейшим инструментом процесса планирования производства, который позволяет определить оптимальную сменность работы парка основного технологического оборудования, выявить внутрипроизводственные резервы производственных площадей и трудовых ресурсов, разработать план организационно-технических мероприятий по уменьшению «узких мест» взаимосвязанных структурных подразделений, обосновать производственную программу, необходимость расширения кооперации и специализации производства предприятий сферы авиационного приборостроения.

Эффективность функционирования отдельных промышленных предприятий и отраслей до сих пор оцениваются, как правило, с помощью широко известных нормативных методов. Однако динамическое развитие на инновационных принципах экономики России в целом и, в частности, отрасли авиационного приборостроения требует существенного усовершенствования и дополнения существующих нормативных методов определения эффективности. Одним из альтернативных подходов к измерению эффективности является приведенный метод оценивания стохастических границ производства и себестоимости продукции, предназначенный для мониторинга ре-

альной эффективности производственного потенциала авиационно-приборостроительного предприятия в контексте двух его основных составляющих – технологической и экономической. Предложенный метод позволяет отображать эффективность использования производственного потенциала предприятия в виде многомерной величины и значительно точнее идентифицировать взаимосвязи между его элементами.

#### Список литературы

1. Портер М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей конкурентов. М.: Альпина Паблшер, 2014. 453 с.
2. Экономическая стратегия фирмы / под ред. Градова А.Г. СПб.: Спец. лит., 2000. 589 с.
3. Клейнер Г.Б. Производственные функции. Теория, методы, применения. М.: Финансы и статистика, 1986. 211 с.
4. Рабунец П. Общая эффективность оборудования. М.: ИКСИ, 2007. 120 с.
5. Волос А.В. Модель системы мониторинга показателей эффективности работы оборудования / А.В. Волос, М.С. Герасимова, Е.А. Гольцова, М.Г. Крашенинников // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». Томск, 25–27 ноября 2015.
6. Ищук С.А. Методы определения эффективности производственного потенциала промышленных предприятий // Труды Одесского политехнического университета. 2004. Вып. 2(22).

M.I.R. (Modernization. Innovation. Research)

ISSN 2411-796X (Online)

ISSN 2079-4665 (Print)

MODERNIZATION

## MONITORING OF THE PERFORMANCE EFFICIENCY OF THE EQUIPMENT AT THE ENTERPRISES OF AVIATION INSTRUMENTATION

Petr Dobrov

#### Abstract

*The article elaborates the proposals to improve the systems for monitoring performance of the equipment at the enterprises of aviation instrument. The relevance of the study due to the fact that the aviation instrument-making industry of the Russian Federation can play a role as a key factor in enhancing the competitiveness of the national economy. Currently, the global aviation market is fairly saturated, it competition is not between individual companies and between the aviation powers. The role of an efficient industrial production is largely dependent on the amount, structure, technical condition and the level of utilization of fixed assets. Specificity of high-tech high-tech production presupposes the existence of a specific fleet of expensive and unique equipment; a high degree of novelty products, single or small-scale type of production that determines the high cost of production of a unit of production; high demands on the staff. The paper noted that the production capacity is an essential tool for production planning process, which allows to determine the optimal work shifts Park main technological equipment and production program to justify the enterprises of sphere of aviation instrument. On the basis of the modification of OEE method, a stochastic model is proposed, which allows to display the efficiency of the productive capacity of the high-tech enterprises of sphere of aviation instrument in the form of multi-dimensional size and much more accurately identify the relationship between its elements.*

**Keywords:** the efficiency of the equipment, industrial plants, production of industrial plants, manufacturing facilities, aircraft instrumentation.

**Correspondence:** Dobrov Petr P., Moscow Aviation Institute (National Research University) (4, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125993), Russian Federation, kdobrova@mail.ru

**Reference:** Dobrov P. P. Monitoring of the performance efficiency of the equipment at the enterprises of aviation instrumentation. M.I.R. (Modernization. Innovation. Research), 2016, vol. 7, no. 2, pp. 208–211. doi: 10.18184/2079-4665.2016.7.2.208.211

#### References

1. Porter M. Konkurentnaja strategija. Metodika analiza otraslej konkurentov. M.: Al'pina Pablisher, 2014. 453 p.
2. Jekonomicheskaja strategija firmy / Pod red. Gradova A.G. SPb.: Spec. lit., 2000. 589 p.
3. Klejner G.B. Proizvodstvennye funkcii. Teorija, metody, primeneniya. M.: Finansy i statistika, 1986. 211 p.
4. Rabunec P. Obshhaja jeffektivnost' oborudovaniya. M.: IKSИ, 2007. 120 p.
5. Volos A.V. Model' sistemy monitoringa pokazatelej jeffektivnosti raboty oborudovaniya / A.V. Volos, M.S. Gerasimova, E.A. Gol'cova, M.G. Krashennnikov // Materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Jelektronnye sredstva i sistemy upravleniya", Tomsk, 25–27 nojabrja 2015.
6. Ishhuk S.A. Metody opredeleniya jeffektivnosti proizvodstvennogo potentsiala promyshlennyh predpriyatij. Trudy Odesskogo politehnicheskogo universiteta, 2004, vyp. 2 (22).