

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

Жемердеев О.В.^{*}, Кондратенко А.Н.^{**}

НПО «Техномаш»,
3-й проезд Марьиной Рощи, 40, Москва, 127018, Россия

^{*} e-mail: O.Zhemerdeev@tmnpo.ru

^{**} e-mail: A.Kondratenko@tmnpo.ru

Статья поступила в редакцию 29.11.2018

Разработан новый метод оценки состояния технического потенциала предприятий, исключающий неоднозначность определения комплексного показателя технического уровня производства при обобщении количественных показателей для его получения. В целях определения технического уровня существующая классификация оборудования дополнена с учетом чистых зон и помещений, что позволило распространить область применимости разработанного метода на предприятия приборостроения, производства электронных компонентов, оптических элементов, а также сборочных производств машиностроительной продукции. Разработанный метод расчета основывается на использовании двух факторов производства – труда и капитала и не предполагает использование больших массивов разнородных исходных данных.

Ключевые слова: технический потенциал, основные производственные фонды, технический уровень производства, чистые зоны и помещения, предельная норма технического замещения, метод вероятностных моделей, лог-нормальное распределение, распределение Вейбулла.

Введение

Роль производственно-технологического потенциала предприятий авиационной промышленности и оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации в обеспечении конкурентоспособности создаваемой техники исследовалась в работах [1–5].

Важнейшей составляющей производственно-технологического потенциала является технический потенциал. Носителем технического потенциала предприятия являются его технические ресурсы, т. е. средства производства (машины, оборудование и пр.). Технологии в основном уже заложены в имеющемся на предприятии оборудовании и являются его неотъемлемой частью. Технологические ресурсы могут выделяться отдельно в случае создания нематериальных активов как результат разработки технологий изготовления продукции, выполнения работ [1]. В научной литературе понятие «технический потенциал» встречается значительно чаще, чем «технологический потенциал».

Главными показателями, характеризующими технический потенциал предприятия, являются технический уровень (ТУ) производства, определяемый ТУ ведущих элементов основных производственных фондов (ОПФ), и реальный износ элементов ОПФ (И). Степень износа элементов нередко трактуется как показатель ТУ производства. Вместе с тем, универсальный метод оценки ТУ производства отсутствует.

В настоящее время используются такие критерии, как количество технологий, применяемых в производстве [6], и различные количественные показатели в теории комплексного технико-экономического анализа производственной деятельности и квалиметрии [7–11].

При всей полезности применяемых методов (методик) необходимо отметить следующее:

– критерий «количество технологий» не отражает степень полезности каждой технологии и простоту ее использования;

– обобщение различных количественных показателей в теории комплексного технико-эконо-

мического анализа производственной деятельности затруднено в связи с неопределенностью весов (степени значимости) показателей при получении комплексного показателя ТУ производства;

– для получения обобщенной оценки ТУ производства в квалиметрии в большинстве случаев используются знания экспертов, что уменьшает надежность итоговых результатов.

Мнозначность, многомерность и качественное различие показателей является серьезным препятствием для получения обобщенной оценки технического уровня производства.

Основная часть

В настоящей работе продолжают своё развитие положения, сформулированные авторами статьи в тезисах [12].

Для определения ТУ предложенная в [13] классификация оборудования дополнена учетом чистых зон и помещений (ЧЗП), модульных или встроенных в существующие строительные конструкции, соответствующих определенному классу чистоты в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002 [14].

Предлагаемая модифицированная классификация элементов (оборудования и ЧЗП) по степени возрастания ТУ (l):

$l = 1 \leftrightarrow$ оборудование с ручным управлением;

$l = 2 \leftrightarrow$ простое оборудование частично механизированное;

$l = 3 \leftrightarrow$ простое оборудование полностью механизированное;

$l = 4 \leftrightarrow$ оборудование частично автоматизированное;

$l = 5 \leftrightarrow$ оборудование полностью автоматизированное и ЧЗП 8-го класса чистоты;

$l = 6 \leftrightarrow$ оборудование, автоматизированное с программным управлением и ЧЗП 7-го класса чистоты;

$l = 7 \leftrightarrow$ гибкие автоматизированные и программируемые системы и ЧЗП 6-го и выше класса чистоты.

Применительно к технологическому оборудованию и ЧЗП основные термины и определения представлены в [14–16]. Учет ЧЗП особенно актуален при определении ТУ предприятий приборостроения, производства электронных компонентов и оптических элементов, а также некоторых сборочных производств машиностроительной продукции, в том числе сборки космических аппаратов. В единичном, мелко- и среднесерийном производстве, в том числе в ракетно-космической и авиационной промышленности, ЧЗП чистоты

выше 6-го класса встречаются редко – такие ЧЗП необходимы в основном в производстве интегральных микросхем, фармацевтическом производстве, которые в настоящей работе не рассматриваются. Далее термин «оборудование» применяется также к ЧЗП.

Для определения коэффициента ТУ производства на предприятии $K_{\text{ТУ}}$ предлагаются выражения:

$$K_{\text{ТУ}} = \sum_{l=1}^7 w_l l; \quad (1)$$

$$w_l = \frac{\sum_{k=1}^{n_l} C_{lk}}{\sum_{l=1}^7 \sum_{k=1}^{n_l} C_{lk}}, \quad (2)$$

где C_{lk} – полная учетная стоимость единицы оборудования с номером k , имеющего ТУ равный l (n_l – количество единиц оборудования, имеющих ТУ l), приведенная к ценам текущего года с использованием индексов-дефляторов Минэкономразвития (МЭР) «Инвестиции в основной капитал». Сумма весовых коэффициентов w_l равна 1. Сумма по k в формуле (2) равна полной учетной стоимости всех единиц оборудования, имеющих ТУ, равный l , приведенной к ценам текущего года. Стоимость ЧЗП, встроенных в существующие строительные конструкции, определяется исходя из стоимости ЧЗП-аналогов, представляющих модульные конструкции.

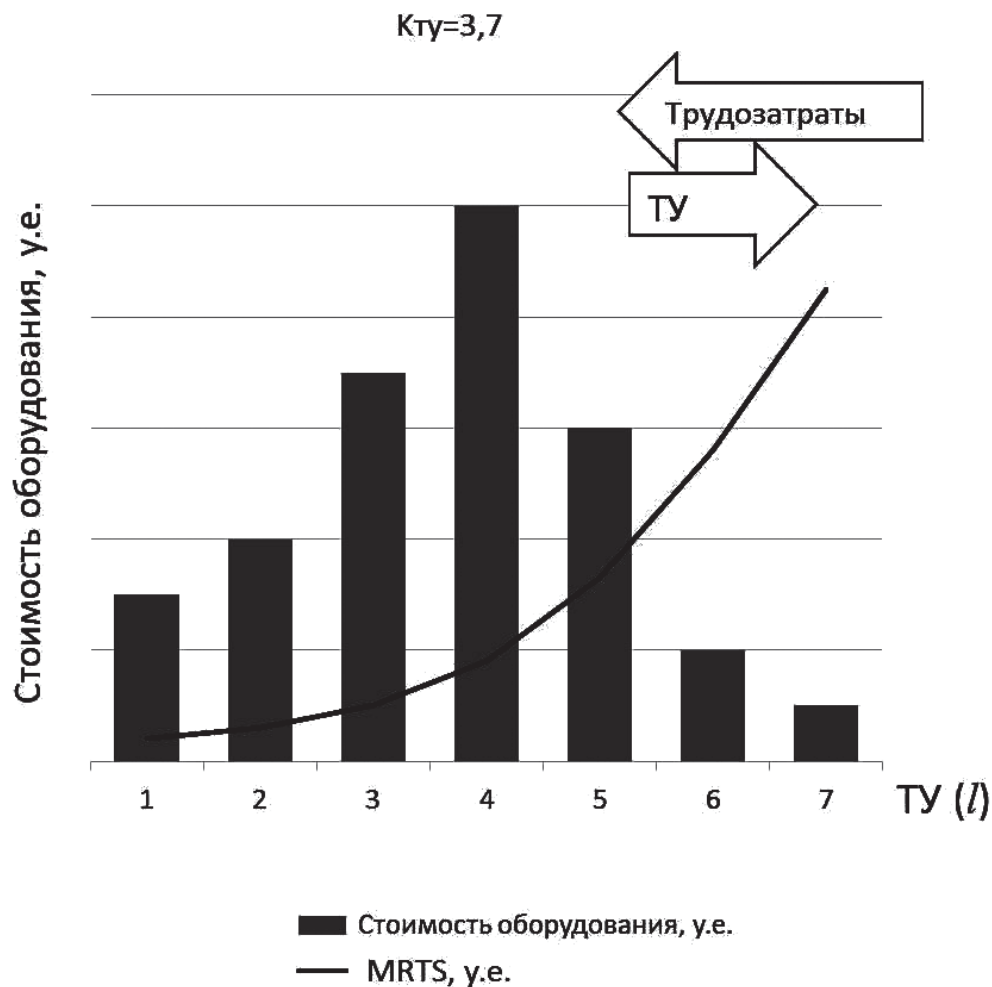
В качестве комментариев к формуле (1) следует отметить:

1. Слагаемые с большими l соответствуют группам оборудования, на котором проведение технологических процессов требует меньших затрат. По мере возрастания ТУ (l) происходит замещение одного фактора производства – труда другим фактором производства – капиталом. Обновление технического потенциала в целом связано с задачей рационального выбора (оптимизации). С одной стороны, повышающиеся требования к качеству изделий в конкурентной среде стимулируют производителей изделий повышать $K_{\text{ТУ}}$, приобретая технологическое оборудование более высокого ТУ (l), которое требует увеличивающихся, по мере возрастания l , капиталовложений для приобретения единицы оборудования. С другой стороны, в соответствии с законом убывающей предельной нормы технического замещения (MRTS), по мере замещения труда капиталом, с возрастанием l процесс замещения становится более трудным – для поддержания объема произ-

водства требуется более возрастающий объем замещающего фактора (капитала), и это приводит к значительному ограничению или даже отказу от закупки оборудования с высоким ТУ l , что особенно актуально для единичного, мелко- и среднесерийного производства (см. рисунок).

оборудования, которое применяется для проведения наиболее ответственных технологических операций и имеет, как правило, более высокую стоимость, чем остальное оборудование.

4. При производстве однородной продукции в условиях рыночного ценообразования очевидна



Динамика стоимости оборудования и предельной нормы технического замещения в зависимости от технического уровня оборудования

По аналогии с формулой (1) можно определить ТУ отдельного технологического передела.

2. Применение индексов-дефляторов МЭР в формуле (1) учитывает инфляционные процессы. Следует отметить, что в ценах соответствующих лет доля оборудования со сроком эксплуатации до 10 лет (средний срок полезного использования) в ракетно-космической промышленности составляет более 80%, а с учетом инфляционных процессов (в ценах 2018 года) — приблизительно 50%.

3. Использование весовых коэффициентов (2), зависящих от стоимости оборудования, обусловлено наибольшим влиянием на качество изготавливаемых изделий группы высокотехнологичного

взаимосвязь (корреляция): коэффициент ТУ производства ↔ фондовооруженность ↔ производительность труда. Увеличение $K_{\text{ТУ}}$, вызванное ростом доли высокотехнологичного, прогрессивного оборудования, сокращающего трудозатраты, приводит к увеличению фондовооруженности и, как следствие, к повышению производительности труда.

5. Увеличение коэффициента ТУ производства может быть достигнуто не только в результате приобретения прогрессивного оборудования, но и оптимизацией количественного и качественного состава оборудования.

Транзитивный коэффициент ТУ производства является дополнительным инструментом проведения мониторинга ТУ производства и рассчитывается по формуле (1) с весовыми коэффициентами

$$w_l = \frac{\sum_{k=1}^{n_l} [C_{lk}(1 - I_{lk})]}{\sum_{l=1}^7 \sum_{k=1}^{n_l} [C_{lk}(1 - I_{lk})]}, \quad (3)$$

где I_{lk} – реальный износ соответствующей единицы оборудования.

Реальный износ всего оборудования на предприятии рассчитывается по формуле

$$I = \frac{\sum_{l=1}^7 \sum_{k=1}^{n_l} C_{lk} I_{lk}}{\sum_{l=1}^7 \sum_{k=1}^{n_l} C_{lk}}.$$

Для определения I_{lk} наиболее предпочтительным представляется использование метода вероятностных моделей на основе логнормального распределения или распределения Вейбулла [17–20]. Для прогнозирования оценки срока службы оборудования наиболее часто применяют распределение Вейбулла [18–20].

Поскольку весовой коэффициент (3) учитывает износ оборудования, транзитивный коэффициент ТУ производства позволяет «предвидеть» изменение $K_{ТУ}$, обусловленное последующим выбытием оборудования вследствие реального износа.

Выводы

Основным достоинством предложенного метода оценки состояния технического потенциала является определенность весовых коэффициентов ТУ l при расчете комплексного показателя – коэффициента ТУ производства.

Предложенные показатели характеризуют качественное состояние технического потенциала. Для установления возможностей предприятия по выпуску продукции требуется оценка как качественного, так и количественного состава оборудования. Настоящий метод достаточно прост для использования, основан на доступных входных данных и позволяет, используя динамику представленных показателей, мониторить и прогнозировать состояние технического потенциала предприятий различных типов производства в зависимости от капитальных вложений.

Библиографический список

1. *Родригес Пендас А.А.* Современные подходы к определению производственно-технологического потенциала предприятия оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации // Вопросы управления. 2017. № 3(46). С. 166-173.
2. *Вучкович А.А., Гаврилова И.С., Цаи И.В.* Экономический механизм развития производственного и кадрового потенциала предприятий авиастроения в современных финансовых условиях // Вестник Московского авиационного института. 2010. Т. 17. № 5. С. 236-244.
3. *Тихонов А.И.* Модель комплексной реализации концепции импортозамещения в инновационной среде (на примере авиационного двигателестроения) // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. № 3. С. 146-153.
4. *Ганжеля Н.С., Ефимов Д.А., Мирзоев Э.Г.* Формирование интегрированных производственных структур на основе их технического перевооружения на предприятиях авиастроения // Вестник Московского авиационного института. 2009. Т. 16. № 4. С. 107-112.
5. *Иванисов В.Ю.* Новая организационно-экономическая концепция договорной системы управления разработками. Постановка проблемы // Вестник Московского авиационного института. 2014. Т. 21. № 3. С. 178-184.
6. *Сагиева Г.С.* Технологический уровень производства российских организаций // Экономика, Статистика и Информатика. Вестник УМО. 2015. №5. С. 72-77.
7. *Грибанова О.А.* Оценка технического уровня промышленного производства // Проблемы развития территории. 2014. № 4(72). С. 25-33.
8. *Рахмилевич Е.Г., Черемисин Д.А., Новиков П.П., Шепелева В.Ю., Уразова Т.А., Фonusев В.Г., Чернодод И.И.* Методическое обеспечение проведения технологического аудита (технологического обследования) на предприятиях РКП // Вестник «НПО «Техномаш». 2018. №6. С. 41-44.
9. *Кузнецов С.И.* Совершенствование анализа организационно-технического уровня производства на предприятиях различных форм собственности // Вопросы экономики и управления. 2009. № 35(164). С. 7-14.
10. *Азгальдов Г.Г.* Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). — М.: Экономика, 1982. — 256 с.
11. *Кузин А.И.* Методика оценки промышленно-производственного потенциала и степени готовности предприятий к реализации производственной программы // Вестник «НПО «Техномаш». 2018. №5. С. 4-5.
12. *Жемердеев О.В., Кондратенко А.Н.* Определение состояния технического потенциала предприятий на основе модифицированной модели факторов производства // 17-я Международная конференция «Авиа-

- ция и космонавтика – 2018» (19–23 ноября 2018, Москва): Тезисы. – М.: Люксор, 2018. С. 608-609.
13. Ришар Ж. Аудит и анализ хозяйственной деятельности предприятия / Пер. с франц.; Под ред. Л.П. Белых. – М.: Аудит, 1997. – 375 с.
 14. ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. – М.: Стандартинформ, 2010. – 36 с.
 15. ГОСТ 23004-78. Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 25 с.
 16. Уайт В. (ред.) Проектирование чистых помещений. – 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Клинрум, 2004. – 360 с.
 17. Лейфер Л.А., Кашиникова П.М. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2008. № 1(76). С. 66-79.
 18. Смоляк С.А. О вероятностных моделях для оценки остаточного срока службы и износа машин и оборудования // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. № 2(185). С. 75-87.
 19. Touama H. Statistical Models and Parametric Methods to Estimate the Reliability and Hasard Rate Function of Weibull Distribution // European Journal of Business and Management. 2014. Vol. 6. No. 38, pp. 96-103.
 20. Melchor-Hernández C.L, Rivas-Dávalos F., Maximov S., Coria V., Moreno-Goytia E.L. An analytical method to estimate the Weibull parameters for assessing the mean life of power equipment // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. 2015. Vol. 64, pp. 1081-1087.

METHODS FOR DETERMINING TECHNICAL POTENTIAL STATE OF THE ENTERPRISES BASED ON A MODIFIED MODEL OF FACTORS OF PRODUCTION

Zhemerdeev O.V.* , Kondratenko A.N.**

*NPO "Technomash",
40, 3rd proezd Mar'inoi Roshchi, Moscow, 127018, Russia*

** e-mail: O.Zhemerdeev@tmnpo.ru*

*** e-mail: A.Kondratenko@tmnpo.ru*

Abstract

The core indicators, characterizing the enterprise technological capacity are technical level of production (TL), identified by the technical level of the leading elements of the fixed productive assets (FPA), and wear-out (W). The existing equipment classification is expanded with account for clean zones and premises (CZ&P). Each FPA element group in the classification is associated with the TL (l), adopting values from 1 to 7. Accounting for CZ&P is especially relevant while determining the TL of an instrument making enterprises, production of electronic components and optical elements, as well as some assembling industries of machine building.

Basic coefficient of the technical level of production at the enterprise is defined as a weighted average value (l). Weighting factors calculation is performed employing gross book (replacement) value of the group elements adduced to the prices of the current year, using deflator indexes of the Ministry of Economic Development "Fixed Investments". The

calculating formula is based on the effect of labor efforts decrease with the technical level (l) growth, and weighting factor considers the accomplished capital investments has been made. The TL coefficient for particular production method (technological limit) is defined similarly.

The transitive coefficient of production TL is an extra tool for monitoring and prediction of the technical level of production. Its calculation is similar to the of the calculation of the basic coefficient technical level of production. With this, while weighting coefficients computing, besides the gross book (replacement) value of the group elements the real wear-out of FPA elements is considered. To determine the real wear-put of the elements it is most preferable to employ the probability models approach based on lognormal distribution. The TL transitive coefficient presents interest for the basic TL coefficient trend forming due to the FPA elements disposal. Actual wear-out (W) is determined as a weighted average value of actual wear of FPA elements.

The developed method is based on an accessible input data, and the proposed variables of technological capacity are “tied” with the capital investments.

Keywords: technical potential, fixed assets, technical level of production, clean zones and premises, marginal rate of technical substitution, probabilistic models method, lognormal distribution, Weibull distribution.

References

- Rodrigues Pendas A.A. *Voprosy upravleniya*, 2017, no. 3(46), pp. 166-173.
- Vuchkovich A.A., Gavrilova I.S., Tsal I.V. Economic mechanism of development of the productive capacity of the aircraft manufacturers and companies in today's financial environment. *Aerospace MAI Journal*, 2010, vol. 17, no. 5, pp. 236-244.
- Tikhonov A.I. Model of complex realization of the concept of import substitution in innovative environment (by the example of aviation engine building). *Aerospace MAI Journal*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 146-153.
- Ganzhela N.S., Efimov D.A., Mirzoyev E.G. Building of integrated production structures for aircraft industry enterprises basing on their reequipment. *Aerospace MAI Journal*, 2009, vol. 16, no. 4, pp. 107-112.
- Ivanisov V.Yu. New organizational-economic concept of research and development management problem statement. *Aerospace MAI Journal*, 2014, vol. 21, no. 3, pp. 178-184.
- Sagieva G.S. *Ekonomika, Statistika i Informatika. Vestnik UMO*, 2015, no. 5, pp. 72-77.
- Gribanova O.A. *Problemy razvitiya territorii*, 2014, no. 4(72), pp. 25-33.
- Rakhmilevich E.G., Cheremisin D.A., Novikov P.P., Shepeleva V.Yu., Urazova T.A., Fonusev V.G., Chernoded I.I. *Vestnik “NPO “Tekhnomash”*, 2018, no. 6, pp. 41-44.
- Kuznetsov S.I. *Voprosy ekonomiki i upravleniya*, 2009, no. 35(164), pp. 7-14.
- Azgal'dov G.G. *Teoriya i praktika otsenki kachestva tovarov <osnovy kvalimetrii>* (Theory and practice of quality assessment of goods <basics of qualimetry>), Moscow, Ekonomika, 1982, 256 p.
- Kuzin A.I. *Vestnik “NPO “Tekhnomash”*, 2018, no. 5, pp. 4-5.
- Zhemerdeev O.V., Kondratenko A.N. *Materialy 17 Mezhdunarodnoi konferentsii “Aviatsiya i kosmonavtika – 2018” (19–23 November 2018, Moscow)*, Moscow, Lyuksor, 2018, pp. 608-609.
- Rishar Zh. *Audit i analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti predpriyatiya* (Auditing and analysis of economic activity of the enterprise), Moscow, Audit, 1997, 375 p.
- Chistye pomeshcheniya i svyazannye s nimi kontroliruemye sredy. GOST R ISO 14644-4-2002. Chast' 4. Proektirovanie, stroitel'stvo i vvod v ekspluatatsiyu* (Clean premises and associated controlled environments. State Standard R ISO 14644-4-2002. Part 4 “Design, construction and commissioning”), Moscow, Standarty, 2010, 36 p.
- Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v mashinostroenii i priborostroenii. Osnovnye terminy, opredeleniya i oboznacheniya. GOST 23004-78* (Mechanization and automation of technological processes in mechanical engineering and instrument engineering. Basic terms, definitions and designations. State Standard 23004-78), Moscow, Standarty, 1978, 25 p.
- Whyte W. (editor). *Cleanroom Design*. John Wiley & Sons Ltd., 2000, 322 p.
- Leifer L.A., Kashnikova P.M. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii*, 2008, no. 1(76), pp. 66-79.
- Smolyak S.A. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii*, 2017, no. 2(185), pp. 75-87.
- Touama H. Statistical Models and Parametric Methods to Estimate the Reliability and Hasard Rate Function of Weibull Distribution. *European Journal of Business and Management*, 2014, vol. 6, no. 38, pp. 96-103.
- Melchor-Hernández C.L, Rivas-Dávalos F., Maximov S., Coria V., Moreno-Goytia E.L. An analytical method to estimate the Weibull parameters for assessing the mean life of power equipment. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 2015, vol. 64, pp. 1081-1087.