

УДК 658.512

doi: 10.18698/0536-1044-2020-12-16-25

Метод оценки производственной технологичности изделий на основе применения семантических моделей в условиях цифрового производства

С.Н. Григорьев¹, В.А. Долгов², Е.Г. Рахмилевич³

¹ ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

² ООО «Фабрика Цифровых Систем»

³ ФГУП «НПО «Техномаш»

A Method for Assessing Manufacturability of Products Using Semantic Models in Digital Manufacturing

S.N. Grigoriev¹, V.A. Dolgov², E.G. Rakhmievich³

¹ Moscow State University of Technology STANKIN

² ООО Digital Systems Factory

³ Research and Production Association Tekhnomash

Эффективность машиностроительного производства во многом определяется сроками освоения новых видов наукоемкой продукции и ее модификаций. В этих условиях решающее значение имеют сроки оценки производственной технологичности изделий при планировании их производства на потенциальных предприятиях-изготовителях. Оценка производственной технологичности изделия на различных предприятиях-изготовителях, требующая обработки значительного количества информации, является очень трудоемким процессом. Эффективно решить эту задачу можно путем автоматизации. Для повышения автоматизации оценки технологичности разработан метод, основанный на трехэтапном алгоритме анализа обеспеченности выполнения конструкторско-технологических решений изготовления изделий производственно-технологическими возможностями предприятия. Предложенный алгоритм позволяет поэтапно выявлять конструктивно-технологические проблемы изготовления изделия на рассматриваемом предприятии, формировать возможные варианты их решения при совместном управлении конфигурацией изделия и производственной системой предприятия. Также метод обеспечит определение и исключение из дальнейшего анализа предприятий, требующих неприемлемых инвестиций для подготовки и освоения производства изделия или его компонентов. Это существенно повысит сроки освоения новых видов наукоемкой продукции и ее модификаций.

Ключевые слова: производственно-технологические возможности, конструктивно-технологические решения, оценка производственной технологичности, информационная модель

The efficiency of machine-building production is largely determined by the development time of new types of high-tech products and their modifications. In these conditions, the time of evaluating product manufacturability at the manufacturing planning stage is crucial. As this evaluation requires processing a substantial amount of information, the process becomes very time consuming. This problem can be resolved through automation. To increase automation of the manufacturability assessment, a method based on a three-stage algorithm

for analyzing the availability of design and technological solutions with the production and technological capabilities of the enterprise is developed. The proposed algorithm allows step-by-step identification of structural and technological problems of product manufacturing at a specific enterprise and creation of possible solutions while simultaneously managing modifications of the product and the production system of the enterprise. The method can also be used for identification and exclusion from further analysis of enterprises that require vast investments to prepare and master manufacturing of a product or its components. This will significantly shorten the development time of new types of high-tech products and their modifications.

Keywords: production and technological capabilities, design and technological solutions, manufacturability assessment, information model

Современный рынок машиностроительной продукции предъявляет жесткие требования к сокращению сроков освоения ее новых видов и их модификаций.

В этих условиях решающее значение играет эффективность оценки производственной технологичности изделий при планировании их производства на потенциальных предприятиях-изготовителях.

Цель работы — создать алгоритм оценки производственной технологичности, предназначенный для использования в автоматизированных системах в условиях цифрового производства.

Для обеспечения заданного уровня производственной технологичности необходимо выбрать предприятие-изготовитель, производственно-технологические возможности (ПТВ) которого требуют минимальных инвестиций для подготовки и освоения производства изделия с заданными значениями себестоимости и производительности [1–3].

Дальнейшая отработка производственной технологичности осуществляется на основе совместного управления конфигурацией производственной системы выбранного предприятия-изготовителя и конфигурацией изделия.

Создание цифровых двойников машиностроительных предприятий открывает широкие возможности для развития и практической реализации методов оценки технологичности изделий, основанных на наличии большого объема достоверных связанных данных, а также на формализованных алгоритмах [2, 4, 5].

Согласно ГОСТ Р 58124–2018, выбор предприятия-изготовителя осуществляется на основании оценки производственной технологичности изделия, проводимой путем сопоставления конструктивно-технологических решений (КТР) изготовления изделия с ПТВ потенциальных предприятий-изготовителей.

Практическая реализация этого метода, требующая наличия большой информационной базы и ее обработки в автоматическом режиме, возможна в условиях цифрового производства. Для эффективного применения предложенного метода необходима разработка соответствующих видов обеспечения, прежде всего методического, информационного и программного [1, 6–9].

Для реализации метода оценки производственной технологичности разработан алгоритм, основанный на выявлении и дальнейшем анализе конструктивно-технологических проблем (КТП).

Под конструкторско-технологической проблемой понимают требующее разрешения несоответствие между существующими ПТВ предприятия и необходимыми КТР для обеспечения реализации заданных тактико-технических характеристик изделия.

Таким образом, одной из основных задач, решаемых при анализе производственной технологичности изделия, является выявление КТР, которые не могут быть обеспечены ПТВ предприятия.

Формируемые при этом КТП предложено подразделить на четыре группы (рис. 1) [1].

Группы КТП I и II определяют технологическую возможность изготовления изделия на рассматриваемом предприятии-изготовителе. Группы КТП III и IV базируются на организационно-технологической возможности производства изделия (как собственными ресурсами, так и с привлечением внешних) и определяют показатели эффективности производственного процесса.

Предложенный алгоритм основан на поэтапной оценке производственной технологичности изделия и принятии решения о целесообразности его изготовления на рассматриваемом предприятии [2].



Рис. 1. Группы КТП при оценке производственной технологичности изделий на различных предприятиях-изготовителях

На первом этапе оценки производственной технологичности изделия выявляются КТП группы I, которые во многом определяют его производственную технологичность. Предложения для решения КТП группы I являются наиболее затратными и предполагают изменения конфигурации производственной системы предприятия и/или конфигурации изделия.

Изменения конфигурации производственной системы предприятия могут включать в себя создание новых методов обработки, формообразования, сборки и контроля, а также формирование территориально-распределенной конфигурации производственной системы, в состав которой могут входить и внешние предприятия. В случае неприемлемых затрат для решения КТП этой группы дальнейшую оценку технологичности изделия не проводят и предприятие исключают из рассмотрения [3, 10–12].

На втором этапе оценки производственной технологичности изделия определяются КТП группы II, решения которых являются менее затратными. На этом этапе также предполагается анализ целесообразности изменения конфигурации производственной системы и/или конфигурации изделия, но в рамках изменения технических возможностей рабочих мест (РМ).

Территориально распределенная конфигурация производственной системы предприятия практически не меняется. Решения выявленных КТП группы II также могут требовать

существенных инвестиций в производственную систему и/или изменения конфигурации изделия. Поэтому если такие инвестиции и изменения конфигурации изделия будут признаны неприемлемыми, то предприятие также исключается из дальнейшего рассмотрения [4, 6, 13–15].

Таким образом, для предприятий, прошедших первые два этапа, определены основные решения по обеспечению организационно-технологической возможности реализации КТР изготовления изделия.

На третьем этапе оценки производственной технологичности изделия выявляются КТП групп III и IV, определяющие показатели эффективности производственного процесса его изготовления.

Выявление КТП на первом и втором этапах проводится с использованием информационных баз ПТВ предприятия и КТР изготовления изделия. Для выявления КТП на третьем этапе дополнительно потребуется определить значения трудоемкости и себестоимости производства изделия на рассматриваемом предприятии, продолжительности технологического и производственного циклов производственной программы, а также доступные производственные мощности, которые могут быть задействованы для выполнения программы выпуска этого изделия [16].

Ограничения по необходимым производственным ресурсам следует рассматривать как переменные требования, определяемые в соот-

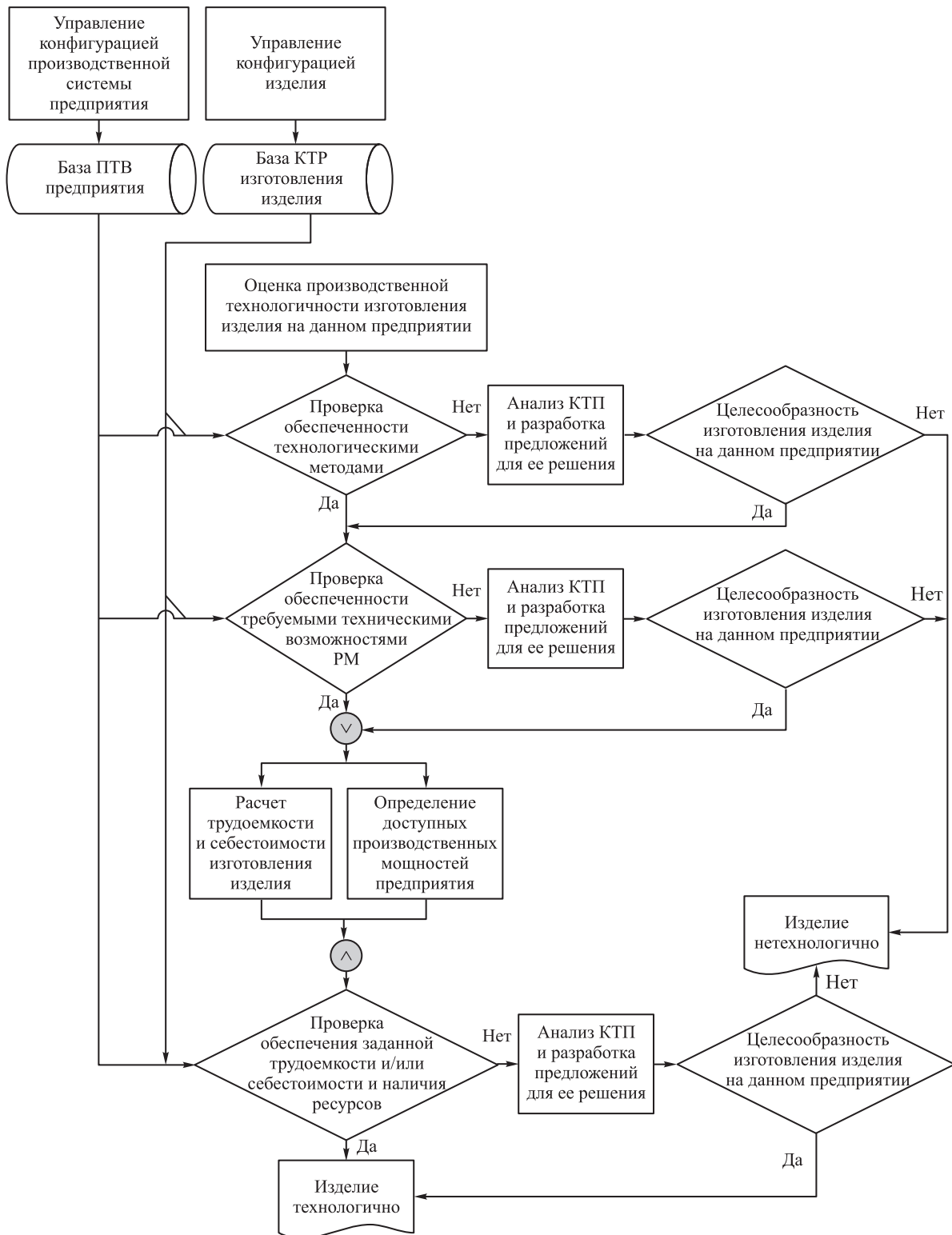


Рис. 2. Алгоритм оценки производственной технологичности изделия на различных предприятиях-изготовителях

ветствии с производственной программой изготовления изделия и текущим портфелем заказов анализируемого предприятия в течение периода производства изделия.

Решения КТП, выявленных на третьем этапе, могут требовать повышения производительности РМ, увеличения их количества, изменения структуры технологических процес-

сов, сокращения непродуктивных потерь времени, оптимизации затрат и др. Такие КТП в основном решают организационно-технологическими изменениями в рамках определенной на предыдущих этапах конфигурации производственной системы предприятия и конфигурации изделия [17–20].

Для реализации процесса оценки производственной технологичности изделия на различных предприятиях-изготовителях доработан алгоритм [1], приведенный на рис. 2.

Разработка семантических моделей ПТВ предприятия и КТР изделия выполнена в соответствии с приведенным алгоритмом оценки производственной технологичности изделия.

ПТВ предприятия описываются информационной моделью, которая содержит данные об освоенных технологических методах обработки, формообразования, сборки и контроля, необходимые для оценки возможности изготовления изделия с заданной производственной программой [2].

Производственно-технологические возможности включают в свой состав следующие основные блоки данных:

- технологические возможности;
- ресурсное обеспечение технологических возможностей;
- организационное обеспечение.

Технологические возможности определяются перечнем освоенных технологических методов обработки, формообразования, сборки, контроля и испытаний, техническими возможностями имеющихся РМ, используемыми средствами автоматизации и др.

Ресурсное обеспечение технологических возможностей включает в себя количество РМ и фонд рабочего времени с учетом графиков работы, а также коэффициента технической готовности РМ.

Организационное обеспечение включает в свой состав структуру производственных подразделений, показатели эффективности использования оборудования, стоимостные показатели и др. [5].

С учетом того, что выполнение проверок на этапах оценки изделия на производственную технологичность должно быть выполнено с высокой степенью автоматизации, модель производственно-технологических возможностей



Рис. 3. Семантическая модель ПТВ предприятия



Рис. 4. Семантическая модель КТР изготовления изделия

предприятия должна преимущественно содержать данные, предназначенные для машинной обработки. Однако, учитывая сложности формализации этих данных и алгоритмов оценки, предлагается выделять блок формализованных данных и блок неформализованных данных, предназначенных для обработки человеком.

Усовершенствованная семантическая модель ПТВ предприятия [1] приведена на рис. 3.

Информационную модель КТР изготовления изделия изначально формируют на все изделие. Предприятия-изготовители могут быть выбраны как для изготовления всего изделия, так и его компонентов. Поэтому для выполнения алгоритма необходимо предварительно сформировать локальные информационные модели соответствующих компонентов изделия.

Производственную технологичность изделия оценивают путем сопоставления ПТВ всей производственной системы предприятия и локальных информационных моделей соответствующих компонентов изделия согласно при-

нятой схеме кооперации при его изготовлении [3, 6].

Информационная модель КТР изготовления изделия включает в себя следующие блоки данных:

- основные компоненты изделия и их параметры;
- технические требования для реализации технологического метода;
- ограничения значений трудоемкости, себестоимости изготовления каждого компонента изделия;
- производственная программа.

По аналогии с информационной моделью ПТВ предприятия в каждом блоке данных также выделяются формализованные и неформализованные данные.

Разработанная семантическая модель КТР изготовления изделия приведена на рис. 4.

Структуры данных разработанных семантических моделей ПТВ предприятия и КТР изготовления изделия полностью согласованы. Это позволит формализовать процедуры выяв-

ния КТП и обеспечить высокую степень автоматизации алгоритма оценки производственной технологичности.

Выводы

1. Рассмотрены особенности оценки изделий на производственную технологичность в условиях цифрового производства. Предложенный подход к оценке производственной технологичности изделий основан на трехэтапном алгоритме анализа обеспеченности выполнения КТР производственно-технологическими возможностями предприятия.

2. Разработанные семантические модели ПТВ предприятия и КТР изготовления изделия включают в себя блоки данных, предна-

значенных для обработки машиной и человеком.

3. С развитием цифрового производства блоки данных, предназначенные для обработки человеком, будут сокращаться.

4. Предложенный алгоритм позволяет на ранних этапах на основании анализа КТП и возможных вариантов их решения принимать комплексные управленческие решения о совместном управлении конфигурацией изделия и производственной системой предприятий и исключать те из них, которые требуют неприемлемых инвестиций для подготовки и освоения производства изделия или его компонентов. Это даст возможность существенно повысить сроки освоения новых видов наукоемкой продукции и ее модификаций.

Литература

- [1] Долгов В.А., Рахмилевич Е.Г., Пятнов Ю.В., Подкидышев А.А. Отработка изделий на производственную технологичность при диверсификации машиностроительных предприятий ОПК в условиях развития цифрового производства. *Вестник МГТУ «Станкин»*, 2018, № 4(47), с. 8–12.
- [2] Grigoriev S.N., Martinov G.M. The Control Platform for Decomposition and Synthesis of Specialized CNC Systems. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 41, pp. 858–863, doi: 10.1016/j.procir.2015.08.031
- [3] Рахмилевич Е.Г. Многокритериальная оптимизация конструктивно-технологических вариантов детали на основе количественных показателей технологичности. *Технология машиностроения*, 2014, № 1, с. 59–62.
- [4] Schleich B., Anwer N., Mathieu L., Wartzack S. Shaping the digital twin for design and production engineering. *CIRP Annals — Manufacturing Technology*, 2017, vol. 66, no. 1, pp. 141–144, doi: 10.1016/j.cirp.2017.04.040
- [5] Burggräf P., Dannapfel M., Voet H., Bök P.-B. Digital Transformation of Lean Production. *ICOMIE 2017. 19th International Conference on Operations Management and Industrial Engineering*. At Osaka, Japan, October 2017, doi: 10.1999/1307-6892/10008077
- [6] Рахмилевич Е.Г., Дементьев Д.А., Черемисин Д.А., Новиков П.П., Приходько Н.В., Фонушев В.Г., Шурко А.Н. Техническое перевооружение предприятий ракетно-космической промышленности. *РИТМ машиностроения*, 2018, № 4, с. 26–30.
- [7] Grigoriev S.N., Martinov G.M. Research and Development of a Cross-platform CNC Kernel for Multi-axis Machine Tool. *Procedia CIRP*, 2014, vol. 14, pp. 517–522, doi: 10.1016/j.procir.2014.03.051
- [8] Долгов В.А., Кабанов А.А. Основные подходы к формированию информационной модели производственно-технологической системы машиностроительного предприятия. *Автоматизация. Современные технологии*, 2018, т. 72, № 4, с. 178–184.
- [9] Никищечкин П.А., Ковалев И.А., Григорьев А.С., Никич А.Н. Построение кроссплатформенной системы для сбора и обработки диагностической информации о работе технологического оборудования на промышленных предприятиях. *Автоматизированные технологии и производства*, 2016, № 4, с. 51–55.
- [10] Долгов В.А., Подкидышев А.А., Дацюк И.В., Кабанов А.А., Васильцов М.А. Семантические модели технологических систем для имитационного моделирования производственных процессов. *Автоматизация. Современные технологии*, 2018, т. 72, № 8, с. 350–354.
- [11] Nikishechkin P.A., Kovalev I.A., Nikich A.N. An approach to building a cross-platform system for the collection and processing of diagnostic information about working technologi-

- cal equipment for industrial enterprises. *MATEC Web of Conferences*, 2017, vol. 129(1), 03012, doi: 10.1051/mateconf/201712903012
- [12] Долгов В.А., Кабанов А.А., Подкидышев А.А., Дацюк И.В. Экспертно-аналитический метод определения технологического оборудования при проектировании многономенклатурных машиностроительных предприятий. *Вестник машиностроения*, 2018, № 7, с. 58–62.
- [13] Никишечкин П.А., Григорьев А.С. Практические аспекты разработки модуля диагностики и контроля режущего инструмента в системе ЧПУ. *Вестник МГТУ «Станкин»*, 2013, № 4, с. 65–70.
- [14] Долгов В.А., Луцюк С.В., Васильцов М.А. Особенности формирования маршрутных технологических процессов на основе согласования технологических и производственных решений многономенклатурного производства. *Вестник МГТУ «Станкин»*, 2018, № 1(44), с. 13–17.
- [15] Anghel F., Cazacu A.D., Carutasu N.L., Carutasu G. Cost analysis in mechanical engineering production. *Product Lifecycle Management: Assessing the Industrial Relevance*, 2007. 147 p.
- [16] Martinov G.M., Sokolov S.V., Martinova L.I., Grigoryev A.S., Nikishechkin P.A. Approach to the Diagnosis and Configuration of Servo Drives in Heterogeneous Machine Control Systems. *International Conference on Swarm Intelligence*, Fukuoka, Japan, July 27–August 1, 2017 Proceedings, Part II, pp. 586–594.
- [17] Grigoriev S.N., Sinopalnikov V.A., Tereshin M.V., Gurin V.D. Control of parameters of the cutting process on the basis of diagnostics of the machine tool and workpiece. *Measurement Techniques*, 2012, vol. 55, no. 5, pp. 555–558.
- [18] Нежметдинов Р.А., Никишечкин П.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В. Практические аспекты применения программно-реализованного контроллера для управления электроавтоматикой вертикально-фрезерных станков Quaser MV184. *Автоматизация в промышленности*, 2016, № 5, с. 15–18.
- [19] Kutin A.A., Dolgov V.A., Podkidyshev A.A., Kabanov A.A. Simulation Modeling of Assembly Processes in Digital Manufacturing. *Procedia CIRP, 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, Ischia, Naples, 19–21 July 2017, pp. 470–475, doi: 10.1016/j.procir.2017.12.246
- [20] Kutin A.A., Dolgov V.A., Sedykh M.I., Ivashin S.S., Kabanov A.A. Competitive-resource information model of the machine building manufacturing system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, XXIII International Conference on Manufacturing*, 2018, vol. 448, no. UNSP 012008, doi: 10.1088/1757-899X/448/1/012008

References

- [1] Dolgov V.A., Rakhmilevich E.G., Pyatnov Yu.V., Podkidyshev A.A. Development of products for production manufacturability in the diversification of machine-building enterprises of the defense industry in the development of digital production. *Vestnik MSTU «STANKIN»*, 2018, no. 4(47), pp. 8–12 (in Russ.).
- [2] Grigoriev S.N., Martinov G.M. The Control Platform for Decomposition and Synthesis of Specialized CNC Systems. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 41, pp. 858–863, doi: 10.1016/j.procir.2015.08.031
- [3] Rakhmilevich E.G. Multi-criteria optimization of design and technological options for a part based on quantitative indicators of manufacturability. *Tekhnologiya mashinostroyeniya*, 2014, no. 1, pp. 59–62 (in Russ.).
- [4] Schleich B., Anwer N., Mathieu L., Wartack S. Shaping the digital twin for design and production engineering. *CIRP Annals — Manufacturing Technology*, 2017, vol. 66, no. 1, pp. 141–144, doi: 10.1016/j.cirp.2017.04.040
- [5] Burggräf P., Dannapfel M., Voet H., Bök P.-B. Digital Transformation of Lean Production. *ICOMIE 2017. 19th International Conference on Operations Management and Industrial Engineering*, At Osaka, Japan, October 2017, doi: 10.1999/1307-6892/10008077
- [6] Rakhmilevich E.G., Dement'yev D.A., Cheremisin D.A., Novikov P.P., Prikhod'ko N.V., Fonusev V.G., Shurko A.N. Technical re-equipment of the enterprises of the rocket and space industry. *Rhythm of machinery*, 2018, no. 4, pp. 26–30 (in Russ.).

- [7] Grigoriev S.N., Martinov G.M. Research and Development of a Cross-platform CNC Kernel for Multi-axis Machine Tool. *Procedia CIRP*, 2014, vol. 14, pp. 517–522, doi: 10.1016/j.procir.2014.03.051
- [8] Dolgov V.A., Kabanov A.A. The main approaches to the information model formation for the production and technological system of a machine building enterprise. *Automation. Modern Technologies*, 2018, vol. 72, no. 4, pp. 178–184 (in Russ.).
- [9] Nikishechkin P.A., Kovalev I.A., Grigor'yev A.S., Nikich A.N. Research and development a cross-platform system for the collection and processing of diagnostic information about working technological equipment for industrial enterprises. *Automation of technologies and production*, 2016, no. 4, pp. 51–55 (in Russ.).
- [10] Dolgov V.A., Podkidyshev A.A., Datsyuk I.V., Kabanov A.A., Vasil'tsov M.A. Semantic models of technological systems for production processes simulation. *Automation. Modern Technologies*, 2018, vol. 72, no. 8, pp. 350–354 (in Russ.).
- [11] Nikishechkin P.A., Kovalev I.A., Nikich A.N. An approach to building a cross-platform system for the collection and processing of diagnostic information about working technological equipment for industrial enterprises. *MATEC Web of Conferences*, 2017, vol. 129(1), 03012, doi: 10.1051/mateconf/201712903012
- [12] Dolgov V.A., Kabanov A.A., Podkidyshev A.A., Datsyuk I.V. Expert-analytical method of determining technological equipment in design of multi-nomenclature machine-building enterprises. *Vestnik mashinostroyeniya*, 2018, no. 7, pp. 58–62 (in Russ.).
- [13] Nikishechkin P.A., Grigor'yev A.S. Practical aspects of the development of the module diagnosis and monitoring of cutting tools in the CNC. *Vestnik MSTU "STANKIN"*, 2013, no. 4, pp. 65–70 (in Russ.).
- [14] Dolgov V.A., Lutsyuk S.V., Vasil'tsov M.A. Features of formation of route technological processes on the basis of coordination of technological and production decisions of multinomenclature manufacture. *Vestnik MSTU "STANKIN"*, 2018, no. 1(44), pp. 13–17 (in Russ.).
- [15] Anghel F., Cazacu A.D., Carutasu N.L., Carutasu G. Cost analysis in mechanical engineering production. *Product Lifecycle Management: Assessing the Industrial Relevance*, 2007. 147 p.
- [16] Martinov G.M., Sokolov S.V., Martinova L.I., Grigoryev A.S., Nikishechkin P.A. Approach to the Diagnosis and Configuration of Servo Drives in Heterogeneous Machine Control Systems. *International Conference on Swarm Intelligence*, Fukuoka, Japan, July 27–August 1, 2017 Proceedings, Part II, pp. 586–594.
- [17] Grigoriev S.N., Sinopalnikov V.A., Tereshin M.V., Gurin V.D. Control of parameters of the cutting process on the basis of diagnostics of the machine tool and workpiece. *Measurement Techniques*, 2012, vol. 55, no. 5, pp. 555–558.
- [18] Nezhmetdinov R.A., Nikishechkin P.A., Pushkov R.L., Evstafiyeva S.V. Practical aspects of using a software-implemented controller to control electroautomatics of Quaser MV184 vertical milling machines. *Industrial automation*, 2016, no. 5, pp. 15–18 (in Russ.).
- [19] Kutin A.A., Dolgov V.A., Podkidyshev A.A., Kabanov A.A. Simulation Modeling of Assembly Processes in Digital Manufacturing. *Procedia CIRP, 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, Ischia, Naples, 19–21 July 2017, pp. 470–475, doi: 10.1016/j.procir.2017.12.246
- [20] Kutin A.A., Dolgov V.A., Sedykh M.I., Ivashin S.S., Kabanov A.A. Competitive-resource information model of the machine building manufacturing system. *IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, XXIII International Conference on Manufacturing*, 2018, vol. 448, no. UNSP 012008, doi: 10.1088/1757-899X/448/1/012008

Статья поступила в редакцию 01.08.2020

Информация об авторах

ГРИГОРЬЕВ Сергей Николаевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высокоэффективные технологии обработки». ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» (127055, Москва, Российская Федерация, Вадковский пер., д. 1, e-mail: s.grigoriev@stankin.ru).

ДОЛГОВ Виталий Анатольевич — доктор технических наук, доцент, генеральный директор. ООО «Фабрика цифровых систем» (127018, Москва, Российская Федерация, ул. Сущевский вал, д. 16, стр. 6, e-mail: dolgov@digitalfabrika.ru).

РАХМИЛЕВИЧ Евгений Георгиевич — заместитель директора центра технологического развития ракетно-космической промышленности. ФГУП «НПО «Техномаш» (127018, Москва, Российская Федерация, 3-й пр-д Марьиной Рощи, д. 40, e-mail: e.rahmilevich@tmnp.ru).

Information about the authors

GRIGORIEV Sergei Nikolaevich — Doctor of Science (Eng.), Professor, Head of Department, High-Efficiency Machining Technologies. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education — Moscow State University of Technology STANKIN (127055, Moscow, Russian Federation, Vadkovskiy per., Bldg.1, e-mail: s.grigoriev@stankin.ru).

DOLGOV Vitaliy Anatolievich — Doctor of Science (Eng.), Associate Professor, Director. ООО Digital Systems Factory (127018, Moscow, Russian Federation, Sushchevskiy Val St., Bldg. 6, e-mail: dolgov@digitalfabrika.ru).

RAKHMILEVICH Eugeny Georgievich — Deputy Director, Center for Technological Development of the Rocket and Space Industry. Federal State Unitary Enterprise — Research and Production Association Tekhnomash (127018, Moscow, Russian Federation, 3rd Proezd Maryinoy Roshchi, Bldg. 40, e-mail: e.rahmilevich@tmnp.ru).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Григорьев С.Н., Долгов В.А., Рахмилевич Е.Г. Метод оценки производственной технологичности изделий на основе применения семантических моделей в условиях цифрового производства. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2020, № 12, с. 16–25, doi: 10.18698/0536-1044-2020-12-16-25

Please cite this article in English as:

Grigoriev S.N., Dolgov V.A., Rakhmilevich E.G. A Method for Assessing Manufacturability of Products Using Semantic Models in Digital Manufacturing. *BMSTU Journal of Mechanical Engineering*, 2020, no. 12, pp. 16–25, doi: 10.18698/0536-1044-2020-12-16-25



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана вышла в свет монография Ю.Г. Герцика, И.Н. Омельченко «Инновационный менеджмент в медицинской промышленности»

Рассмотрены основные подходы к организации процессов менеджмента на примере предприятий медицинской промышленности с учетом их инновационной направленности, требований международного и национального законодательства, основных этапов жизненного цикла медицинских изделий. Приведены особенности маркетинга инноваций в сфере медицинской промышленности, состояние и перспективы развития рынка медицинских изделий в России и за рубежом.

Для магистров, обучающихся по направлению подготовки «Наукоемкие технологии и экономика инноваций», студентов инженерных специальностей, а также будет полезна широкому кругу читателей, имеющих отношение к здравоохранению и медицинской промышленности.

По вопросам приобретения обращайтесь:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;
press@bmstu.ru; www.baumanpress.ru