

УДК 001.895+338.45.01

DOI: 10.18384/2949-5024-2024-2-45-52

## ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ЦИФРОВЫХ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Желтенков А. В., Урумова Ф. М., Мольков Д. В.**

*Государственный университет просвещения  
141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

**Цель.** Разработка комплекса цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий на уровне цеховой структуры.

**Процедура и методы.** Методика исследования основывается на методах: контент-анализа документов, графического моделирования, парных сравнений, построения морфологических матриц, номинальных групп, анализа, сопоставления, диагностического подхода, интерпретации результатов исследования и некоторых других.

**Результаты.** Предложен комплекс цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий на уровне цеховой структуры, включающий следующие фазы: интерфейс; бронирование компонент; изменение открытых заказов (разделение заказа, изменение размера заказа); вычисление приоритетов заказа.

**Теоретическая и/или практическая значимость** заключается в том, что разработанный комплекс цифровых инновационных решений позволяет реализовать следующие функции: выдачу заказов в производство; выдачу производственных заданий по группам рабочих мест; учёт движения заказов по деталям операций; выдачу информации о ходе производства по запросам.

**Ключевые слова:** цифровые инновационные решения, производство, машиностроительные предприятия, заказы, интерфейс, бронирование компонент, изменение открытых заказов, разделение заказа, изменение размера заказа, вычисление приоритетов заказа

## FORMATION OF A COMPLEX OF DIGITAL INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE FIELD OF MANUFACTURING MACHINERY PRODUCTS

**A. Zheltenkov, F. Urumova, D. Molkov**

*Federal State University of Education  
ul. Very Voloshinoy 24, Mytishchi 141014, Moscow region, Russian Federation*

### **Abstract**

**Aim.** Development of a set of digital innovative solutions in the field of production of machine-building enterprises at the level of the workshop structure.

**Methodology.** The research methodology is based on the following methods: content analysis of documents, graphic modeling, paired comparisons, construction of morphological matrices, nominal groups, analysis, comparison, diagnostic approach, interpretation of research results and some others.

**Results.** A set of digital innovative solutions was proposed in the field of production of machine-building enterprises at the level of the workshop structure, including the following phases: interface; booking components; changing open orders (splitting an order, changing the order size); calculation of order priorities.

**Research implications.** The theoretical and practical significance of the study lies in the fact that the developed complex of digital innovative solutions makes it possible to implement the following functions: issuing orders for production; issuing production tasks for groups of workplaces; accounting for the movement of orders for detail operations; issuing information on the progress of production upon request.

**Keywords:** digital innovative solutions; production; machine-building enterprises; orders; interface; booking components; changing open orders: splitting an order, changing the order size; calculation of order priorities

## Введение

**Целью исследования** является разработка комплекса цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий на уровне цеховой структуры.

Для достижения указанной цели в исследовании разработан комплекс цифровых инновационных решений в разрезе следующих этапов: интерфейс; бронирование компонент; изменение открытых заказов (разделение заказа, изменение размера заказа); вычисление приоритетов заказа.

**Анализ научной литературы по проблеме.** Изучение специальной литературы [1–14] и анализ практического опыта инновационной деятельности целого ряда предприятий промышленности показал, что одной из проблем является отсутствие действенных эффективных инструментов в области производства продукции на основе цифровых инновационных решений.

Сложность, многогранность и недостаточная теоретическая и методическая проработанность данных вопросов не только вызывают объективную необходимость их научного осмысления, но и определяют целесообразность поиска новых методов, способных обеспечить формирование эффективного подхода к разработке цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий [4; 12; 13].

**Цифровые инновационные решения в области производства продукции машиностроительных предприятий на уровне цеховой структуры.** Предлагаемый подход включает ряд цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий на уровне цеховой структуры и обеспечивает оперативный учёт, контроль и управление производственным процессом [1; 2; 5; 13].

В подходе рассмотрены два типа заказов: плановые и открытые. Плановые заказы характеризуются размером заказа по данному предмету и датой его запуска. Открытые заказы отличаются от плановых тем, что они уже выданы в производство и обеспечены всеми входящими компонентами, выделенными на выполнение этого заказа. Таким образом, открытые заказы характеризуются тремя величинами: размером заказа по данному предмету, датой его запуска и входящими компонентами, выделенными на выполнение заказа.

Весь процесс включает следующие фазы цифровых инновационных решений: интерфейс; бронирование компонент; изменение открытых заказов: а) разделение заказа, б) изменение размера заказа; вычисление приоритетов заказа.

**Интерфейс.** Периодом «интерфейс» будем называть временной интервал, на котором пересматриваются даты запусков и размеры заказов. Соответствующие пересчёты проводятся только для тех плановых заказов, дата запуска которых не превышает ограничивающей даты периода «интерфейс». При этом потребности по предмету предполагаются известными. Входной информацией данной фазы цифровых инновационных решений являются: ограничивающая дата периода «интерфейс»; дата запуска заказа; пересмотренная дата запуска по заказу; размер заказа; новый размер заказа, который может сообщить пользователь в том случае, если он хочет поменять размер заказа; смещение на подачу компонент при работе с заказом по предмету; длина периода планирования; количество компонент, используемое в единице предмета; коэффициент брака компоненты при сборке предмета; время задержки после последней операции заказа; дата запуска последней операции по заказу; время выполнения последней операции по заказу; общие потребности в предмете.

На выходе пользователь получает следующую информацию: количество общих потребностей; уточнённая дата запуска по заказу; плановая дата выпуска заказа.

**Бронирование компонент.** Данный этап цифровых инновационных решений осуществляет перевод плановых заказов (илиготавливаемых пользователем внеплановых заказов) в открытые. В момент открытия за соответствующим заказом закрепляются (бронируются) необходимые для него компоненты, причём одновременно уменьшаются общие потребности бронируемых компонент. Бронирование проводится с учётом коэффициента брака. Пользователь может указать при проверке обеспеченности два допуска: процента потребности и времени наличия компонент. Допуск процента потребности – это процент потребности в компоненте, которая должна находиться в наличии, чтобы заказ мог быть рекомендован к запуску (заказ открыт). Допуск времени наличия – временной период, на который может опоздать прогнозируемый выпуск обеспечивающей компоненты. Например, если выпуск открытого заказа по предмету прогнозируется к 22-му дню, запуск сборки, использующей компоненту, планируется на 20-й день, а допуск времени наличия – три дня, считается, что этот открытый заказ на предмет будет обеспечивать запуск заказа на сборку.

Обеспеченность компонентами проверяется в три этапа. Сначала контролируется наличный складской запас за вычетом забронированного количества и сравнивается с потребностью. Если компонент не хватает, проверяется – нет ли таких открытых заказов, завершение которых к требуемой дате обеспечит сборку. Если и этих деталей недостаточно, проверяются плановые заказы, которые к требуемой дате смогут обеспечить сборку.

При условии, что предмет управляется по точке заказа, то обеспеченность необходимыми компонентами (как деталями собственного производства, так и покупными) проверяется в один этап. Кроме того, в этой фазе предусмотрен автоматический режим, при котором заказ открывается даже в случае обнаружения дефицита.

В качестве входной информации при бронировании компонент используются: признак политики выдачи заказов в производство: (1 – без наличия обеспеченности, 0 – только при наличии обеспеченности; смещение на подачу компоненты при работе с заказом по предмету; наличный складской запас по компоненте; забронированное количество по компоненте; размер заказов на производство компоненты; размер заказов на закупку компоненты.

На выходе получается следующая информация: требуемое количество по компоненте, необходимое для выполнения заказа; признак обеспеченности заказа; требуемое количество обеспечено наличным складским запасом; требуемое коли-

чество обеспечено наличным складским запасом и открытыми заказами; для удовлетворения требования использованы плановые заказы, потребности не могут быть удовлетворены ни по наличию, ни открытыми, ни плановыми заказами.

**Изменение открытых заказов.** Данный этап цифровых инновационных решений обеспечивает внесение изменений в открытые заказы. Возможны два типа изменений: разделение заказа и изменение размера заказа.

**Разделение заказа.** Этот вид изменений к открытым заказам состоит в том, что заказ разделяется на несколько новых заказов, сумма размеров которых равна размеру старого заказа. Заказ можно разделить, начиная с любой операции по технологическому маршруту. При этом для каждой операции, по каждому из вновь создаваемых открытых заказов считается суммарный норматив времени.

При решении используется следующая входная информация: номер операции по технологическому маршруту, с которой надо разделять заказ; суммарный норматив времени на операцию по заказу; норматив наладочного времени на операцию по заказу; размер каждого из вновь создаваемых заказов.

В результате реализации цифровых решений определяется величина – суммарный норматив времени на операцию по каждому из вновь создаваемых заказов.

**Изменение размера заказа.** Обозначенный вид изменений сводится к корректировке суммарного норматива времени на операцию, согласно изменившемуся количеству. После этого для каждого элемента из множества компонент, входящих в состав предмета, корректируются забронированные количества. Если предмет относится к точке заказа, корректируются либо размер заказа на закупку, либо размер заказа на детали собственного производства.

На этапе изменения размера заказа используется следующая входная информация: номер операции по технологическому маршруту, с которой надо разделить заказ; код состояния операции по заказу (код состояния указывает на то, что операция активная, т. е. может начаться спустя заданное время); суммарный норматив времени на операцию по заказу; норматив наладочного времени на операцию по заказу; размер заказа; новый размер заказа; количество единиц компоненты, используемых в одном предмете; коэффициент брака компоненты при сборке предмета; забронированное количество по компоненте; размер заказа на производство компоненты; размер заказа на закупку компоненты.

**Вычисление приоритетов заказов.** Цель текущей фазы цифровых инновационных решений – отобрать операции, которые следует выдать на заданный временной интервал (т. н. горизонт производственного задания). При этом для выбранных операций вычисляется приоритет, согласно которому устанавливается порядок выполнения операций на каждой группе рабочих мест (с каждой операцией открытого заказа связана некоторая дополнительная характеристика, которая называется кодом состояния операции). Существуют следующие состояния операций: неактивная операция (операция не может выполняться); активная операция (операция будет готова к выполнению спустя определённое время); операция может быть начата (готова к выполнению); частично сделанная операция (операция выполняется); операция завершена; завершена последняя операция заказа.

Каждый открытый заказ имеет подобную характеристику, которая называется состоянием заказа. В данной фазе цифровых инновационных решений используются два состояния заказа: заказ завершён; заказ отменен.

Отбор операций для выдачи их в производственном задании проводится следующим правилам – не выдаются операции: относящиеся к отменённым или завершённым заказам; неактивные операции; выдаются операции, которые могут быть начаты; частично сделанная операция выдается только в том случае, если вре-

мя, необходимое для выполнения предыдущей выданной операции, не больше длины горизонта производственного задания.

По каждой операции заказа вычисляется приоритет. Предусматриваются различные способы определения приоритета в зависимости от признака способа определения приоритетов операций по заказу [6; 7; 9].

Фаза цифровых инновационных решений *вычисления приоритетов заказов* использует следующую входную информацию: код состояния заказа; признак способа определения приоритета (приоритет по дате выпуска, приоритет по резерву времени на операцию, приоритет по длине операции), приоритет вычисляется по усмотрению пользователя; код состояния операции по заказу; текущая производственная дата; количество часов в рабочем дне; количество производственных часов на незаконченные операции по заказу; общее число операций по заказу; число завершённых операций по заказу; горизонт производственного задания в днях; плановая дата выпуска заказа.

### Заключение

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в возможности использования комплекса цифровых инновационных решений в области производства продукции машиностроительных предприятий, которые приведены ниже.

Цифровые инновационные решения в области производства продукции машиностроительных предприятий реализуют функцию краткосрочного планирования, непосредственно связанную с функциями учёта и анализа [4]. Таким образом, данные решения позволяют построить замкнутую систему управления производством. При краткосрочном планировании достигается формирование производственных заданий по операциям (группам операции) с проверкой обеспеченности изготавливаемых изделий входящими компонентами.

Решения непосредственно управляют производством путём установления последовательности операций, выполняемых на каждой группе рабочих мест. Управление осуществляется таким образом, чтобы минимизировать отклонение фактического хода производства от запланированного в конце дискрета управления.

Решения позволяют: включать (исключать) срочные заказы в процессе выполнения плана; корректировать размеры и даты запусков заказов; выдавать информацию о ходе производства по запросу; осуществлять оперативный учёт результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятия. С помощью комплекса цифровых инновационных решений можно реализовать следующие функции: выдачу заказов в производство; выдачу производственных заданий по группам рабочих мест; учёт движения заказов по деталеоперациям; выдачу информации о ходе производства по запросам.

Успешное применение комплекса цифровых инновационных решений зависит от того, насколько полно и качественно реализована функция учёта и анализа производства.

*Статья поступила в редакцию 29.02.2024.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Басалаев Д. Э. Инновации, основные этапы и особенности инновационной деятельности предприятий промышленности // Известия Тульского государственного университета. Серия: Экономические и юридические науки. 2018. № 3–1. С. 19–23.
2. Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации // Вестник Уфимского государственного нефтяного технического университета. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1. С. 27–37.
3. Демин С. С., Джамай Е. В., Сазонов А. А. Трансформация пространства корпоративной инновационной системы при реализации высокотехнологическими предприятиями концепции «Индустрия 4.0» // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 9. № 7А. С. 225–239.
4. Полосков С. С., Желтенков А. В., Скубрий Е. В. Совершенствование подходов к управлению инновационным потенциалом высокотехнологичных наукоемких предприятий // Вестник Московского государственного педагогического университета. Серия: Экономика. 2020. № 3. С. 51–62.
5. Лукина С. В., Макаров В. М. Моделеориентированность в цифровых трансформациях машиностроения // Ритм машиностроения. 2021. № 5. С. 32–38.
6. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики: монография / под ред. М. Я. Веселовского, Н. С. Хорошавиной. 2021. URL: <https://izdmn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (дата обращения: 12.10.2023).
7. Черепанов В. В., Попов Е. В. Концепция цифровой трансформации промышленного предприятия // Экономика и управление. 2022. № 10. С. 1021–1036.
8. Афанасьев А. А., Проворова И. П., Файзуллин Р. В. Спрос промышленного производства на цифровые технологии: глобальные тренды и российская реальность // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 10. С. 447–467.
9. Кохно П., Кохно А. Высокотехнологичная промышленность в условиях цифровой трансформации // Общество и экономика. 2020. № 1. С. 66–80.
10. Смотрова Т. И., Наролина Т. С. Проблема цифрового разрыва и пути его преодоления // Россия в новой цифровой реальности: материалы всерос. науч.-практ. конф., Энгельс, 15 мая 2021 г. Энгельс: Институт научных исследований и развития профессиональных компетенций, 2021. С. 115–118.
11. Хорошилов Д. Н., Свиридова С. В., Бабаков М. А. Особенности системного подхода к управлению инновационным потенциалом предприятия в условиях цифровизации // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2021. Т. 18. № 3. С. 48–55.
12. Almeida F. L., Santos J. D., Monteiro J. A. A survey of innovation performance models and metrics // Journal of Applied Economic Sciences. 2017. Vol. 12. № 6. P. 1732–1750.
13. Keupp M. M., Palmie M., Gassmann O. The strategic management of innovation: a systematic review and paths for future research // International Journal of Management Reviews. 2012. Vol. 14. № 4. P. 367–390.
14. Schewe G. Successful innovation management: an integrative perspective // Journal of Engineering & Technology Management. 1994. Vol. 11. № 1. P. 25–53.

## REFERENCES

1. Basalaev D. E. [Innovations, the main stages and features of innovative activity of industrial enterprises]. In: *Izvestiia Tulsogo gosudarstvennogo universiteta. Serii: Ekonomicheskie i iuridicheskie nauki* [Proceedings of Tula State University. Series: Economic and Legal Sciences], 2018, no. 3–1, pp. 19–23.
2. Galimova M. P. [Readiness of Russian enterprises for digital transformation]. In: *Vestnik Ufmskogo Gosudarstvennogo Neftianogo Tekhnicheskogo Universiteta. Nauka, obrazovanie,*



- ekonomika. Serii: Ekonomika* [Bulletin Bulletin of the Ufa State Petroleum Technical University. Science, education, economics. Series: Economics], 2019, no. 1, pp. 27–37.
3. Demin S. S., Jamaï E. V., Sazonov A. A. [Transformation of the corporate innovation system space in the implementation of the “Industry 4.0” concept by high-tech enterprises]. In: *Ekonomika: vchera, segodnia, zavtra* [Economics: yesterday, today, tomorrow], 2019, vol. 9, no. 7A, pp. 225–239.
  4. Poloskov S. S., Zheltenkov A. V., Skubri E. V. [Improving approaches to managing the innovative potential of high-tech high-tech enterprises]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo univeriteta* [Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series: Economics], 2020, no. 3, pp. 51–62.
  5. Lukina S. V., Makarov V. M. [Model orientation in digital transformations of mechanical engineering]. In: *Ritm mashinostroeniia* [Rhythm of mechanical engineering], 2021, no. 5, pp. 32–38.
  6. Veselovsky M. Ya., Khoroshavina N. S. *Tsifrovaia transformatsiia promyshlennykh predpriatii v usloviakh innovatsionnoi ekonomiki* [Digital transformation of industrial enterprises in an innovative economy], 2021. Available at: <https://izdmn.com/PDF/06MNNPM21.pdf> (accessed: 12.10.2023).
  7. Cherepanov V. V., Popov E. V. [The concept of digital transformation of an industrial enterprise]. In: *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management], 2022, no. 10, pp. 1021–1036.
  8. Afanasyev A. A., Provorova I. P., Fayzullin R. V. [The demand of industrial production for digital technologies: global trends and Russian reality]. In: *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2022, vol. 7, no. 10, pp. 447–467.
  9. Kohno P., Kohno A. [High-tech industry in the context of digital transformation]. In: *Obshchestvo i ekonomika* [Society and Economics], 2020, no. 1, pp. 66–80.
  10. Smotrova T. I., Narolina T. S. [The problem of the digital divide and ways to overcome it]. In: *Rossii v novoi tsifrovoi realnosti: materialy vseros. nauch.-prakt. konf., Engels, 15 maia 2021 g.* [Russia in the new digital reality: materials of the All-Russian scientific and practical conference, Engels, May 15, 2021]. Engels, Institute for Scientific Research and Development of Professional Competencies Publ., 2021, pp. 115–118.
  11. Khoroshilov D. N., Sviridova S. V., Babakov M. A. [Features of a systematic approach to managing the innovative potential of an enterprise in the context of digitalization]. In: *FES: Finansy. Ekonomika. Strategii* [FES: Finance. Economy. Strategy], 2021, vol. 18, no. 3, pp. 48–55.
  12. Almeida F. L., Santos J. D., Monteiro J. A. A survey of innovation performance models and metrics. In: *Journal of Applied Economic Sciences*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1732–1750.
  13. Keupp M. M., Palmie M., Gassmann O. The strategic management of innovation: a systematic review and paths for future research. In: *International Journal of Management Reviews*, 2012, vol. 14, no. 4, pp. 367–390.
  14. Schewe G. Successful innovation management: an integrative perspective. In: *Journal of Engineering & Technology Management*, 1994, vol. 11, no 1, pp. 25–53.

---

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;  
e-mail: al-jel@mail.ru

Урумова Фатима Михайловна – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;  
e-mail: Ou\_ru@mail.ru

Мольков Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;  
e-mail: molkov@inbox.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Zheltenkov – Dr. Sci. (Economics), Prof., Department of Public Procurement, Management and Public Administration, Federal State University of Education;  
e-mail: al-jel@mail.ru

Fatima M. Urumova – Dr. Sci. (Economics), Prof., Department of Public Procurement, Management and Public Administration, Federal State University of Education;  
e-mail: Ou\_ru@mail.ru

Dmitry V. Molkov – Postgraduate Student, Department of Public Procurement, Management and Public Administration, Federal State University of Education;  
e-mail: molkov@inbox.ru

---

### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Желтенков А. В., Урумова Ф. М., Мольков Д. В. Формирование комплекса цифровых инновационных решений в области производства машиностроительной продукции // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2024. № 2. С. 45–52.  
DOI: 10.18384/2949-5024-2024-2-45-52

### FOR CITATION

Zheltenkov A. V., Urumova F. M., Molkov D. V. Formation of a complex of digital innovative solutions in the field of manufacturing machinery products. In: *Bulletin of Federal State University of Education. Series: Economics*, 2024, no. 2, pp. 45–52.  
DOI: 10.18384/2949-5024-2024-2-45-52