

**РАЗВИТИЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА\*****Александр Михайлович БАТЬКОВСКИЙ<sup>a</sup>, Павел Васильевич КРАВЧУК<sup>b</sup>,  
Валерий Ярославович ТРОФИМЕЦ<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> доктор экономических наук, профессор кафедры управления высокотехнологичными предприятиями, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет); советник генерального директора, Центральный научно-исследовательский институт экономики, систем управления и информации (ЦНИИ «Электроника»), Москва, Российская Федерация  
batkovsky@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5145-5748>  
SPIN-код: 9024-3229

<sup>b</sup> доктор экономических наук, профессор, коммерческий директор Научно-испытательного центра «Интеллектрон», Москва, Российская Федерация  
p.kravchuk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2379-4291>  
SPIN-код: 2385-3460

<sup>c</sup> доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и вычислительной техники, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация  
zemifort@inbox.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 9418-2027

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Получена 26.11.2018  
Получена в доработанном виде 17.12.2018  
Одобрена 09.01.2019  
Доступна онлайн  
15.02.2019

УДК 338.24

JEL: C18, C50, D81

**Ключевые слова:**

предприятия, оборонно-промышленный комплекс, управление, производственные процессы

**Аннотация**

**Предмет.** Объектом исследования является оперативное управление производственными процессами на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Рассмотрены теоретические основы совершенствования данного управления путем внедрения систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности (Manufacturing Execution Systems, МЕС-систем).

**Цели.** Разработка инструментария оценки рисков создания систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности, а также методики оценки экономической эффективности инвестиционных проектов по их внедрению на предприятиях оборонно-промышленного комплекса.

**Методология.** В целях анализа рисков внедрения систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности на предприятиях оборонно-промышленного комплекса определен базовый набор влияющих на данный процесс факторов. Рассмотрены два подхода к оценке риска. При качественном подходе к решению рассматриваемой задачи предлагается применять порядковые шкалы, на базе которых разрабатывается матрица оценки вероятности возникновения рисков факторов и уровня их воздействия. В случае количественного подхода предложено рассчитывать интегральный фактор риска.

**Результаты.** Обоснован выбор матричной организационной структуры управления при реализации проектов по внедрению систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Предложена оригинальная методика оценки экономической эффективности их внедрения в целях совершенствования оперативного управления производственными процессами. Она базируется на процедурах упрощения расчета чистого потока платежей путем применения показателя «сокращение времени цикла производства», который легко определяется.

**Область применения.** Результаты исследования рекомендуется применять на предприятиях оборонно-промышленного комплекса.

**Выводы.** Внедрение результатов исследования, представленных в данной статье, на предприятиях оборонно-промышленного комплекса позволит им увеличить производительность, повысить качество выпускаемой продукции и снизить количество простоев.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Батьковский А.М., Кравчук П.В., Трофимец В.Я. Развитие оперативного управления производственными процессами на предприятиях оборонно-промышленного комплекса // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 328 – 342.  
<https://doi.org/10.24891/ni.15.2.328>

## Введение

Одними из основных факторов конкурентного преимущества и инвестиционной привлекательности предприятия являются используемые им методологии управления бизнес-процессами. Одной из таких методологий, которая зародилась на промышленных предприятиях еще в конце XIX в., является методология оперативного управления производством. К середине XX в. сложилась типичная для многих современных предприятий функциональная структура, в которой система оперативного управления производством стала выступать главным приемником и источником информации для всех основных служб предприятия. В настоящее время на систему оперативного управления производством возлагаются задачи ускорения вывода новой продукции на рынок, повышения гибкости производства, снижения объемов отходов и складских запасов, уменьшения времени простоев. Вместе с тем это гарантирует оптимальное качество и эффективность производства по всем подразделениям.

Для одновременного выполнения всех этих задач требуется интегрированная информационная инфраструктура, которая помогает координировать производство в глобальном масштабе, в том числе в режиме реального времени. Подобная координация затрагивает спецификации, оборудование, технологические процессы, организационные процедуры, тесты качества и персонал производства [1]. На современных предприятиях для решения задач координации, повышения производительности и гибкости производства, начиная с цехового уровня, внедряются информационные системы, получившие название систем

оперативного управления производственными процессами.

Проблемам оперативного управления производством посвящено большое количество работ, в которых рассмотрены различные аспекты данного вида управленческой деятельности. Например, работы [2, 3] посвящены общим проблемам повышения эффективности управления производством – как в оперативном, так и в стратегическом плане. В этих работах акцент сделан на оценку информационно-временной сущности управления и сравнительном анализе оперативного и стратегического управления производственными процессами на промышленных предприятиях. Не менее сложной и актуальной научной задачей, которая на сегодняшний день системно и комплексно не решена, является разработка общетеоретических и методологических вопросов оперативного управления производством. Различные подходы к исследованию данной задачи рассмотрены в работах [4–6]. Особенности оперативного управления с учетом отраслевой специфики производства раскрыты в работах [7, 8]. Следует отметить, что в последние годы особое внимание уделяется вопросам управления инновационным производством.

Применению экономико-математических методов и моделей в оперативном управлении производственными процессами посвящены работы [9, 10]. Особое место здесь занимают методы и модели оперативного календарного планирования<sup>1</sup>. Среди них следует выделить работы, в которых фокус внимания смещен на системы оперативного управления производственными процессами – MES-системы

<sup>\*</sup> Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.

<sup>1</sup> Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А. Optimization of Use of Production Capacity of Defense-Industrial Complex // *Экономика, статистика и информатика*. Вестник УМО. 2014. № 2. С. 147–149.

(от англ. *Manufacturing Execution System*)<sup>2</sup> [11]. В некоторых из них исследуется влияние внедряемых информационных систем на организационную структуру управления предприятием [12]. Архитектура и функциональные возможности конкретных MES-систем рассмотрены в работах [13, 14]. Несмотря на относительно большое число работ по рассматриваемой тематике, необходимо отметить, что задача совершенствования оперативного управления инновационными производственными процессами на основе внедрения MES-систем не получила необходимого решения и требует проведения дальнейших исследований. Одним из важных вопросов при этом является оценка рисков внедрения MES-системы.

#### **Оценка рисков внедрения систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности**

В традиционной модели MES основное внимание уделяется обеспечению информацией пользователей из числа оперативного персонала (менеджеров, диспетчеров, операторов). Для совместного использования информации с другими системами гораздо эффективнее модель с-MES. Это дает возможность получить гораздо более полную картину происходящего, что является особенно актуальным для предприятий, работающих на инновационных рынках, для которых характерны частые выпуски новых продуктов и малая длительность жизненного цикла продукции. К таким рынкам можно отнести прежде всего рынки радиоэлектронной техники, полупроводниковых элементов, биологических препаратов. Прежде чем принять решение о начале работ по внедрению MES-системы, проводится идентификация и оценка рисков. Для этого могут использоваться различные методы, рекомендованные в [15, 16]. Для оценки рисков внедрения MES-систем в наибольшей степени подходят методы,

применяемые в ситуациях, когда нет возможности с высокой точностью определить вероятность появления нежелательных отклонений или каким-либо образом количественно измерить тяжесть последствий. К таким методам относятся структурированные или частично структурированные интервью, анализ сценариев, анализ воздействия на бизнес, анализ дерева событий [17].

Для оценки рисков внедрения MES-системы предлагается использовать следующий базовый набор влияющих факторов, который может корректироваться в зависимости от особенностей реализуемого проекта:

- нечеткое понимание ожидаемых результатов от внедрения системы;
- нечеткое понимание и определение требований к системе;
- недостаточное представление об алгоритмах функционирования системы;
- чрезмерная сложность и избыточность интерфейсов системы;
- недостаточное время на внедрение системы при действующем производстве;
- интеграция разнородного технологического оборудования, существенная доработка существующих производственных линий;
- возможные изменения требований и спецификаций в процессе интеграции системы.

Для выбранных факторов экспертной рабочей группой составляется матрица оценки вероятности их появления и степени негативного воздействия. При качественной оценке факторов предлагается использовать следующие порядковые шкалы: вероятность появления фактора: низкая, средняя, высокая, весьма высокая; степень негативного воздействия фактора: незначительная, умеренная, существенная, критическая. На *рис. 1* представлена матрица, построенная экспертной рабочей группой при оценке

<sup>2</sup> MES – теория и практика. Вып. 1. Официальные материалы Ассоциации MESA International. 2009. URL: <http://mescenter.ru/images/upload/MESbook1adv.pdf>

рисков внедрения MES-системы на одном из российских инновационных предприятий.

На *рис. 1* квадраты под главной диагональю матрицы соответствуют зоне низкого риска, квадраты главной диагонали – зоне среднего риска, квадраты над главной диагональю – зоне высокого риска. В том случае, если требуется получить количественную интегральную оценку фактора риска, предлагается использовать следующую формулу:

$$FR_i = P_i + I_i - P_i \cdot I_i, \quad (1)$$

где  $FR_i$  – интегральная оценка  $i$ -го фактора,  $FR_i \in [0; 1]$ ;  $P_i$  – вероятность появления  $i$ -го фактора,  $P_i \in [0; 1]$ ;  $I_i$  – степень влияния  $i$ -го фактора  $I_i \in [0; 1]$ .

Для интегральной оценки фактора риска  $FR_i$  предлагается задать следующие ориентировочные границы:  $FR_i \in [0; 0,3]$  – область низкого риска;  $FR_i \in [0,3; 0,7]$  – область среднего риска;  $FR_i \in [0,7; 1]$  – область высокого риска. Данные границы могут быть скорректированы с набором статистических данных по реализуемым проектам внедрения MES-систем.

#### **Влияние систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности на управление предприятиями оборонно-промышленного комплекса**

Реализация проектов по внедрению MES-систем показала, что данные системы оказывают влияние не только на процессы оперативного управления производством, но также и на принципы управления предприятием в целом<sup>3</sup>. В большинстве проектов по внедрению MES-систем на предприятиях с инновационным характером производства и значительным объемом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) наиболее эффективным оказался матричный подход к

организационной структуре управления предприятием [18]. Данное обстоятельство, по всей видимости, можно объяснить тем, что матричная структура совмещает в себе принципы построения как функциональных, так и процессных систем, что может быть гибко реализовано в MES-системах. При этом исполнители бизнес-процессов находятся в оперативном подчинении владельца (менеджера) процесса и в административном подчинении руководителя функционального подразделения. Такая организация управления бизнес-процессами считается наиболее целесообразной при освоении новых сложных изделий и внедрении технологических инноваций.

Одним из эффектов реализации матричной модели управления при внедрении MES-систем явилось повышение прозрачности всех бизнес-процессов предприятия, в основе чего лежит принцип выделения для каждого проекта или процесса – ответственного менеджера, наделенного определенными полномочиями и входящего в рабочую группу директора предприятия. Данная модель внедрена в качестве пилотных проектов на ряде современных российских предприятий с инновационным характером производства. Это позволило с высокой точностью описать бизнес-процессы, тем самым упростив процесс внедрения MES-системы, которая стала в определенном смысле регулятором и индикатором эффективности деятельности предприятия.

Еще один очень важный аспект симбиоза матричной структуры управления и MES-системы проявляется в возможности создания единого информационного пространства даже для подразделений, не являющихся объектом охвата MES-системы. Международной ассоциацией производителей систем управления производством (MESA) определены 11 типовых функций, присущих MES-системам:

- 1) контроль состояния и распределение ресурсов;
- 2) оперативное/детальное планирование;

<sup>3</sup> Nahmias S., Lennon O.T. *Production and Operations Analysis*. Waveland Press, 2015, 820 p.  
URL: <https://waveland.com/browse.php?t=662>

- 3) диспетчеризация производства;
- 4) управление документами;
- 5) сбор и хранение данных;
- 6) управление персоналом;
- 7) управление качеством продукции;
- 8) управление производственными процессами;
- 9) управление техобслуживанием и ремонтом;
- 10) отслеживание истории продукта;
- 11) анализ производительности.

Перечисленные функции определяют общий облик MES-систем, но в зависимости от выбранной программной платформы и специализации внедряемой MES-системы их практическое воплощение может иметь существенные особенности [19].

Рассмотрим функциональные подсистемы, которые были реализованы в большинстве проектов по внедрению MES-систем на российских предприятиях. В большинстве проектов в качестве программной платформы для построения MES-систем использовалась платформа SIMATIC IT. С учетом функциональных возможностей данной платформы и специфики автоматизируемых бизнес-процессов были реализованы функциональные подсистемы, приведенные в табл. 1.

Рассмотренные функциональные подсистемы являются примером конкретной практической реализации типовых функций MES-систем, определенных Международной ассоциацией производителей систем управления производством.

**Методика оценки экономической эффективности проектов по внедрению систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности**

Проекты по внедрению MES-систем по своей экономической сути являются инвестиционными, поэтому к ним в полной

мере применимы известные показатели оценки экономической эффективности инвестиционных проектов: чистый доход  $NV$ ; чистый дисконтированный доход  $NPV$ ; внутренняя норма доходности  $IRR$ ; срок окупаемости  $PP$ ; индекс рентабельности  $PI$ . На основе проведенного анализа показателей и методов оценки эффективности и рисков инвестиционных проектов во внимание был принят показатель  $NPV$  как наиболее распространенный в практике инвестиционного проектирования. Этот показатель рассчитывается по известным экономическим соотношениям и основан на оценке денежных потоков от операционной, инвестиционной и финансовой деятельности предприятия. Показатель  $NPV$  рассчитывается по базовой формуле:

$$NPV = PV - I_0, \tag{2}$$

где  $PV$  – современная стоимость денежного потока;  $I_0$  – сумма инвестиций.

Величина  $PV$  определяется по формуле (3):

$$PV = \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t},$$

где  $r$  – норма доходности;  $n$  – число периодов реализации проекта;  $CF_t$  – чистый поток платежей в период времени  $t$ .

В случае, если инвестиционные расходы осуществляются в течение ряда лет, формула (2) примет следующий вид:

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}. \tag{4}$$

При внедрении MES-системы, на первый взгляд, нетрудно оценить инвестиционные затраты  $I_0$ , связанные с приобретением оборудования и программного обеспечения. Для этого достаточно разместить запрос на технико-коммерческое предложение у потенциальных интеграторов. Как правило,

техничко-коммерческое предложение содержит весьма точную информацию о стоимости проектирования, закупки и установки системы.

Аналогично можно посчитать затраты на техническую поддержку системы. Но эти расходы составляют только часть общих затрат на внедрение MES-системы. Гораздо сложнее оценить затраты, связанные с доработкой программного обеспечения под требуемые задачи предприятия.

Впоследствии система может модернизироваться для охвата новых задач. Именно поэтому для создания эффективной MES-системы нужно инвестировать в соответствующее оборудование с расчетом на будущее расширение, имея в виду планы предприятия как минимум на пять или более лет<sup>4</sup> [20].

Наибольшую сложность при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов представляет расчет чистого потока платежей  $CF_t$ . Для упрощения такого расчета предлагается не строить полную модель денежных потоков предприятия, а ограничиться расчетом экономии денежных средств от внедрения MES-системы. Для этого в первом приближении можно использовать такой объективно измеримый показатель производственного процесса, как сокращение времени цикла производства. В этом случае для расчета годовой экономии денежных средств от внедрения MES-системы можно использовать формулу:

$$TS_t = S_{t1} \cdot N \cdot Ph, \quad (5)$$

где  $TS_t$  – общая экономия денежных средств от внедрения MES-системы в год, усл. ден. ед.;  $S_{t1}$  – экономия времени на производство одной серии (партии) продукции, час;  $N$  – количество серий (партий) продукции в год;  $Ph$  – цена часа производства, усл. ден. ед.

<sup>4</sup> Muller S. Manufacturing Execution System (MES). Books on Demand, 2015, 148 p.

### Пример реализации результатов исследования на практике

Рассмотрим пример оценки экономической эффективности проекта по внедрению MES-системы на одном из российских предприятий оборонно-промышленного комплекса. Исходные данные для расчета начальных инвестиций приведены в табл. 2.

Таким образом, начальные инвестиции  $I_0$  составят 62 550 тыс. руб. Исходные данные для расчета годовой экономии денежных средств от внедрения MES-системы приведены в табл. 3.

Используя формулу (5), получаем  $TS_t = 27 756,9$  тыс. руб. В табл. 4 приведены исходные данные для расчета  $NPV$  проекта по внедрению MES-системы.

Расчет  $NPV$  проекта представлен в табл. 5.

Проведенные расчеты показывают, что рассматриваемый проект окупает себя за три года. Среднее значение эффекта от внедрения составляет 11 230,3 тыс. руб. в год.

### Заключение

Рассмотренные в статье вопросы внедрения MES-систем касаются, главным образом, оперативного управления производственными процессами. Вместе с тем следует отметить, что в последние годы наблюдается тенденция появления на рынке MES-систем нового поколения, получивших название систем управления объединенным производством (*Collaborative MES* или *c-MES*). Появление таких систем отражает существенный прогресс в управлении производством, что обусловлено следующими факторами:

- сформировались общие стандарты и методологии создания MES-систем;
- роль MES-систем меняется, фокусируясь на интерактивных процессах всего предприятия;
- программное обеспечение все чаще конфигурируется и реже дорабатывается в силу того, что решения обычно содержат

- обширные библиотеки различных производственных ситуаций с настраиваемыми компонентами и шаблонами;
- программное обеспечение требует значительно меньших усилий по реализации специфичных интерфейсов в случае, если в комплекте с ним поставляются настраиваемые интерфейсы и схемы;
  - внедрение *c-MES* требует профессионализма в бизнесе наряду со знаниями в области информационных технологий;
  - возврат инвестиций в *c-MES* значительно ускорился из-за увеличения функциональности и снижения стоимости;
  - возврат инвестиций и стоимость всех этапов жизненного цикла стали более предсказуемыми вследствие роста функциональности отдельных компонентов и снижения затрат на программирование.
- Ошибки в управлении объединенным производством ведут не только к снижению продаж и поставок, упущенным возможностям, но и отражаются на таких показателях, как рентабельность активов, операционная рентабельность, процент несвоевременных поставок. Повышение глобальной конкуренции, развитие сетевой экономики и дальнейшее усложнение продукции (применение новых технологий, снижение длительности жизненного цикла и т.д.) создают предпосылки для дальнейшего расширения применения *c-MES* для поддержки концепции объединенного производства. Помимо традиционных задач *MES*, касающихся оптимизации производства, основу модели *c-MES* составляет задача обмена точными, детальными и своевременными данными с системами и персоналом по всей цепочке создания добавочной стоимости.

**Таблица 1****Функциональные подсистемы внедренных MES-систем на платформе SIMATIC IT****Table 1****Functional subsystems of MES systems integrated through the SIMATIC IT platform**

<b>№ п/п</b>	<b>Название подсистемы</b>	<b>Краткое описание подсистемы</b>
1	Подсистема оперативного планирования производства	Функции подсистемы реализованы в модуле Product Definition Manager (менеджер описания продукции). В этом модуле представлено детальное математическое описание всех процессов, связанных с выпуском каждого из выпускаемых или планируемых к выпуску препаратов
2	Подсистема управления складом сырья и компонентов, необходимых для производства продукции	Функции подсистемы реализованы в программно-аппаратном комплексе адресного хранения и модификации кодов материалов поставщика с присвоением уникального кода, единого для всего жизненного цикла каждого из компонентов в рамках предприятия
3	Подсистема управления материальными потоками, начиная со склада сырья до склада готовой продукции	Функции подсистемы реализованы в модуле управления материальными потоками Material Manager (менеджер материалов), который позволяет получить данные с каждого участка (до 35 точек аппаратного контроля) на этапах перемещения сырья и материалов с помощью сканеров кода или считывателей RFID-меток
4	Подсистема обработки планов производства для максимальной загрузки технологического оборудования	Формирование планов осуществляется на основе взаимодействия модуля Production Modeler (модель производства) с модулями Product Definition Manager (менеджер описания продукции), Personnel Manager (менеджер персонала), Production Order Manager (менеджер производственных заказов) и Material Manager (менеджер материалов)
5	Подсистема контроля состояния технологического оборудования, управления технологией очистки и подготовки оборудования для производства продукции	Функции подсистемы реализованы в модулях самодиагностики, контроля внутренних параметров и взаимодействия с внешними системами планирования производства. Они позволяют с высокой степенью точности прогнозировать отказы оборудования, выстраивать графики ремонта и минимизировать объем склада комплектующих и запчастей
6	Подсистема мониторинга производственных сред и формирование электронного досье на каждую серию выпускаемой продукции	Функции подсистемы реализованы в модуле Historian. Он представляет собой программно-аппаратный комплекс, получающий всю информацию непосредственно от аппаратных средств мониторинга качества производственных сред – качество воздуха, воды, газов, необходимых для технологии, а также данных от производственного оборудования и систем человеко-машинного интерфейса в случаях ввода данных авторизованным персоналом ручным способом
7	Подсистема управления персоналом, допущенным к выполнению технологических процессов	Функции подсистемы реализованы в модуле Personnel Manager (менеджер персонала). База данных учетных записей полностью синхронизирована с MES-системой и, если при подготовке к производству того или иного препарата, выяснится, что выделенные сотрудники не прошли соответствующего обучения, производство будет заблокировано
8	Подсистема управления лабораторными исследованиями, необходимыми для разрешения выпуска продукции со склада карантинного хранения на склад готовой продукции и последующей реализации	Функции подсистемы реализованы в модуле Unilab. Информация, которая поступает в базу данных модуля, обрабатывается по определенным алгоритмам и представляется лицу, принимающему решение в виде удобных для анализа взаимосвязанных трендов и диаграмм. В отдельных случаях система может сама принять решение о судьбе серии лекарственных препаратов, исходя из совокупности критериев приемлемости и накопленной архивной информации
9	Подсистема учета энергетических ресурсов, затраченных на производство продукции	Функции подсистемы позволяют эффективно реализовывать различные режимы энергосбережения: «производство», «ночной режим», «очистка помещений», «консервация зоны» и др.

*Источник:* авторская разработка

*Source:* Authoring

**Таблица 2**  
**Начальные расходы на проект по внедрению MES-системы**

**Table 2**  
**Initial costs of the MES system project**

№ п/п	Наименование показателя	Сумма, тыс. руб.
1	Затраты на описание бизнес-процессов	8 550
2	Затраты на приобретение (модернизацию) аппаратной части	11 250
3	Затраты на программное обеспечение	36 000
4	Затраты на обучение персонала	6 750
<b>Итого...</b>		<b>62 550</b>

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 3**  
**Данные для расчета  $TS_t$**

**Table 3**  
**Data for the calculation of  $TS_t$**

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Экономия времени на производство одной серии (партии) продукции $S_{t1}$	4,76 ч
2	Количество серий (партий) продукции в год $N$	2 700 ед.
3	Цена часа производства $Ph$	2 160 руб.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 4**  
**Исходные данные для расчета NPV-проекта**

**Table 4**  
**Baseline data to measure the Project's NPV**

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Начальные инвестиции $I_0$	62 550 000 руб.
2	Годовая экономия денежных средств от внедрения MES-системы $TS_t$	27 756 900 руб.
3	Годовые расходы на техническое обслуживание системы $I_t$	2 250 000 руб.
4	Норма доходности $r$	10%
5	Горизонт планирования $n$	7 лет

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 5**  
**Расчет NPV-проекта**

**Table 5**  
**The Project's NPV calculation**

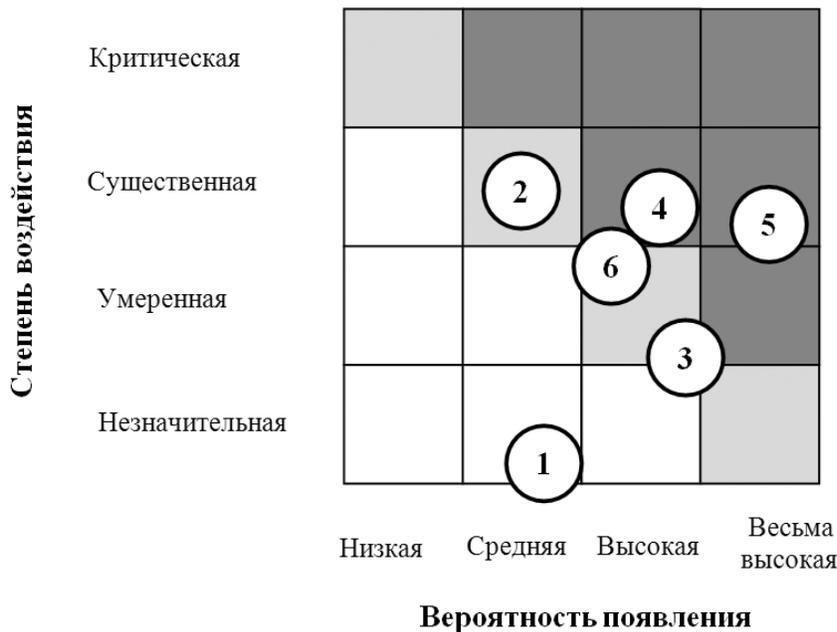
Год	Инвестиции, тыс. руб.	Экономия, тыс. руб./год	$Cf_t$ , тыс. руб.	$CF_t / (1 + r)^n$ , тыс. руб.	NPV, тыс. руб.
0	62 550	0	-62 550	-62 550	-62 550
1	2 250	27 757	25 507	23 188	-41 470
2	2 250	27 757	25 507	21 080	-20 390
3	2 250	27 757	25 507	19 164	690
4	2 250	27 757	25 507	17 422	21 770
5	2 250	27 757	25 507	15 838	42 850
6	2 250	27 757	25 507	14 398	63 931
7	2 250	27 757	25 507	13 089	85 011

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 1**  
**Матрица оценки рисков внедрения систем автоматизации производства и оптимизации производственной деятельности**

**Figure 1**  
**The matrix for assessment of MES risks and optimization of the production**



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Innovative Quality Improvements in Operations: Introducing Emergent Quality Management. Ed. by Backström T., Fundin A., Johansson P.E. Springer, 2017. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55985-8>
2. Heizer J., Render B., Munson Ch. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. 12th Edition. Pearson, 2017, 918 p.
3. Батьковский А.М. Общая характеристика инновационной деятельности экономических систем // Экономические отношения. 2012. № 1. С. 3–8.
4. Зубкова О.В. Системные противоречия, возникающие в процессе оперативного управления промышленным предприятием // Экономический анализ: теория и практика. 2010. № 18. С. 39–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/sistemnye-protivorechiya-voznikayuschie-v-protseesse-operativnogo-upravleniya-promyshlennym-predpriyatiem>
5. Чернов В.Ф., Чернов И.В. Технология генерации ИТ-системы на Smart-MES. Lambert Academic Publishing, 2016. 304 с. URL: <http://inform-system.ru/files/978-3-659-84831-5.pdf>
6. Sustainable Operations Management: Advances in Strategy and Methodology. Ed. by Chiarini A. Springer, 2015, 222 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14002-5>
7. Корягин Н.Д., Сухоруков А.И., Медведев А.В. Реализация современных методологических подходов к менеджменту в информационных системах управления. М.: МГТУ ГА, 2015. 148 с.
8. Зубкова О.В., Артемова А.Н. Проблема соответствия показателей оперативного управления предприятием его текущей стратегии // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 23. С. 23–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problema-sootvetstviya-pokazateley-operativnogo-upravleniya-predpriyatiem-ego-tekuschey-strategii>
9. Models and Methods in Economics and Management Science. Ed. by Ouardighi F.E., Kogan K. Springer, 2013, 254 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-00669-7>
10. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Калачанов В.Д. Оптимизация процессов концентрации и специализации производства продукции в оборонно-промышленном комплексе // Радиопромышленность. 2014. № 3. С. 171–181.
11. Андреев Е.Б., Куцевич И.В., Куцевич Н.А. MES-системы: взгляд изнутри. М.: RTSoft, 2015. 240 с.
12. Adegbite O.E., Simintiras A.C., Dwivedi Y., Ifie K. Organisational Adaptations: A Pluralistic Perspective. Springer International Publishing, 2018, 167 p.
13. Halevi G. Industrial Management – Control and Profit: A Technical Approach. Springer, 2014, 273 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03470-6>
14. Rao R.V. Advanced Modeling and Optimization of Manufacturing Processes: International Research and Development. Springer, 2010, 380 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-015-1>
15. Carayannis E.G., Samara E.T., Bakouros Y.L. Innovation and Entrepreneurship: Theory, Policy and Practice. Springer, 2015, 218 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11242-8>
16. Eiselt H.A., Sandblom C.-L. Operations Research: A Model-Based Approach. Springer, 2013, 446 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31054-6>

17. *Anderson E.J.* Business Risk Management: Models and Analysis. Wiley, 2013, 384 p.
18. *Boje D.* Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations. Routledge, 2015, 314 p.
19. *Jash C., Saha D.* Implementing SAP Manufacturing Execution. SAP Press, 2016, 480 p.
20. *Lamb F.* Industrial Automation: Hands On. McGraw-Hill, 2013, 368 p.

#### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## THE DEVELOPMENT OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF PRODUCTION PROCESSES IN THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX

Aleksandr M. BAT'KOVSKII <sup>a\*</sup>, Pavel V. KRAVCHUK <sup>b</sup>, Valerii Ya. TROFIMETS <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI), Moscow, Russian Federation  
batkovsky@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5145-5748>

<sup>b</sup> Intelelectron Research Center, Moscow, Russian Federation  
p.kravchuk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2379-4291>

<sup>c</sup> Saint-Petersburg Mining University (SPMU), St. Petersburg, Russian Federation  
zemifort@inbox.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

### Article history:

Received 26 November 2018  
Received in revised form  
17 December 2018  
Accepted 9 January 2019  
Available online  
15 February 2019

**JEL classification:** C18, C50,  
D81

**Keywords:** enterprise,  
military-industrial complex,  
management, production  
processes

### Abstract

**Subject** The article dwells upon operational management of production processes in the military-industrial complex. We scrutinize theoretical principles for operational management improvement by integrating manufacturing execution systems (MES) and optimizing the production.

**Objectives** We devise tools to assess MES risks and optimize the production, and a technique for the feasibility study of investment projects if they are implemented in the military-industrial complex.

**Methods** To analyze the MES risks and optimize the production at enterprises of the military-industrial complex, we determined baseline factors influencing the process. The article reviews two risk assessment approaches. As part of the qualitative approach, we suggest using the ordinal scales underlying the matrix of risk probability assessment and effect. As part of the quantitative approach, we suggest computing the integral risk factor.

**Results** We justified the choice of the matrix-based management mechanism for MES project implementation and optimization of the production in the military-industrial complex. The article sets out our own feasibility study technique in order to improve the operational management of production processes. The technique intends to simplify the computation of net cash flow by applying the production cycle reduction indicator, which is easily measured.

**Conclusions and Relevance** If enterprises in the military-industrial complex implement the results of this research, they will be able to increase their productivity, quality of output and reduce the idle time. The findings are advisable for enterprises operating in the military-industrial complex.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Bat'kovskii A.M., Kravchuk P.V., Trofimets V.Ya. The Development of Operational Management of Production Processes in the Military-Industrial Complex. *National Interests: Priorities and Security*, 2019, vol. 15, iss. 2, pp. 328–342.  
<https://doi.org/10.24891/ni.15.2.328>

### Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research as part of scientific project № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.

## References

1. Innovative Quality Improvements in Operations: Introducing Emergent Quality Management. Ed. by Backström T., Fundin A., Johansson P.E. Springer, 2017.  
URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55985-8>
2. Heizer J., Render B., Munson Ch. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2017, 918 p.
3. Bat'kovskii A.M. [Common characteristics of economic systems' innovative activity]. *Ekonomicheskie otnosheniya = Journal of International Economic Affairs*, 2012, no. 1, pp. 3–8. (In Russ.)
4. Zubkova O.V. [The system contradiction between profitability maximization and liquidity maximization in the industrial enterprise operative management]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2010, no. 18, pp. 39–49.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/sistemnye-protivorechiya-voznikayuschie-v-protsesse-operativnogo-upravleniya-promyshlennym-predpriyatiem> (In Russ.)
5. Chernov V.F., Chernov I.V. *Tekhnologiya generatsii IT-sistemy na Smart-MES* [The technology for Smart-MES IT system generation]. Lambert Academic, 2016, 304 p.  
URL: <http://inform-system.ru/files/978-3-659-84831-5.pdf> (In Russ.)
6. Sustainable Operations Management: Advances in Strategy and Methodology. Ed. by Chiarini A. Springer, 2015, 222 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14002-5>
7. Koryagin N.D., Sukhorukov A.I., Medvedev A.V. *Realizatsiya sovremennykh metodologicheskikh podkhodov k menedzhmentu v informatsionnykh sistemakh upravleniya* [Implementation of modern methodological approaches to management in information management systems]. Moscow, MSTUCA Publ., 2015, 148 p.
8. Zubkova O.V., Artemova A.N. [Conformance indicators operational management problem company its current strategy]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2011, no. 23, pp. 23–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problema-sootvetstviya-pokazateley-operativnogo-upravleniya-predpriyatiem-ego-tekushey-strategii> (In Russ.)
9. Models and Methods in Economics and Management Science. Ed. by Ouardighi F.E., Kogan K. Springer, 2013, 254 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-00669-7>
10. Bat'kovskii A.M., Bat'kovskii M.A., Kalachanov V.D. [Optimization of processes of concentration and specialization of production in the military-industrial complex]. *Radiopromyshlennost' = Radio Industry*, 2014, no. 3, pp. 171–181. (In Russ.)
11. Andreev E.B., Kutsevich I.V., Kutsevich N.A. *MES-sistemy: vzglyad iznutri* [MES systems: An Insight]. Moscow, RTSoft Publ., 2015, 240 p.
12. Adegbite O.E., Simintiras A.C., Dwivedi Y., Ifie K. *Organisational Adaptations: A Pluralistic Perspective*. Springer International Publishing, 2018, 167 p.
13. Halevi G. *Industrial Management – Control and Profit: A Technical Approach*. Springer, 2014, 273 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03470-6>
14. Rao R.V. *Advanced Modeling and Optimization of Manufacturing Processes: International Research and Development*. Springer, 2010, 380 p.  
URL: <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-015-1>

15. Carayannis E.G., Samara E.T., Bakouros Y.L. *Innovation and Entrepreneurship: Theory, Policy and Practice*. Springer, 2015, 218 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11242-8>
16. Eiselt H.A., Sandblom C.-L. *Operations Research: A Model-Based Approach*. Springer, 2013, 446 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31054-6>
17. Anderson E.J. *Business Risk Management: Models and Analysis*. Wiley, 2013, 384 p.
18. Boje D. *Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations*. Routledge, 2015, 314 p.
19. Jash C., Saha D. *Implementing SAP Manufacturing Execution*. SAP Press, 2016, 480 p.
20. Lamb F. *Industrial Automation: Hands On*. McGraw-Hill, 2013, 368 p.

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.