

УДК 658.5

МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

© 2024 А.Ю. Туманов

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 05.02.2024

Постановка задачи (актуальность работы). Совокупность факторов производства, а также наличие внешних воздействий на производственную структуру и возможность экологических последствий на окружающую среду от этих воздействий определяет необходимость совершенствования моделей организации производства. Целью работы является разработка моделей организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры. Используемые методы. Методы организации производства, исследования операций, управления качеством, методы бережливого производства, методы системной динамики, процессный подход. Гипотеза исследования: достижение высоких значений уровня организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры обеспечивается рационализацией и оптимизацией размещения оборудования с учетом воздействия внешних факторов среды, и интенсификацией использования цифровых производственных технологий в концепции «Индустрии 4.0» и методов бережливого производства. В ходе работы были получены следующие научные результаты: разработана базовая процессная модель организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры. Разработана процессная модель рационального размещения оборудования для организации мелкосерийного производства в концепции Индустрии 4.0 для решения задач обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры. Разработана математическая модель многокритериальной задачи выбора оборудования на основе критерия результативности организации производства для обеспечения качества процессов устойчивости функционирования объектов производств в условиях негативных воздействий факторов среды.

Ключевые слова: модель, организация производства, обеспечение качества, инфраструктура, процессы, устойчивость, факторы внешней среды.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-1-32-41

EDN: STOALD

1. ВВЕДЕНИЕ

Организация производства на предприятиях охватывает комплекс задач самого разнообразного характера, ключевой из которых является выбор и обоснование производственной структуры предприятия. Основным путем повышения уровня организации производства для обеспечения качества производственных процессов, в том числе приборостроительных производств, для которых характерна сложность производства, широта номенклатуры изделий и деталей в сочетании с разнообразием применяемых технологических процессов на предприятиях полного цикла (литье;ковка; горячая и холодная штамповка; механическая обработка; термическая, химическая, электрохимическая обработка; нанесение гальванических покрытий; сварка; электромонтажные работы и др.) является интенсификация использования цифровых производственных технологий, методов бережливого производства, надежного автоматизированного контроля качества, гибкого управления цепочками поставок. Особенную значимость вопросов повышения уровня организации производства в последние годы определяет возможность воздействия внешних факторов среды на производственную структуру, так и возможность экологических последствий на окружающую среду от этих воздействий. Совокупность вышеуказанных факторов определяет необходимость совершенствования моделей организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры в условиях воздействий внешних факторов среды. Под качеством понимается соответствие совокупности присущих характеристик объекта требованиям [1, 2], в соответствии с которыми должны учитываться факторы, которые влияют на устойчивость организации. Это могут быть внешние факторы как правовые, технологические и экономические и другие условия. Вместе с тем известные решения по организации производства не в полной мере

Туманов Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности. E-mail: toutanov@mail.ru

учитывают специфику объектов и требований к оценке и прогнозированию устойчивости функционирования организаций в условиях таких воздействий, установленных в нормативных документах [3, 4], а также необходимость формирования решений о выборе необходимых ресурсов.

Объектом исследования является производственная инфраструктура и ее элементы. Предметом исследования является моделирование организации мелкосерийного производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры в условиях воздействий внешних факторов среды.

Гипотеза исследования: достижение высоких значений уровня организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры обеспечивается рационализацией и оптимизацией размещения оборудования с учетом воздействия внешних факторов среды, и интенсификацией использования цифровых производственных технологий в концепции «Индустрии 4.0» и методов бережливого производства.

Целью работы разработка моделей организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры. Для этого должны быть решены следующие задачи:

провести анализ требований и наличия формализованных способов и процессов повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры в научной литературе и нормативных документах;

рассмотреть возможность применения процессного подхода к моделированию организации производства и на его основе провести формализацию процессной модели организации производства верхнего уровня методами динамического имитационного моделирования в нотации Systems Dynamics;

разработать базовую процессную имитационную модель рационального размещения оборудования для организации мелкосерийного производства для решения задач обеспечения устойчивости в условиях воздействия отрицательных внешних факторов среды;

разработать математическую модель многокритериальной задачи выбора оборудования в условиях ограничений по устойчивости функционирования объекта в условиях негативных воздействий факторов среды.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УСТОЙЧИВОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОЦЕССОВ

Нормативные документы, связанные с организацией производства продукции и услуг устанавливают ряд требований к разработчику продукции и процессов. Так в ГОСТе Р 15.301-2016 разработчику продукции и процессов предлагается особое внимание необходимо обращать на основе исходных требований заказчика на обеспечение следующих требований: безопасности; ресурсосбережения; устойчивости к внешним воздействиям.

Принципы бережливого производства, установленные в ГОСТ Р 56020—2020 содержат требования по устойчивости технических объектов. Построение потоков создания ценности для потребителя и сокращение потерь следует рассматривать совместно с рисками возникновения опасных ситуаций. Согласно документу, увеличение скорости потока и сокращение потерь не должны приводить к снижению требуемого уровня технической, экономической, социальной, экологической и других видов безопасности. Организация производства должна быть спланировано таким образом, чтобы обеспечить встроенное качество.

Организация производства начинается с организации и выстраивания структуры производственных систем — производственной инфраструктуры.

В состав инфраструктуры в соответствии с [2, 17] входят здания и связанные с ними инженерные сети и системы, оборудование, включая технические и программные средства; транспортные ресурсы; информационные и коммуникационные технологии.

Производственная инфраструктура как часть производственной системы, благодаря саморегулированию, может в определенных пределах приспособиться к внешним изменениям среды. Благодаря этому свойству инфраструктура сохраняет свою устойчивость. Если в результате внешнего воздействия из производственного процесса будет изъято критическое количество оборудования, то возникнут значительные проблемы с сохранением запланированного уровня производства.

Основные пути совершенствования производственной инфраструктуры предложены в [5]. Требования к инфраструктуре и устойчивость функционирования предприятий при различных воздействиях внешней среды определяется в [3], при этом устойчивость определяется как способность объектов противостоять опасностям, возникающим при воздействиях факторов внешней среды, с целью:

поддержания выпуска продукции в запланированном объеме и номенклатуре;
 предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровью персонала, населения и материального ущерба;

восстановления в минимальные сроки утраченных функций объектов.

Рассмотрим пути и способы по повышению устойчивости объекта инфраструктуры промышленного предприятия [3. 17]. С организацией производства сопрягаются способы, связанные с состоянием производственной инфраструктуры, рациональным размещением объекта (цеха) и оборудования, характеристиками оборудования и защитой оборудования от действия факторов внешней среды.

Таблица 1. Анализ требований и наличия формализованных способов и процессов повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры, сопряженные с организацией производства и качеством процессов

Но-мер п/п	Наименование способов повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры	ГОСТ Р 15.301-2016 система разработки и постановки продукции на производство	1. ГОСТ Р 22.2.12-2020. Повышение устойчивости функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях.	ГОСТ Р 56020—2020 Принципы бережливого производства	ГОСТ Р 56407—2023 Бережливое производство. Основные инструменты и методы их применения	ГОСТ Р МЭК 61512-1–2016 Управление серийным производством	ГОСТ Р ИСО 9001—2015. Системы менеджмента качества Требования.
1	Рациональное размещение объектов и оборудования относительно источников опасности	-	+	+/-	+/-	-	-
2	Разделение (структурно-функциональное и физическое)	-	+	+/-	+/-	-	-
3	Повышение качественных показателей оборудования по критерию прочности	-	+	+/-	+/-	-	-
4	Ранообразиие (конструктивное и физическое)	-	+	+/-	+/-	-	-
5	Защита оборудования	-	+	+/-	+/-	-	-
6	Резервирование (структурное, функциональное временное)	-	+	+/-	+/-	-	-
7	Дублирование	-	+	+/-	+/-	-	-
8	Создание запасов	-	+	+/-	+/-	-	-
9	Аварийная остановка оборудования	-	+	+/-	+/-	-	-

Автором проведен анализ необходимости и наличия способов и процессов повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры в научной литературе и нормативных документах.

В таблице 1 представлены результаты анализа нормативных актов и научных работ.

Знаком «+» показано наличие, а «-» отсутствие требований способов и процессов повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры в нормативном документе. Несмотря на необходимость требований по устойчивости объектов к внешнему воздействию, вопросы создания моделей и методов организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры рассмотрены явно недостаточно. Следовательно, необходимо разработать такие модели организации производства, которые более полно будут учитывать воздействие отрицательных внешних факторов среды для обеспечения качества процессов повышения устойчивости путем выполнения требований по сохранности необходимого оборудования для выпуска продукции.

3. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ

3.1. Модель организации производства

3.1.1 Формализация модели организации производства

Для детального представления и последующей интерпретации реализации требований обеспечения качества процессов организации производства для повышения устойчивости объектов производственной инфраструктуры в формализованном виде выполнено моделирование в программе iThink [11]. Программа iThink обеспечивают проведение динамического имитационного моделирования. Ithink используют систему обозначений Systems Dynamics.

В ходе работы проведена формализация процесса организации производства. Предложен «поточный» подход представления комплексной процессной модели в виде взаимосвязанных процессных и математических моделей, структурирования функции качества и информационных описаний, разложенных по взаимосвязанным уровням.

Обозначим модель организации производства верхнего уровня как M_f . Структура модели представлена на рис.1. В программе iThink с учетом характеристик анализируемого процесса представлено в укрупненном виде шести взаимосвязанных фреймов. Каждый фрейм содержит подмодель.

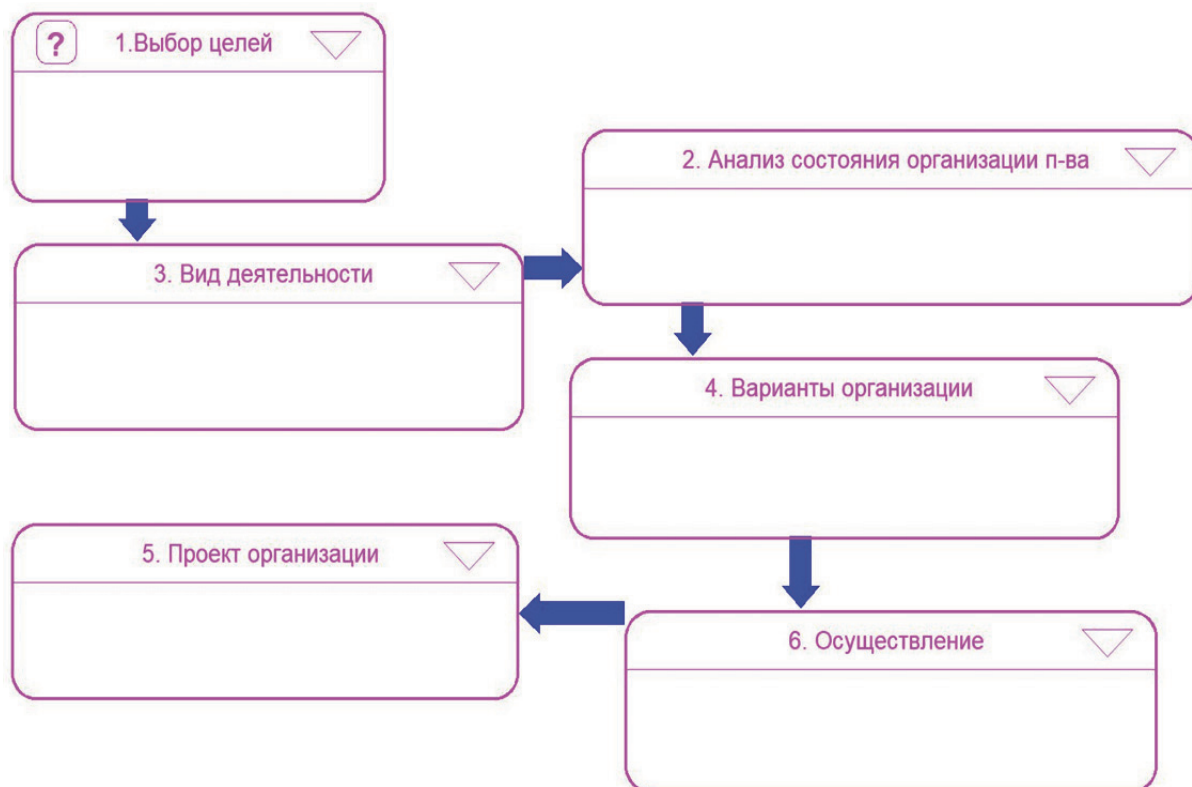


Рис. 1. Модель M_f процесса организации производства верхнего уровня в нотации iThink

Таблица 2. Организация производств приборов и электронной продукции в условиях негативных воздействий

Области деятельности	Основные цели организации производства	Мероприятия по реализации целей организации производства
1	2	3
Изготовление и поставка приборов и электронной продукции потребителям	Выполнение планов производства по номенклатуре, ассортименту и качеству продукции в требуемые сроки в условиях негативных воздействий	Разработка и совершенствование методов и моделей организации производства для решения задач пожарной, промышленной и экологической безопасности и устойчивости функционирования производства
Улучшение качества и обеспечение конкурентоспособности приборов и электронной продукции	Обеспечение стабильности выпуска продукции высокого качества, сокращение брака и рекламаций в условиях негативных воздействий и чрезвычайных ситуаций	Организация подготовки производства, производственных процессов, работы по обеспечению качества продукции

Таблица 3. Внедрение мелкосерийного производства с учетом концепции «Индустрии 4.0»

Стратегия	Описание	Мелкосерийное производство	
		технологии	тенденции
Цифровые производственные технологии	Обработка с ЧПУ и 3D-печать обеспечивают скорость, точность и гибкость	3D печать Инструменты с ЧПУ Быстрая оснастка	Применение Индустрии 4.0, могут значительно улучшить мелкосерийное производство. Эти технологии позволяют в режиме реального времени вносить коррективы и оптимизировать ПП
Методы бережливого производства [8, 10]	Такие методы, как производство «точно в срок» (JIT), могут повысить эффективность.	JIT «точно в срок»	
Надежный контроль качества	Обеспечение стабильного качества продукции с помощью автоматизированных систем	Технологии автоматизации, интегрированные в мелкосерийное производство. Использование роботов	
Гибкое управление цепочками поставок	Выбор надежных поставщики и повышение эффективности СУЗ	и ИИ может снизить трудозатраты, повысить эффективность и обеспечить круглосуточное производство, что является существенным преимуществом для мелкосерийного производства.	

3.1.2 Разработка модели организации производства в условиях отрицательных внешних факторов среды

Первым этапом в модели организации производства является целеполагание. В таблице 1 во втором столбце представлены основные цели организации производства приборов и электронной продукции в условиях негативных воздействий и чрезвычайных ситуаций.

Наибольший интерес с точки зрения разработки моделей и методов организации производства представляет Фрейм 4 «Разработка вариантов организационной концепции и выбор оптимального варианта»

В дальнейшем представим в виде в модельном виде детализированной схемы процесса в нотации iThink [11] и обозначим М4.

Тип производства является одним из основных факторов, влияющих на организацию производства [3]. Разработка варианта организации производства в рамках разрабатываемой модели может быть представлена по типу производства. В рамках исследования предлагается внедрение мелкосерийного производства с учетом концепции «Индустрии 4.0» (табл. 3).

Аддитивные технологии имеют ряд преимуществ:

сокращение времени на разработку технологического процесса и адаптацию под конкретный заказ;

существенное упрощение логистики.

Для формализованного описания, выявления и решения проблем повышения эффективности создана базовая модель организации производства предприятия с мелкосерийным типом производства – М4М.

Базовыми структурами в соответствии с [13] названы функционально-необходимые структуры (ФНС).

С учетом выявленной специфики воздействия отрицательных внешних факторов среды модель построена в виде структуры взаимосвязей основных подпроцессов организации производства с учетом воздействия негативных факторов. Модель обозначим М4Мрф.

Таблица 4. Подпроцессы М4Мрф – модели организации размещения оборудования модельного уровня в нотации iThink

№ п/п	Наименование подпроцессов	Обозначение подпроцесса
1.	Выбор оборудования из БД	<i>Vo</i>
2.	Выбор конструкции цеха (многоэтажный, ангарный)	<i>Vk</i>
3.	Выбор типа производства;	<i>Tr</i>
4.	Создание начального варианта размещения оборудования	<i>2DM3</i>
5.	Задание ограничений из БД ограничений;	<i>Oi</i>
6.	Выбор критериев для расчета параметров модели из БД критериев;	<i>Vkr</i>
7.	Расчет показателей по критериям, выбранным для оценки;	<i>RAS</i>
8.	Корректировка варианта размещения оборудования с учётом ограничений	<i>KORR</i>
9.	Создание трехмерной 3D модели защищаемого оборудования	<i>3DM3</i>
10.	Сохранение проекта в БД проектов	<i>SAVEpr</i>

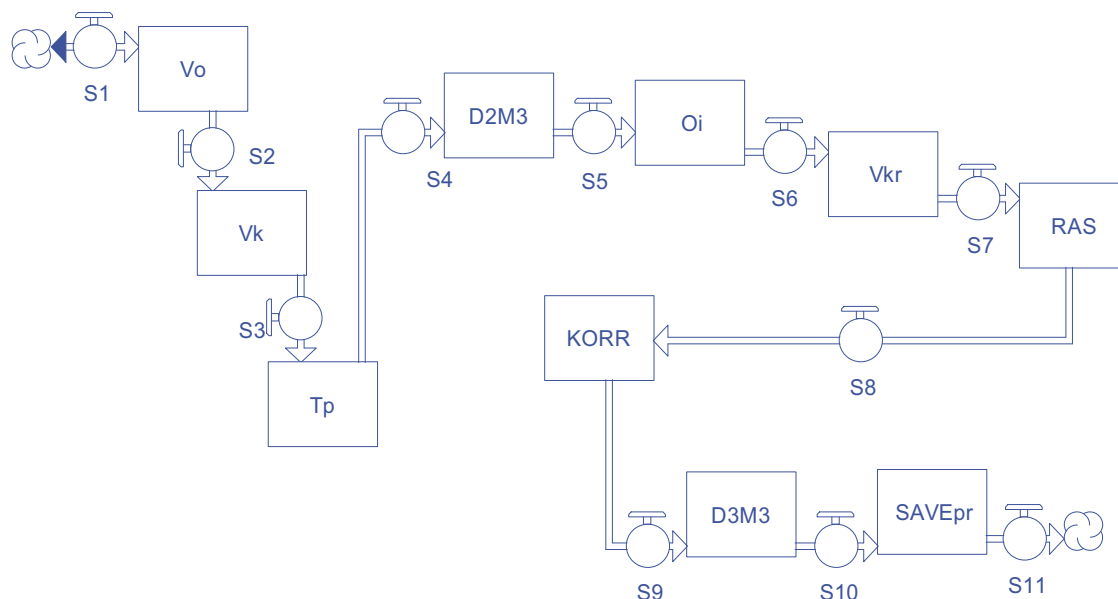


Рис. 2. Базовая процессная модель размещения оборудования в нотации iThink модельного уровня (M4Mpo)

В качестве примера приведен один из элементов комплексной модели организации производства -- модель рационального размещения оборудования для организации мелкосерийного производства (M4Mpo) Для формализации модели M4Mpo в таблице 4 даны обозначения подпроцессов модели размещения оборудования для модельного уровня iThink.

Модель M4Mpo представлена на рис. 2. В такой компоновке подпроцессов модели размещения оборудования модельного уровня в нотации iThink заложены широкие возможности и улучшения качества процессов организации производства и ликвидации несоответствий в случае нерационального размещения оборудования и объемно-планировочных решений цеха.

3.1.3 Математическое моделирование процесса выбора оборудования

Подпроцессы 5,6 и 7 (Задание ограничений из БД ограничений; Выбор критериев для расчета параметров модели из БД критериев; Расчеты показателей по критериям, выбранным для оценки) соответствуют математическому описанию модели организации рационального размещения оборудования. Ниже представлена символьная математическая модель многокритериальной задачи выбора оборудования приборостроительных производств.

При организации производства могут быть предъявлены различные требования к закупаемому по проекту оборудованию. В качестве требований выступают определенные характеристики и ограничения по безопасности – устойчивость производственной структуры и оборудования к действию внешних факторов, наличие защитных ограждений и т.д.

В общем виде, разработанная математическая модель многокритериальной задачи выбора оборудования выглядит следующим образом, представленном в формуле вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} F(x) = \alpha_1 \cdot x_1 - \alpha_2 \cdot x_2 \rightarrow \max \\ x_1 = \sum_{i=1}^n a_{ij} \\ x_2 = b_j \\ \sum_{i=1}^n a_{ij} > 0 \\ b_j > 0 \\ \alpha_1 + \alpha_2 = 1; 0 < \alpha_1 < 1; 0 < \alpha_2 < 1 \\ i = 1 \dots n; j = 1 \dots m; \\ m \in N; a_{ij} \in N; n \in N; b_j \in N \end{array} \right. \quad (1)$$

где x_1 – множество оценок характеристик; x_2 – множество оценок стоимости;

$i = 1 \dots n$ – перечень и количество характеристик оборудования;

$j = 1 \dots m$ – перечень для выбора оборудования, m – количество рассматриваемого для выбора оборудования;

a_{ij} – балл для i -й характеристики j -го оборудования относительно требований;

b_j – балл для стоимости j -го оборудования;

α_1 и α_2 – весовые коэффициенты.

Из формулы 3.1 видно, что критерием выбора лучшего варианта оборудования является достижение целевой функции более высоких значений для более высокой устойчивости оборудования к действию факторов внешней среды, но при минимизации стоимости оборудования по сравнению с альтернативным вариантом, что будет показывать и более высокую результативность организации производства.

Таким образом сформулирован и математически представлен критерий результативности организации производства для обеспечения качества процессов устойчивости функционирования объектов производств в условиях негативных воздействий.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе работы были получены следующие результаты:

Произведена формализация процессной модели организации производства верхнего уровня методами динамического имитационного моделирования в нотации Systems Dynamics.

Разработана базовая процессная имитационная модель рационального размещения оборудования для организации мелкосерийного производства в концепции Индустрии 4.0 для решения задач обеспечения устойчивости в условиях воздействия внешних факторов среды.

Разработана математическая модель многокритериальной задачи выбора оборудования производственной инфраструктуры для решения задач обеспечения устойчивости в условиях воздействия внешних факторов среды.

5. ОБСУЖДЕНИЕ

Приведенные в статье результаты в необходимой, но недостаточной мере отражают аспекты создания моделей организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры. На основе предложенных базовых моделей и критерия результативности в дальнейшем появляется возможность разработать:

комплексную модель организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры для решения задач промышленной безопасности;

метод организации мелкосерийного производства в целях обеспечения качества процессов повышения противоаварийной устойчивости производственной инфраструктуры для решения задач промышленной безопасности в условиях отрицательных факторов внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны модели организации производства для обеспечения качества процессов повышения устойчивости производственной инфраструктуры для решения задач промышленной безопасности.

1. Для формализованного описания, выявления и решения проблем обеспечения качества предложены базовая модель организации производства предприятия с мелкосерийным типом производства и базовая имитационная процессная модель рационального размещения оборудования в условиях воздействия факторов внешней среды.

Предложенные модели в отличие от существующих обеспечивают проведение динамического имитационного моделирования, реализованы в виде алгоритмов, имеют блочную структуру, что позволяет задавать в интерактивном режиме характеристики исследуемого процесса повышения устойчивости производственной инфраструктуры к воздействиям факторов среды и оптимизировать устойчивость инфраструктуры за счет более рациональной организации и размещения оборудования.

Кроме того, в предлагаемых моделях учтены особенности организации производства в концепции Индустрии 4.0.

2. Разработана математическая модель многокритериальной задачи выбора оборудования на

основе критерия результативности организации производства для обеспечения качества процессов устойчивости функционирования объектов производств в условиях негативных воздействий факторов среды. В отличие от существующих модель позволяет выбрать оптимальный вариант оборудования за счет введения в модель множества оценок характеристик оборудования и множества оценок его стоимости. Критерием оптимальности является достижение целевой функции более высоких значений для более высокой устойчивости оборудования к действию факторов внешней среды, как основной характеристики оборудования, но при минимизации стоимости оборудования по сравнению с альтернативным вариантом, что будет показывать и более высокий уровень организации производства и качества процессов повышения устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015. Системы менеджмента качества Требования. – М.: Стандартиформ. 2015. – 24 с
2. ГОСТ Р ИСО 9000 – 2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартиформ. 2018. – 49 с
3. ГОСТ Р 22.2.12-2020. Повышение устойчивости функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях. Основные положения». – М.: Стандартиформ, 2020. – 27 с.
4. ГОСТ Р 42.2.01-2014. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения. Методы расчета. – М.: Стандартиформ, 2014. – 9 с.
5. ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – М.: Стандартиформ, 2008. – 7 с.
6. Егоров, С.Я. Аналитические и процедурные модели компоновки оборудования промышленных производств / С.Я. Егоров. – М.: Машиностроение, 2007. – 104 с.
7. Тимошук, В.С. Методы решения задач размещения и компоновки промышленных объектов при автоматизированном проектировании / В.С. Тимошук. – М.: Электроника, 1978. – 68 с.
8. Саати, Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т.Л. Саати. – М.: ЛКИ, 2008.
9. General mathematical programming approach for process plant layout / Michael C. Georgiadis, Gordian Schilling, Guillermo E. Rotstein, Sandro Macchietto // Computers and Chemical Engineering. – 1999. – № 23. – P. 823 – 840
10. Вумек, Джеймс П. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дэниэл Т. Джонс. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.
11. Тайити, Оно. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Оно Тайити. – М.: ИКСИ. 2005. – 192 с.
12. Марчей, Ч. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству / Ч. Марчей. – М.: Альпина Бизнес Букс. 2005. – 123 с.
13. Горбунов, А.Р. Пакет структурного моделирования ITHINK / А.Р. Горбунов. – М.: ТОРА-Центр. 1997. – 24 с.
14. Матвеева, Е.А. Развитие теоретических основ совершенствования организации и управления мелкосерийным производством машиностроительных предприятий: дис.... докт. техн. наук (05.02.22) / Матвеева Елена Александровна. – Самара, 2013. – 364 с.
15. Коршунов, Г.И. Обеспечение качества сложных систем / Г.И. Коршунов.. – СПб.: СПГУВК, 2001. – 83 с.
16. Новиков, Д.А. Комплексные модели системной оптимизации производственно-экономической деятельности предприятия // Управление большими системами / Д.А. Новиков // Выпуск 2017. – № 65. – С. 118-152. – Large-scale Systems Control. – 65. – P. 118-152.
17. Коваленко, Т.А. Оптимизация управления организационно-экономической устойчивостью производственной инфраструктуры промышленной компании: специальность 08.00.....: дисс. ... канд. экон. наук / Коваленко Татьяна Александровна. – М.: 2002. – 141 с.

PRODUCTION ORGANIZATION MODELS TO ENSURE THE QUALITY OF PROCESSES AND INCREASE THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTION INFRASTRUCTURE

© 2024 A. Yu. Tumanov

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia

Setting the task (relevance of the work). The combination of production factors, as well as the presence of external influences on the production structure and the possibility of environmental consequences from these influences determines the need to improve production organization models. The aim of the work is to develop models of production organization to ensure the quality of processes to improve the stability of the production infrastructure. The methods used. Methods of production organization, operations research, quality management, lean manufacturing methods, methods of system dynamics, process approach. The hypothesis of the study: achieving high values of the level of production organization to

ensure the quality of processes to increase the sustainability of production infrastructure is ensured by rationalization and optimization of equipment placement, taking into account the impact of external environmental factors, and the intensification of the use of digital production technologies in the concept of "Industry 4.0" and lean manufacturing methods. In the course of the work, the following scientific results were obtained: a basic process model of production organization was developed to ensure the quality of processes to increase the sustainability of the production infrastructure. A process model for the rational placement of equipment for the organization of small-scale production in the concept of Industry 4.0 has been developed to solve the problems of ensuring the quality of processes to increase the sustainability of production infrastructure. A mathematical model of the multi-criteria task of selecting equipment based on the criterion of the effectiveness of the organization of production has been developed to ensure the quality of processes and the stability of the functioning of production facilities under the conditions of negative environmental influences.

Keywords: model, production organization, quality assurance, infrastructure, processes, sustainability, environmental factors.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-1-32-41

EDN: STOALD

REFERENCES

1. GOST R ISO 9001 – 2015. Sistemy menedzhmenta kachestva Trebovaniya. M.: Standartinform. 2015. – 24 s.
2. GOST R ISO 9000 – 2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'. – M.: Standartinform. 2018. – 49 s.
3. GOST R 22.2.12-2020. Povyshenie ustojchivosti funkcionirovaniya organizacij v chrezvychajnyh situacijah. Osnovnye polozheniya". – M.: Standartinform, 2020. – 27 s.
4. GOST R 42.2.01-2014. Ocenka sostoyaniya potencial'no opasnyh ob'ektov, ob'ektov oborony i bezopasnosti v usloviyah vozdeystviya porazhayushchih faktorov obychnykh sredstv porazheniya. Metody rascheta. – M: Standartinform, 2014. – 9 s.
5. GOST 14.004-83 Tekhnologicheskaya podgotovka proizvodstva. Terminy i opredeleniya osnovnykh ponyatij. – M: Standartinform, 2008. – 7 s.
6. Egorov, S.Ya. Analiticheskie i procedurnye modeli komponovki oborudovaniya promyshlennykh proizvodstv / S.Ya. Egorov. – M.: Mashinostroenie, 2007. – 104 s.
7. Timoshchuk, V.S. Metody resheniya zadach razmeshcheniya i komponovki promyshlennykh ob'ektov pri avtomatizirovannom proektirovanii / V.S. Timoshchuk. – M.: Elektronika, 1978. – 68 s.
8. Saati, T.L. Prinyatie reshenij pri zavisimostyah i obratnykh svyazyah: Analiticheskie seti / T.L. Saati. – M.: LKI, 2008.
9. General mathematical programming approach for process plant layout / Michael C. Georgiadis, Gordian Schilling, Guillermo E. Rotstein, Sandro Macchietto // Computers and Chemical Engineering. – 1999. – № 23. – R. 823 – 840
10. Vumek, Dzhejms P. Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya procvetaniya vashej kompanii / Dzhejms P. Vumek, Deniel T. Dzhons. – M.: Al'pina Biznes Buks, 2004. – 473 s.
11. Tajiti, Ono. Proizvodstvennaya sistema Tojoty. Uhodya ot massovogo proiz-vodstva / Ono Tajiti. – M.: IKSI. 2005. – 192 s.
12. Marcheij, Ch. Illyustrirovannyj glossarij po berezhlivomu proizvodstvu / Ch. Marcheij. – M.: Al'pina Biznes Buks. 2005. – 123 s.
13. Gorbunov, A.R. Paket strukturnogo modelirovaniya ITHINK / A.R. Gorbunov. – M.: TORA-Centr. 1997. – 24 s.
14. Matveeva, E.A. Razvitie teoreticheskikh osnov sovershenstvovaniya organizacii i upravleniya melkoserijnym proizvodstvom mashinostroitel'nyh predpriyatij: dis.... dokt. tekhn. nauk (05.02.22) / Matveeva Elena Aleksandrovna. – Samara, 2013. – 36 s.
15. Korshunov, G.I. Obespechenie kachestva slozhnykh sistem / G.I. Korshunov. – SPb.: SPGUVK, 2001. – 83 s.
16. Novikov, D.A. Kompleksnye modeli sistemnoj optimizacii proizvodstvenno-ekonomicheskoy deyatel'nosti predpriyatiya // Upravlenie bol'shimi sistemami / D.A. Novikov // Vypusk 2017. – № 65. – S. 118-152. – Large-scale Systems Control. – 65. – P. 118-152.
17. Kovalenko, T. A. Optimizaciya upravleniya organizacionno-ekonomicheskoy ustojchivost'yu proizvodstvennoj infrastruktury promyshlennoj kompanii: special'nost' 08.00....: diss. ... kand. ekon.nauk / Kovalenko Tat'yana Aleksandrovna. – M., 2002. – 141 s.

Alexander Tumanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Metrological Support of Innovative Technologies and Industrial Safety. E-mail: toumanov@mail.ru