

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кемеровское региональное отделение САН ВШ
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский
металлургический комбинат»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2017**

**ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

**Новокузнецк
2017**

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 475 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Организации, поддержавшие конференцию:

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк),
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581.

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

Библиографический список

1. Зимин В.В. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL) : учебное пособие / В. В. Зимин, А. А. Ивушкин, С. М. Кулаков, К. А. Ивушкин. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013. – 500 с.
2. Бурков, В.Н. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков.- М.: СИНТЕГ – ГЕО. - 1997. - 188 с.
3. Phillips J.J. Bothell T.W. Snead G.L. The project management scorecards. - Amsterdam: Elseiver. 2003.
4. Валерий Зимин, Ирина Буркова, Алексей Зимин Модели и механизмы управления жизненным циклом ИТ-сервисов //LAP LAMBERT Academic Publisging RU, ISBN: 978-3-330-08393-6. -2017. -337с
5. Wysocky R.K.. Beck R.. Crane D.B. Effective project management. - N.Y. John Wiley & Sons. 2000.
6. Механизмы управления: учебное пособие / под редакцией Д.А. Новикова . -М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.
7. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами: автореферат дисс. на соиск. степени доктора технических наук: 05.13.10 / И.В. Буркова.- Москва, изд. ИПУ, 2012. –с.40
8. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации / И.В. Буркова // Автоматика и телемеханика.- 2009.- № 10.- С. 15-21.
9. Вагнер, Г. Основы исследования операций / Г.Вагнер.-М.:Мир,1972.-198с.
- 10.Корбут А.А., Сига И.Х., Финкельштейн Ю.Ю. Метод ветвей и границ. Обзор теории, алгоритмов, программ и приложений. // Math. Operation Forsch. Staist. Ser. Optimization. – 1977. – V. 8, № 2. - P. 253-280.

СИТУАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАКТОВ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ЦЕХА

Мусатова А.И., Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Рассматривается тактовый метод построения нормативной модели функционирования термического отделения. Современная термическая печь является сложным автоматизированным агрегатом, предназначенным для многостадийного, непрерывного и продолжительного процесса термической обработки металла. Высокопроизводительная работа печи возможна при условии четкой и согласованной работы всех ее зон. В рассматриваемом термическом отделении каждая роликовая печь непрерывного действия состоит из четырех зон (камер): загрузки, нагрева, охлаждения и выгрузки, через которые последовательно проходят по рольгангу поддоны, загруженные стальной проволокой (рисунок 1).

Традиционная методика нормирования производительности термической печи является укрупненной и не отражает специфику работы жесткосвязанных зон. Разработанный тактовый метод расчета нормативной производительности термической печи включает следующие основные этапы.

Этап 1. Построение нормативной модели функционирования термического отделения (на основе технической и отчетной документации, хронометражных наблюдений). Формирование модели включает следующие действия:

а) выбор основных факторов, характеризующих производственные ситуации в термическом отделении (ГОСТ, ТУ, марка стали и диаметр проволоки, вид и вес мотков и катушек,

количество работающих печей и т.д.);

б) декомпозиция объекта исследования (отделения) на агрегаты (печи), зоны агрегатов и механизмы (рисунок 1); определение информативных параметров печей, зон, рольгангов;

в) декомпозиция производственных операций на элементы по зонам печи с выделением их границ (фиксажных точек);

г) выбор метода (или методов) определения нормативной длительности элементов и операций (метод экспертных оценок, хронометражных наблюдений, технических расчетов, статистического анализа данных оперативного учета, комбинированных оценок и др.);

д) определение расчетной единицы продукции (катушка или моток проволоки, партия изделий на поддоне), а также ее характеристик (вес катушки, мотка, партии; количество катушек или мотков на поддоне);

е) расчет нормативной длительности элементов и операций в соответствии с выбранным методом нормирования и расчетной единицей продукции.

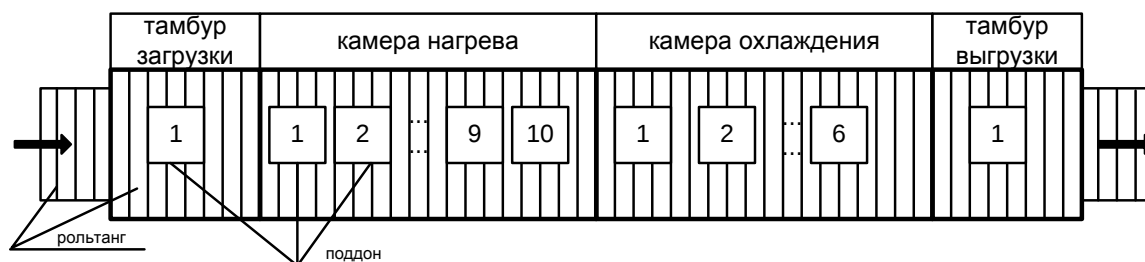


Рисунок 1 – Структурная схема многозонной термической печи
1...10 – номера поддонов

Этап 2. Расчет технически возможных тактов работы камер роликовой печи для отжига проволоки. Далее подробно рассмотрен расчет тактов работы каждой камеры печи и печи в целом.

Технически возможный такт работы μ -той камеры печи определяется по формулам:

$$T'_\mu = \frac{T_\mu}{E_\mu}; \quad E_\mu = \frac{L_\mu}{l_\mu}; \quad \mu = \overline{1,4}; \quad l_\mu = l_n + l_\sigma, \quad (1)$$

где T_μ – длительность нахождения одного поддона в μ -й камере печи, мин;

A_μ – емкость (количество поддонов) μ -й камеры печи, шт;

L_μ, l_μ – длина и «шаг» μ -й камеры, м;

l_n – длина поддона, м;

l_σ – номинальное расстояние между поддонами, м.

Длительность прохождения одного поддона через тамбур загрузки или выгрузки определяется по формулам:

$$T_{1(4)} = 2\tau_{п(о)} + \frac{S_\tau - l_n}{V_{тр}} + t_{пр}; \quad \tau_{п(о)} = \frac{h_3}{V_{п(о)}}, \quad (2)$$

где $\tau_{\hat{i}}(\hat{i})$ – длительность поднятия (опускания) заслонки, мин;

$h_3, V_{\hat{i}}(\hat{i})$ – ход и скорость движения заслонки, м/с;

S_σ – расстояние, которое проходит поддон, м/с;

$V_{\sigma\delta}$ – транспортная скорость рольганга в тамбуре, м/мин;

$t_{i\delta}$ – время продувки (шлюзования) тамбура загрузки (выгрузки), мин.

Длительность прохождения одного поддона через камеру нагрева определяется из

выражения:

$$T_2 = \frac{S_n}{V_{тр}} + \frac{L_n - l_n}{V_n}, \quad (3)$$

где S_i – расстояние, которое проходит поддон из тамбура загрузки в камеру нагрева, м;

L_i – длина камеры нагрева, м;

V_i – технологическая скорость рольганга в камере нагрева, м/мин.

Длительность прохождения одного поддона через камеру охлаждения рассчитывается по формуле:

$$T_3 = \frac{L_o - l_n}{V_o} + \frac{S_o}{V_{тр}}, \quad (4)$$

где L_i – длина камеры охлаждения, м;

V_i – технологическая скорость рольганга в камере охлаждения, м/мин;

S_i – расстояние, которое проходит поддон из камеры нагрева в камеру охлаждения, м.

Этап 3. Определение единого такта работы роликовой печи для отжига проволоки диаметром $d_{i\delta}$.

Технически возможный такт работы роликовой печи определяется из соотношения:

$$T^* = \max\{T'_1; T'_2; T'_3; T'_4\}, \quad (5)$$

где T^* – такт на партию изделий (на поддон).

Результаты расчетов, по которым осуществлялся выбор технически возможного такта работы роликовой печи фрагментарно показан в таблице 1.

Технически возможный такт работы печи на единицу изделия (штучный такт) рассчитывается в соответствии с формулой:

$$T^{тв} = \frac{T^*}{N}, \quad (6)$$

где N – количество мотков (катушек), загружаемых на один поддон, шт.

Нормативный такт работы роликовой печи (на партию или штучный) находится с учетом нормативного коэффициента использования оборудования (K_e^i):

$$T^{i*} = \frac{T^*}{K_e^i} \quad \text{или} \quad T^h = \frac{T^{тв}}{K_n^i} \quad (7)$$

Этап 4. Определение технически возможных (нормативных) тактов работы термического отделения с учетом количества одновременно работающих роликовых печей (Z_i):

$$T_{то}^{тв(н)} = \frac{T^{*(н)}}{Z_n} \quad \text{или} \quad T_{то}^{тв(н)} = \frac{T^{тв(н)}}{Z_n} \quad (8)$$

Таблица 1 – Выбор технически возможного такта работы печи

Технические условия	Такты работы печи, мин				Такт работы печи, мин
	по камерам:				
	загрузки	нагрева	охлаждения	выгрузки	
ТУ 14-4-1518	на один поддон				
Катушка весом 1 т	40,2	593,0	260,8	40,2	593,0
Диаметр проволоки:	на расчетное количество поддонов				
2,0 – 5,6 мм	40,2	59,3	43,5	40,2	59,3

Этап 5. Расчет технически возможной (нормативной) производительности термического отделения:

– на один поддон (партию изделий)

$$P_{\text{то}}^{\text{тв(н)}} = \frac{60 \cdot G \cdot N}{T_{\text{то}}^{\text{тв(н)}}}, \text{ т/ч} \quad (9)$$

– на одно изделие

$$P_{\text{то}}^{\text{тв(н)}} = \frac{60 \cdot G}{T_{\text{то}}^{\text{тв(н)}}}, \text{ т/ч} \quad (10)$$

где G – вес мотка (катушки), т.

Фрагмент расчета нормативной производительности термического отделения для некоторых видов продукции приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет производительности термического отделения

ГОСТ, ТУ	Диаметр провода, мм	Вид изделия	Вес изделия, кг	Нормативный такт работы печи, мин		Нормативная производительность отделения, т/ч			
				на поддон	на изделие	количество печей			
						одна	две	три	четыре
14-4-158	2,0–5,6	катушка	1000	65,9	32,9	1,8	3,6	5,4	7,2
14-4-158	3,0–9,0	моток	500	65,9	11,0	2,8	5,6	8,4	11,2
3282	2,5–4,6	катушка	1000	47,1	23,5	2,6	5,2	7,8	10,4
5663	1,0–2,0	моток	150	32,9	2,2	4,1	8,2	12,3	16,4

Конкретной иллюстрацией изложенной методики являются фрагменты расчетных таблиц, на основе которых формируется база нормативных тактов и производительностей, предназначенных для решения задач оперативного планирования и диспетчерского управления. Общая схема расчета приведена на рисунке 2.

На основе выполненных исследований предлагается формировать оперативные планы работы термического отделения по ситуациям, отличающимся количеством работающих роликовых печей и режимами термической обработки проволоки.

Проведенные исследования и анализ деятельности цеха (термического отделения) выявили ряд недостатков, вызванных как объективными, так и субъективными факторами, главными из которых являются: нерациональная организация производства, отсутствие анализа логистических схем для различного уровня спроса на продукцию, неэффективное планирование и оперативное управление, отсутствие обоснованных нормативных показателей производственной системы. Анализ загрузки отделения при четырех действующих роликовых печах показал, что производственная мощность отделения недоиспользуется в среднем на 70 %. Опираясь на разработанные нормативные значения часовой производительности, фонда времени работы печей и отделения в целом, можно сделать вывод, что для фактического выпуска продукции (13880 т/год) было бы достаточно использовать одну печь при загрузке ее производственной мощности на 78 %.

Возможны два пути повышения эффективности работы отделения: повышение объема выпускаемой продукции, увеличение загрузки производственных мощностей одной-двух роликовых печей, при переводе в режим резервирования или неполного использования мощности остальных печей. Их реализации должно предшествовать изучение спроса на металлопродукцию и прогноз его динамики.

Проведенные маркетинговые исследования позволили сформировать таблицу возможных (прогнозируемых) вариантов уровня спроса на продукцию метизного производства

и разработать для каждого из этих вариантов рациональные ситуационные планы выпуска проволоки. Эти планы учитывают сортамент проволоки, коэффициенты использования производственной мощности печей, количество одновременно работающих печей и их возможные технологические режимы. В качестве критериев оптимальности плановых решений использовали прибыль и рентабельность товарной продукции.

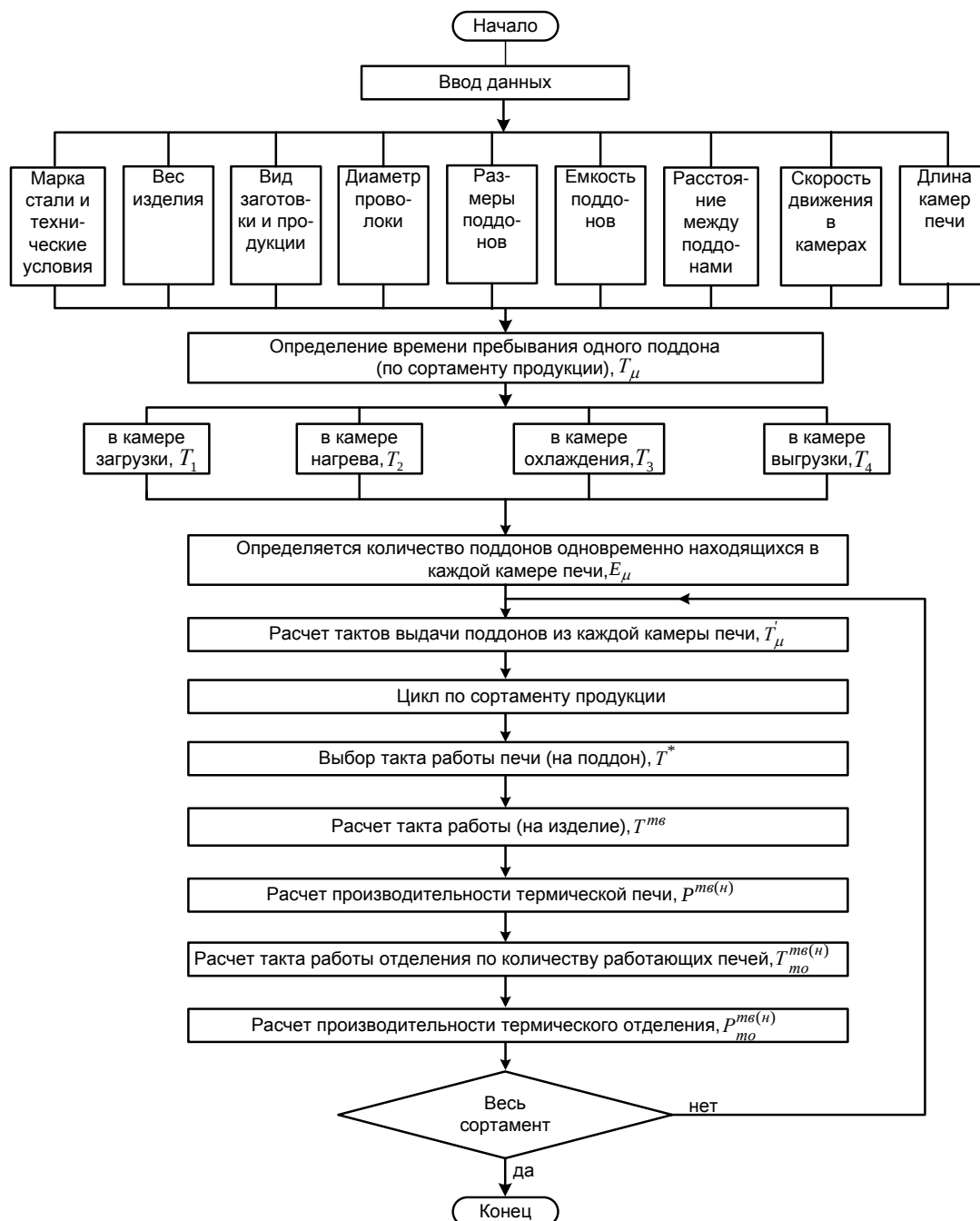


Рисунок 2 – Схема расчета производительности термического отделения

Количество ситуаций, обусловленное прогнозируемым изменением вышеперечисленных факторов, может достигать нескольких десятков. Из них в качестве наглядного примера выбраны следующие три варианта рациональной работы термического отделения, таблица 3:

Вариант 1. Спрос на термически обработанную проволоку ($ВП_1$) остается на уровне предыдущего года (периода). Плановый выпуск продукции ($ВП_1^{пл}$) при этом не изменяется, то есть:

$$ВП_1^{пл} = ВП_1 = 13880 \text{ т.}$$

Данный объем продукции обеспечивается одной роликовой печью, загрузка которой составит не более 70 % (коэффициент использования производственной мощности $K_{пм} = 0,70$). При этом предполагается, что остальные три печи в отделении законсервированы (остановлены).

Вариант 2. Спрос на термически обработанную проволоку увеличился на 40 % и соответственно должен увеличиться плановый выпуск продукции ($ВП_2^{пл}$):

$$ВП_2^{пл} > ВП_1; \quad ВП_2^{пл} = 19552 \text{ т.}$$

Тогда коэффициент использования производственной мощности одной печи составит $K_{пм} = 0,98$, что превышает его нормативное значение $K_{пм}^н = 0,86$. Поэтому необходимо ввести в действие вторую печь.

Соответствующая загрузка обеих печей значительно уменьшится и $K_{пм} = 0,40$. Предлагается вторую печь использовать частично, так как одной печью будет сложно выполнять полученные заказы при наличии неизбежных сбоев в работе, то есть целесообразно использовать вторую печь в рабочем режиме только половину планового периода, а остальное время – в режиме холостого хода.

Таблица 3 – Варианты рациональной работы отделения (фрагмент)

Варианты	Выпуск продукции, т/год	Расходы по переделу, руб/т	Себестоимость продукции, руб/т	Годовая экономия, тыс. руб	Прибыль, тыс. руб	Рентабельность продукции, %
Фактические значения по отчетным данным						
–	13880	1323	19293	–	61268	22
Предлагаемые варианты плановых решений						
1	13380	266	18236	14671	76526	29
2	19552	392	18362	18203	105235	28
3	47277	277	18247	49452	260088	29

Вариант 3. Спрос на термически обработанную проволоку увеличился в 3,4 раза, что требует соответствующего роста планового выпуска ($ВП_3^{пл}$), то есть:

$$ВП_3^{пл} > ВП_1; \quad ВП_3^{пл} = 47277 \text{ т.}$$

Коэффициент $K_{пм}$ двух печей также возрастет до 0,97. В этом случае предлагается ввести в действие на 50% планового периода третью печь, что уменьшит $K_{пм}$ трех печей до 0,65.

Ситуационный подход дает существенные преимущества при разработке производственной программы, а особенно – при ее реализации в нестабильных рыночных условиях. Руководители и исполнители планов получают возможность, пользуясь заранее заготовленной ситуационной таблицей рациональных решений, быстро действовать в новой производственной ситуации.

Предлагаемое отключение нескольких термических печей и перевод их в резерв или в режим частичного использования в зависимости от спроса на продукцию приведет к снижению текущих простоев, сокращению расходов на топливно-энергетические ресурсы, на ремонтный фонд, сменное оборудование, на фонд оплаты труда и амортизационные отчисления основных фондов. При работе термического отделения по рекомендуемым вариантам произойдет снижение себестоимости продукции, а, следовательно, повысятся прибыль и рентабельность товарной продукции, таблица 3.

Выводы. Сформирована формульно-алгоритмическая нормативная модель функцио-

нирования термического отделения, рассчитаны технически возможные и нормативные значения тактов работы, производительности печей и отделения в целом. Предложен тактовый метод расчета нормативной производительности роликовой печи, опирающийся на декомпозицию объекта управления (термического отделения) и производственных операций. Рассмотрены варианты эффективной работы отделения с учетом изменения спроса на продукцию метизного производства, изменения сортамента проволоки, количества одновременно работающих печей, их технологических режимов и загрузки.

Библиографический список

1. Гусовский В.Л. Современные нагревательные и термические печи: Справочник / В.Л. Гусовский М.Г. Ладыгичев, А.Б. Усачев; под ред. А.Б. Усачева. – М.: Машиностроение, 2001. – 656 с.
2. Мусатова А.И., Кадыков В.Н., Кулаков С.М. Оценивание производительности производственной системы на основе тактового подхода // Научное обозрение – 2014, № 5. – С. 253 – 262.

О СПОСОБАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ

Грачев А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Введение

Современные сети – конвергентные сети, т.е. это совокупность крайне разнородных, как по топологии, так и по физической архитектуре сетей, которые предлагают конечному пользователю самые разнообразные сервисы. Это огромное виртуальное и физическое пространство, состоящее из миллионов процессоров, операционных платформ, линий передачи данных и стыковочных узлов.

Однако бурное развитие мобильных коммуникационных технологий показывает, что системы с жесткофиксированной топологией все больше заменяются системами с видоизменяемой топологией. Жесткая топология остается уделом опорных глобальных и трансконтинентальных систем. Пользовательские же системы и, в особенности, сегменты «последней мили» чаще заменяются высокомобильными платформами.

В современном мире все большее значение имеют устройства, с большими вычислительными мощностями при очень малых размерах. В связи с этим тенденция малых вычислительных устройствах и сопряжение их в распределенные системы набирает обороты.

Наиболее известный вектор такого развития это, так называемый, Интернет Вещей (Internet of Things, **IoT**). Когда пользователь, обыватель или оператор имеет при себе целый набор таких устройств, средств коммуникации, устройств для контроля состояний здоровья и прочие "гаджеты". Условно Интернет Вещей можно принять за исключительно пользовательскую систему. Но, на взгляд автора, это слишком узкое понятие.

Ведутся исследования для создания системы управления городским транспортным движением через системы сенсоров, распределенных по территории города вдоль транспортных маршрутов и датчиков, закрепленных на транспортные средства. Последние, по мнению автора, являются наиболее иллюстрируемым примером, когда сотни, если не тысячи, устройств разных производителей должны быть объединены в единую систему. При этом, совершенно нельзя предугадать, будут ли это совместимые или не совместимые устройства, или же часть из них в изношенном состоянии. Поэтому, распределенная система, управляющая подобными структурами, должна учитывать эти особенности и опираться, прежде всего, на доступные ресурсы всех и каждого узла в системе [1].

Направление развития средств управления

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
О РАЗВИТИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	7
Мышляев Л.П., Венгер К.Г., Ивушкин К.А, Макаров В.Н.	
ПРЕЦЕДЕНТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ.....	11
Кулаков С.М., Трофимов В.Б., Добрынин А.С., Тараборина Е.Н.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ И ВЕЙВЛЕТ-СРЕДЕ.....	19
Федосенков Д.Б., Симилова А.А., Федосенков Б.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ЭНЕРГОЕМКИМИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ.....	24
Спирин Н.А., Лавров В.В., Павлов А.В., Полинов А.А., Онорин О.П.	
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АГРЕГАЦИИ, ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ПО ЭМПИРИЧЕСКИМ ДАННЫМ.....	29
Добронев Б.С., Попова О.А	
СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	34
Грачев В.В., Ивушкин К.А., Мышляев Л.П.	
СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	45
РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	47
Кизилев С.А., Никитенко М.С., Neogi V.	
ИНФРАСТРУКТУРА WEB-ОРИЕНТИРОВАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ.....	51
Гурин И.А., Лавров В.В., Спирин Н.А.	
ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК.....	55
Мышляев Л.П., Ляховец М.В., Леонтьев И.А., Венгер К.Г., Саламатин А.С.	
FIREFIGHTER – ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ТАКТИКЕ БОРЬБЫ С ПРИРОДНЫМИ ПОЖАРАМИ.....	57
Буслов И.А., Доррер А.Г., Доррер Г.А., Кобыжакова С.В., Яровой С.В.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «АНТОНОВСКАЯ»	61
Грачев В.В., Прокофьев С.В., Лысенко О.Н., Циряпкина А.В., Иванов Д.В.	

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	68
Решетников В.В., Давкаев К.С., Корольков М.В., Ляховец М.В.	
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.....	73
Носков В.Ю., Мухтасаров Р.Т., Каюров В.А.	
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCGIS DESKTOP.....	78
Бондин Ю.А., Спирин Н.А., Дебенко Д.В.	
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕХАНИЗМА ПЛАНИРОВАНИЯПРОКАТНОГО ЦЕХА НА ОСНОВЕ СИТУАЦИОННО-НОРМАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	82
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	
О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ НЕУСТОЙЧИВЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	88
Медведев А.В., Раскина А.В.	
О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОЦЕНИВАНИИ ВЗАИМНО НЕОДНОЗНАЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ.....	92
Корнеева А.А., Чернова С.С., Шишкина А.В.	
МЕХАНИЗМ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБОБЩЕНИЯ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	98
Порядина В.Л., Лихачева Т.Г., Аксенова Ю.С.	
О МЕХАНИЗМЕ ПИЛОТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ERP-СИСТЕМЫ.....	103
Митьков В.В., Зимин В.В.	
СИТУАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАКТОВ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ЦЕХА.....	108
Мусатова А.И., Кулаков С.М.	
О СПОСОБАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ.....	114
Грачев А.В.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА ПОЛНОГО МНОГООБРАЗИЯ ВАРИАНТОВ СОСТАВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА НОМЕНКЛАТУРУ ЗВЕНЬЕВ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР.....	117
Степанов А.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ.....	120
Шилов В.А., Куделин С.П., Инатович Ю.В., Бондин А.Р.	
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КЛАСТЕРОМ.....	127
Иванова Е.В.	

Научное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ AS' 2017

**Труды XI Всероссийской научно-практической конференции
(с международным участием)
14-16 декабря 2017 г.**

Под общей редакцией
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 30.11.2017 г.
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,6. Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 300 экз. Заказ № 644

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ