

**Министерство науки и высшего образования 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  
ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ  
И ПРОИЗВОДСТВЕ  
AS' 2019**

**ТРУДЫ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

*(с международным участием)*

**Новокузнецк  
2019**

**УДК 658.011.56**  
**С 409**

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор С.М. Кулаков,  
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев

**С 409** Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019: труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) / Мин-во науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т [и др.]; под общ. ред.: С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. - 376 с.: ил.

ISBN 978-5-7806-0536-2

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.

### **ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),  
ООО «АТЭСКО Сибирь» (г. Новосибирск),  
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»  
(г. Новокузнецк)

ISBN 978-5-7806-0536-2

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2019

бург: УрО РАН, 2011. – 162 с.

10. Овчинников Ю.Н., Мойкин В.И., Спирин Н.А., Боковиков Б.А. Нестационарные процессы и повышение эффективности доменной плавки. – Челябинск: Metallurgia, 1989. – 120 с.

11. Ченцов А.В., Чесноков Ю.А., Шаврин С.В. Балансовая логико-статистическая модель доменного процесса. – М.: Наука, 1991. – 92 с.

12. Емельянов С.В., Коровин С.К., Мышляев Л.П. [и др.]. Теория и практика прогнозирования в системах управления. – М.: Российские университеты, 2008. – 487 с.

13. Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф. Прогнозирование в системах управления. – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – 358 с.

14. Спирин Н.А., Ипатов Ю.В., Лобанов В.И. [и др.]. Информационные системы в металлургии; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2001. – 617 с.

15. Онорин О.П., Спирин Н.А., Терентьев В.Л. [и др.]. Компьютерные методы моделирования доменного процесса; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 301 с.

16. Спирин Н.А., Рыболовлев В.Ю., Лавров В.В. [и др.]. Совершенствование информационно-моделирующих систем в пирометаллургии (на примере доменного производства) // Сталь. 2019. № 2. С. 8-12.

17. Спирин Н.А., Лавров В.В., Рыболовлев В.Ю. [и др.]. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: ООО УИНЦ, 2014. – 558 с.

18. Спирин Н.А., Лавров В.В., Рыболовлев В.Ю. [и др.]. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 465 с.

19. Спирин Н.А., Лавров В.В., Паршаков С.И. [и др.]. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2006. – 307 с.

20. Загайнов С.А., Онорин О.П., Гилева Л.Ю. Разработка и внедрение математического и программного обеспечения для гибких технологических режимов работы доменных печей // Сталь. 2000. № 9. С. 12–15.

21. Соловьев В.И. Экспертная система для диагностики и регулирования хода доменной печи / В.И. Соловьев, В.А. Краснобаев, Ю.А. Сарапулов, Е.А. Павлов // Теория и практика производства чугуна: труды международной научно-технической конференции. – Кривой Рог: Изд. Криворожского технического университета, 2004. – С. 484–487.

22. Трофимов В.Б., Кулаков С.М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 232 с.

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Мышляев Л.П.<sup>1</sup>, Венгер К.Г.<sup>2</sup>, Грачев В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

<sup>2</sup>Администрация Кемеровской области, г. Кемерово, Россия

Большинство работ по цифровизации экономики направлено на решение проблем формирования и представления данных о функционировании социально-экономических и технических комплексов. Значительно меньше внимания уделяется вопросам развития и, что более важно, разработки принципиально новых подходов и методов управления с использованием качественно новых цифровых данных.

Проблемы формирования данных, построения математических моделей и алгоритмов управления следует рассматривать не как отдельные направления, а как составные *неотъемлемые части* общей проблемы управления [1, С. 8; 2, С. 95-98]. Отсюда вытекают требования к формируемым данным по точности, своевременности и т.д., а также требования к математическим моделям, адекватности, сложности и т.д. [3, С. 12-13]. Несоблюдение этих требований нарушает «системность» подхода и может привести не только к малоэффектив-

ным, но и негативным последствиям.

Не следует забывать, что первая волна цифровизации экономики семидесятых-восьмидесятых годов прошлого века в основном на промышленных предприятиях показала как положительные результаты, так и проблемы эффективной реализации и пути их возможного решения [4, С. 82]. К числу положительных результатов следует отнести в первую очередь освобождение от рутинной работы по составлению отчетной документации практически всех служб предприятия. Формируемый большой объем исходных данных, представляемый руководителями различного уровня, не дал ожидаемого эффекта при выработке управленческих решений. Поэтому встал вопрос о разработке новых форм представления информации и, главное, построение автоматизированных систем именно управления, а не только информационных систем. Для этого потребовалась разработка алгоритмов управления, эффективных для реальных условий функционирования предприятий, и подготовка соответствующих квалифицированных кадров, способных разрабатывать и эксплуатировать системы управления.

Говоря о цифровых двойниках, необходимо выделить два направления.

**Первое.** Построение цифровой модели имеющегося объекта (системы) для последующей оптимизации. Здесь имеются принципиальные ограничения, на которые указывают

а) Л. Льюнг [5, С. 19] «Реальная система отличается от построенной нами математической модели. Можно сказать, что *мир математических описаний отделен от реального мира непреодолимым, но прозрачным экраном*. Глядя на этот экран-окно, мы можем сравнивать некоторые особенности физических систем и соответствующих им математических моделей, но никогда не сможем гарантировать их точного совпадения»;

б) В.Я. Ротач [6, С.7] «Более пристальное изучение проблемы управления показывает, однако, принципиальную ограниченность методов синтеза, основанных на априорно заданных математических моделях объектов. Дело в том, что синтез системы регулирования по заранее заданной модели объекта был бы логически безупречным, если бы свойства модели точно отражали свойства реального объекта. В действительности же всякая модель отражает эти свойства лишь с некоторой степенью приближения. Соответственно при построении модели объекта необходимо прежде всего выбрать критерий, характеризующий погрешность такого приближения, а также указать допустимую величину этой погрешности. Но сделать это в отрыве от конечной цели построения модели, то есть в отрыве от свойств будущей системы регулирования, принципиально невозможно. Иначе говоря, выбор критерия приближения при построении модели объекта в равной мере зависит как от свойств объекта, так и от свойств будущего регулятора, который будет осуществлять регулирование режима работы этого объекта, а также от выбора показателя цели управления».

С утверждением некоторых авторов [7], что относительно легко построить модель технических объектов, нельзя согласиться, так как многие технологические процессы обладают свойством самоорганизации [8, С. 5-49], а также технические объекты, как правило, являются элементами системы управления, а управляющей подсистемой является человек-оператор. Поэтому рассматривать приходится человеко-машинную, а не чисто техническую систему.

Но и адекватной математической модели недостаточно, так как необходимы правила переноса результатов математического моделирования на объект-двойник, а это натуральный объект. И здесь нужна уже теория подобия. И если теория подобия достаточно хорошо развита для объектов управления, то для систем управления она находится в настоящее время только в зачаточном состоянии [9, С. 56-58].

**Второе.** Построение цифровой модели еще не существующего объекта (аналитические модели) для целей создания принципиально новых технологий, систем управления и т.д. В этом случае также нужны правила перехода уже цифрового двойника к натурному. О направлении теории подобия такого рода даже и не говорится.

При создании новых технологий, агрегатов, систем, как показывает многолетний опыт [10], более правильно ориентироваться на натурно-модельный подход, рационально объединяя математические и физические модели, а также натурные элементы систем управления.

В заключение следует еще раз отметить, что цифровизация должна быть не ради цифровизации, а ради достижения конечной цели – повышения эффективности управления. Последнего можно достичь, правильно интегрируя различные подходы – модельный, натурный и, главное, натурно-модельный подходы.

#### Библиографический список

1. С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев и др. Методы идентификации промышленных объектов в системах управления. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 307 с.
2. С.В. Емельянов, Э.Л. Наппельбаум. Основные принципы системного анализа. В сб. Проблемы научной организации управления социалистической промышленности. Под ред. Д.М. Гвишиани, С.Е. Каменицера. М., Экономика, 1974. – 751 с.
3. С.В. Емельянов, С.К. Коровин. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. – М.: Наука, Физматлит, 1997. – 352 с.
4. Л.П. Мышляев. Вопросы цифровой экономики: состояние, проблемы. / Мышляев Л.П., Венгер К.Г. / Наука и профессиональное образование: национальные приоритеты и региональные драйверы развития: Всерос. науч.-практ. конф. – Кемерово: ГБУ ДПО «ЕРИР-ПО», 2019. – С. 82-83.
5. Л. Люнг. Идентификация систем. Теория для пользователя. Перевод с английского. – М.: Наука, Физматлит, 1991. – 432 с.
6. В.Я. Ротач. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. – М.: Энергия, 1973. – 440 с.
7. В.И. Данилов-Данильян. Экология, гидрология, цифровизация, цифровые двойники и азбучные истины методологии моделирования. / Данилов-Данильян В.И. / Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. – Сборник научных трудов. – Москва: Студия Ф1, 2019. – С. 497-502.
8. А.А. Колесников. Теория синергетического управления. Таганрог, ТГРТУ, – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 334 с.
9. Л.П. Мышляев. Понятия и условия подобия систем управления / Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Макаров Г.В. и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2012. №12. – С. 56-58.
10. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения / Под редакцией Л.П. Мышляева – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ</b>	<b>5</b>
ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА (К 60 –ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ») <b>Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Ивушкин А.А.</b>	<b>7</b>
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С НАКОПЛЕНИЕМ ОПЫТА ВЫРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ <b>Кулаков С.М., Ляховец М.В., Койнов Р.С., Тараборина Е.Н.</b>	<b>9</b>
СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СРЕДЕ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ В СОЧЕТАНИИ С ВЕЙВЛЕТ-МОНИТОРИНГОМ ТЕКУЩИХ РЕЖИМОВ <b>Федосенков Д.Б., Симикова А.А., Федосенков Б.А.</b>	<b>16</b>
О НАТУРНО-МОДЕЛЬНОМ ПОДХОДЕ И ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ <b>Евтушенко В.Ф., Ивушкин А.А., Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Макаров Г.В.</b>	<b>21</b>
КОНЦЕПЦИЯ «ИНДУСТРИЯ 4.0». НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ПИРОМЕТАЛЛУРГИИ <b>Спирин Н.А., Лавров В.В., Рыболовлев В.Ю., Шнайдер Д.А., Краснобаев А.В.</b>	<b>25</b>
ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ <b>Мышляев Л.П., Венгер К.Г., Грачев В.В.</b>	<b>29</b>
<b>СЕКЦИЯ 1 АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ</b>	<b>33</b>
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В РЕГИОНАХ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА <b>Литвинцева Г.П.</b>	<b>35</b>
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЫРЬЕВЫМИ И ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <b>Гурин И.А., Спирин Н.А., Истомина А.С., Носков В.Ю.</b>	<b>40</b>
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕНОСА ОБЪЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ РОМЫШЛЕННОГО РОБОТА <b>Лицин К.В., Меркулин П.О., Фукс Е.А.</b>	<b>44</b>
РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА ПО КОМПЛЕКСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УГЛЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ <b>Мурко В.И., Протопопов Е.В., Темлянцев М.В., Чаплыгин В.В., Литвинов Ю.А., Волков М.А.</b>	<b>48</b>

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ  
И ПРОИЗВОДСТВЕ  
AS' 2019**

**Труды XII Всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)  
28-30 ноября 2019 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 18.11.2019 г.  
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 22,12. Уч.-изд. л 24,59. Тираж 300 экз. Заказ № 289

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