

**МАТЕРИАЛЫ XXI СЕМИНАРА  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»**

19 – 20 января 2013 г.

Редакционный совет сборника:

д.т.н., проф. Антошук С.Г. (председатель),  
д.т.н., проф. Гогунский В.Д.,  
д.т.н., проф. Нестеренко С.А.,  
к.т.н., доц. Савельева О.С. (отв. секретарь),  
д.т.н., проф. Становский А.Л.,  
д.т.н., проф. Тонконогий В.М.

Оформление и компьютерная вёрстка:

Андросюк А.В.

УПРАВЛЕНИЕ ЛАТЕНТНЫМИ РИСКАМИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Щедров И.Н., Становский А.Л., Монова Д.А.</i>	97
УПРАВЛЕНИЕ НАНЕСЕНИЕМ НАНОПОКРЫТИЙ НА ОТЛИВКИ <i>Оборский Г.А., Прокопович И.В., Науменко Е.А.</i>	99
УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ <i>Оборский Г.А., Становский А.Л., Прокопович И.В.</i>	101
СТЕНДЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ РЕЗИНОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ <i>Савельева О.С., Лебедева Е.Ю., Монова Д.А.</i>	104
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ АРМИРОВАННЫХ РЕЗИНОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ <i>Лебедева Е.Ю., Красножон А.Н., Кошулян С.В.</i>	108
КОМПЕНСАЦИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ <i>Становский А.Л., Березовская Е.И., Красножон А.Н.</i>	110
ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА ВИРТУАЛЬНОГО ОБЪЕКТА НА РАСЧЕТЫ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ <i>Бовнегра Л.В., Бондаренко В.В., Кошулян С.В.</i>	112
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ КАК НЕСТАБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Прокопович И.В., Добровольская В.В., Бондаренко В.В.</i>	114
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИСТОВОЙ РЕССОРЫ В ВИДЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ <i>Бажанова А.Ю.</i>	116
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСА САПР JUKOR2 <i>Корниенко Ю.В.</i>	117
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЗЫКА JAVA ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРФЕЙСА САПР <i>Корниенко Ю.В.</i>	118

## УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

*Оборский Г.А., Становский А.Л., Прокопович И.В.*

Любую литейную технологию в любом способе литья и на любых этапах ее осуществления нельзя представить без постоянной и насущной необходимости в корректировке текущих значений многих параметров. Поэтому одной из основных проблем современного литейного производства является управляемость процессов в автоматическом режиме, то есть автоматизация управления литейными процессами. Особенно важен последний фактор при сложных быстропротекающих процессах с большой материало-, энерго- и экологической нагрузкой на окружающую среду.

Анализ современного состояния показывает, что, несмотря на то, что перечень зафиксированных отклонений параметров от «паспортных» значений описан и причины их возникновения известны, а методы устранения предложены, большинство мер по борьбе с такими отклонениями оказывались чаще всего или нетехнологичными, или малоэффективными из-за неприменимости классических методов автоматического управления. В итоге, количество брака в современном литейном производстве остается недопустимо большим, например, для среднеуглеродистых сталей до 20 – 30 %.

К сожалению, классическая теория автоматического управления (ТАУ), как правило, малоэффективна, когда речь идет о ее применении в литейном производстве. Действительно, существующие подсистемы ТАУ требуют строгого математического описания процессов литья в виде классических уравнений (что возможно лишь в случае описания термодинамических самопроизвольных явлений), однозначного взаимовлияния переменных характеристик процессов, стабильности параметров, ограниченности (лучше всего – единственности) управляющих воздействий, ограничений на возмущения и т.д.

Все это выдвигает основное требование к объектам применимости ТАУ – они должны быть с математической точки зрения *простыми*. С другой стороны, многофакторность, многокритериальность, многоэкстремальность, стохастичность, нестационарность и другие свойства объектов литейного производства, безусловно, относят их к категории *сложных*.

Одна из основных проблем управления объектами литейного производства заключается также в многомерности контролируемых параметров технологии. Возьмем, к примеру, визуальный контроль, доля которого в получении информации о протекающих процессах составляет до 80 %. Только у одного простого изображения – некоторой «картинки», по которой вынуждены принимать решения технологи, около 20 миллионов параметров, а если речь идет о видеопотоке, – то это, и без того очень большое число, еще многократно возрастает!

Понятно, что управлять любым объектом, имея такой выход, чрезвычайно

сложно. Поэтому для управления по неподвижным и подвижным изображениям необходимо резко уменьшить размерность данных, содержащихся в последних, свернув их к одному числу, причем это число не может исчисляться просто (например, как среднее арифметическое), а должно отражать весь спектр распределения информации по тому же изображению. Таким образом, адекватная свертка пространственно-временных представлений является главной проблемой автоматизированного управления литейными технологиями.

По существующим представлениям сложный объект – это система, обладающая эмерджентностью, т.е. состоящая из множества взаимодействующих составляющих (подсистем), вследствие чего сложная система приобретает новые свойства, которые отсутствуют на подсистемном уровне и не могут быть сведены к свойствам подсистемного уровня [1, 2]. Эмерджентность в теории систем – наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её элементам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов [3].

С другой стороны, даже весьма сложный объект, в зависимости от задач его анализа, может считаться простым (в метеорологии, например, многомиллионный мегаполис считают точкой, обладающей одним параметром – температурой) и, наоборот, простая композиционная двухкомпонентная отливка (например, антифрикционная втулка) проявляет ярко выраженную эмерджентность.

Поэтому строгое определение сложной системы ещё не найдено, говорят только о некоторых общих чертах сложной системы как объекта управления [4]:

- отсутствие полного математического описания или алгоритма,
- «зашумленность», выраженная в затруднении наблюдения и управления, обусловленная не столько наличием генераторов случайных помех, сколько большим числом второстепенных для целей управления процессов,
- «нетерпимость» к управлению: система существует не для того, чтобы ею управляли,
- нестационарность, выражающаяся в дрейфе характеристик, изменении параметров, эволюции почти всех свойств во времени,
- невозпроизводимость экспериментов с ней.

Любое управление оперирует отображениями управляемого объекта, т.е. измеренными параметрами, учитываемыми в процессе такого управления. Чаще всего в качестве таких параметров выступают управляющие воздействия на входе системы и управляемые на ее выходе, например, параметрами процесса легирования сплава и эксплуатационными свойствами отливок.

Основные принципы построения отображений:

- любой объект литейного производства может быть интерпретирован как сложный, путем наращивания количества учитываемых при построении моделирующего отображения параметров за счет более глубокой

дискретизации исходного объекта на подуровни и элементы;

– любой объект литейного производства может быть представлен на микро, макро или метауровне дискретизации, в зависимости от цели и задач моделирования;

– любой объект литейного производства может быть представлен в виде устройства, способа, вещества или метода контроля в зависимости от его функционального назначения в литейной технологии.

Предложенные принципы позволяют выделить двенадцать групп объектов литейного производства, принадлежность к которым определяет пользователь подсистемы оптимизации, например, под конкретные задачи САПР или АСУ.

#### **Литература.**

1. Лоскутов, А. Ю. Основы теории сложных систем / А. Ю. Лоскутов, А. С. Михайлов. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и стохастическая динамика», 2007. – 612 с.
2. Мамчур, Е. А. Принцип простоты и меры сложности / Е. А. Мамчур, Н. Ф. Овчинников, А. И. Уёмов. – М.: Наука, 1989. – 304 с.
3. Комлев, Н. Г. Словарь иностранных слов / Н. Г. Комлев. – М. : ЭКСМО, 2006. – 669 с.
4. Растринг, Л. А. Адаптация сложных систем: Методы и приложения. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.