

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

А. М. Плотников, Ю. И. Рыжиков, Б. В. Соколов (Санкт-Петербург)

Введение

С 2003 г. каждые два года в Санкт-Петербурге проводятся Всероссийские научно-практические конференции «Опыт практического применения языков и программных систем имитационного моделирования в промышленности и прикладных разработках». После каждой из них в «Вестнике технологии судостроения» публиковались обзоры содержания докладов, однако они вследствие специфичности и малого тиража этого уважаемого издания не доводились до большинства актуальных и потенциальных «имитаторов и модельеров» в РФ и за рубежом. Поэтому уроки каждой очередной конференции оказывали недостаточное влияние на содержательность последующей. Кроме того, за истекшее десятилетие существенно обновился и расширился круг исследователей, активно работающих в данной области. Учитывая изложенное, Организационный и Программный комитеты решили выпустить аналитический обзор, в котором итоги конференций были бы подведены и осмыслены с разных точек зрения: по используемым методам моделирования, инструментальным средствам, практическим приложениям. В обзор включены – с упреждением – и материалы ИММОД-2011. Полная версия обзора представлена SD и из-за ее достаточно большого объема в «Трудах конференции...» [1–5] мы предлагаем только отдельные положения указанного обзора. Авторы надеются, что все перечисленные обстоятельства позволят обсуждать представленные на проводимой конференции доклады более целенаправленно.

Предлагаемый обзор подготовлен тремя членами Программного комитета, однако не является официальной точкой зрения комитета в целом. Громадный объем анализируемого материала не позволил упомянуть в нем все доклады. Надеемся, что читатели обзора отнесутся к этому с пониманием. Для экономии места ссылки на доклады сведены к минимуму, как правило, даются по фамилии первого автора.

1. Общая оценка результатов проводимых конференций

Начиная с 2003 года в России каждые два года проводится Всероссийская научно-практическая конференция «Опыт практического применения языков и программных систем имитационного моделирования в промышленности и прикладных разработках» (ИММОД).

Цель проводимых конференций состояла в распространении и конструктивном использовании методов и средств имитационного моделирования сложных объектов (технических, технологических, экономических, социальных, комбинированных) для решения широко спектра актуальных научных и практических задач, активизация творческой деятельности и укрепления научно-производственного потенциала Российской Федерации.

В основные задачи конференции входят:

- развитие и обобщение теории имитационного и системного моделирования сложных объектов, квалиметрии моделей и полимодельных комплексов;
- обмен опытом и обсуждение результатов исследований и практических приложений имитационного моделирования;

* Данная работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 05–07–90088, № 10–07–00311, 10–08–90027–Бел_а, 11–08–01016, 11–08–00641, 10–08–00906), Института системного анализа РАН (проект 2.3).

- обмен опытом применения имитационного и комплексного моделирования для решения научных и практических задач;
- распространение опыта обучения теории и практике имитационного и комплексного моделирования.

Научная программа конференций включает тематические направления:

- теоретические основы и методология имитационного и комплексного моделирования;
- методы оценивания качества моделей и полимодельных комплексов;
- методы и системы распределенного моделирования;
- моделирование глобальных процессов;
- средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования;
- системная динамика (с наличием имитационной составляющей);
- практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования;
- имитационное моделирование в обучении и образовании.

В 2003 году учредителем конференции выступил ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения» (ФГУП «ЦНИИ ТС»). У последующих конференций два постоянных учредителя – ФГУП «ЦНИИ ТС» и Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН), Санкт-Петербург.

Все конференции проводились в Санкт-Петербурге, в октябре месяце. Первые три конференции – в ФГУП «ЦНИИ технологии судостроения», четвертая и пятая – проведены в Доме Ученых им. М. Горького (Дворцовая наб., 26).

Средняя ежедневная посещаемость конференций составила: 2003 год – 105 чел., 2005 год – 108 чел., 2007 год – 94 чел., 2009 год – 102 чел.

Тематика конференции традиционно разбивается на три основных направления, которым соответствуют три секции:

- теоретические основы и методология имитационного и комплексного моделирования.
- практическое применение имитационного и комплексного моделирования и средств автоматизации моделирования.
- средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования.

Информационную поддержку конференциям оказывали компании ООО «Элина-Компьютер» (Казань) и XJ Technologies (Санкт-Петербург), журналы «Судостроение», «RM Magazine», «Rational Enterprise Management» (Санкт-Петербург) и «Прикладная информатика» (Москва).

Спонсорскую помощь в проведении конференций оказывали компании «Би-Питрон» и XJ Technologies (Санкт-Петербург), Комитет по науке и высшей школе Администрации Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург), ООО «Сименс Продакт Лайфсайкл Менеджмент Софтвер», Президиум РАН, АНО «Ремесленная академия», Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН, Российский фонд фундаментальных исследований (Москва).

В проводимых пяти конференциях приняли участие представители девяти стран – России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Латвии, Германии, Болгарии, Вьетнама и Индии.

При подготовке конференций использовались информационные ресурсы сайтов www.gpss.ru, www.sstc.spb.ru, www.spiiras.nw.ru, www.simulation.org.ua, www.xjtek.com.

Статистика докладов конференций отражена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Категория докладов	2003 ¹	2005	2007	2009	2011
Пленарные доклады	5	8	6	7	8
Доклады секции 1	40	19	38	29	31
Доклады секции 2	–	27	12	28	29
Доклады секции 3	34	53	45	59	38
Стендовые доклады и демонстрации	27	33	17	14	57
Всего докладов	108	140	118	137	
Всего упоминаемых авторов докладов	143	181	205	236	260

Статистика по авторам докладов и слушателям конференции отражена в табл. 2. В работе конференции 2003 года приняли участие специалисты, руководители, предприниматели, менеджеры и научные работники 32 городов России, Украины, Латвии и Германии; в работе конференции 2005 года – из 37 городов России, Украины, Беларуси, Латвии и Германии; в работе конференции 2007 года – из 37 городов России, Украины, Беларуси, Германии, Вьетнама и Индии; в работе конференции 2009 года – из 49 городов России, Украины, Беларуси, Казахстана, Болгарии, Вьетнама, Латвии и Германии, в работе конференции 2011 года – из 54 городов России, Украины, Беларуси, Казахстана, Вьетнама, Латвии и Германии.

Таблица 2

Звание, степень	2003	2005	2007	2009	2011
Член-корреспонденты, академики	1	2	2	4	2
Доктора наук	23	36	40	39	48
Кандидаты наук	40	43	59	65	37
Аспиранты	20	30	35	55	36
Студенты	11	8	12	22	39

В работе пяти конференций приняли участие представители более двухсот организаций, предприятий, фирм и высших учебных заведений России и зарубежных стран.

Конференции в целом были четко организованы, проходили на хорошем уровне и при большой заинтересованности участников. Труды конференции издавались до их начала. На каждой из конференций делалось 5–8 докладов на пленарном заседании и около 100 на трех секциях – теоретической, инструментальной и прикладной. Представлялось по несколько десятков секционных докладов. Почти все доклады были оформлены в виде компьютерных презентаций; многие секционные и стендовые доклады сопровождалась эффектными и поучительными анимациями – в частности, одновременным появлением отдельных частей слайда. Из участников конференции сформировалось устойчивое сообщество единомышленников. Всем докладчикам задавались вопросы, и выдерживание регламента требовало немалых усилий руководителей секций. На итоговом заседании первой конференции было принято решение впредь проводить такие конференции регулярно и изучить вопрос о придании им статуса международных (впрочем, и на уже проведенных были представлены докладчики из Латвии, Германии и США, не говоря о странах СНГ).

На общую дискуссию выносились: научные аспекты конференций, состояние и перспективы имитационного моделирования в России, проблемы продвижения методов

¹ Конференция 2003 года состояла только из двух секций.

имитационного моделирования в отечественную промышленность. На первой же конференции было решено создать Российское общество имитационного моделирования, поручить Оргкомитету создать инициативную группу, доработать и согласовать с потенциальными учредителями пакет учредительных документов и юридически оформить общество.

В результате проделанной Организационным и Программным комитетами большой работы 28 февраля 2011 г. Министерством Юстиции РФ было выдано Свидетельство о государственной регистрации некоммерческой организации – некоммерческого партнерства “Национальное Общество Имитационного Моделирования” (НОИМ). Президентом общества стал член-корреспондент РАН Юсупов Рафаэль Мидхатович, Председателем правления общества был избран Плотников Александр Михайлович. В настоящее время ведется активная подготовительная работа по приему новых физических и юридических лиц в состав НОИМ.

2. История и общие предпосылки становления и развития имитационного моделирования в Российской Федерации

К настоящему времени теория, методы и технологии создания (использования) различных классов моделей развиты достаточно хорошо. Исследования в этой отрасли научных знаний продолжают с неослабевающей интенсивностью, охватывая всё новые и новые классы моделей и предметные области. На проводимых конференциях постоянно отмечались исторические аспекты становления имитационного моделирования (ИМ) в нашей стране [6–13].

Появление имитационных моделей (ИМл) и имитационного моделирования, а также и превращение их в эффективное средство анализа сложных и больших систем было, с одной стороны, обусловлено потребностями практики, а с другой стороны, развитием метода статистических испытаний (метод Монте-Карло), открывшего возможность моделировать случайные факторы, которые существенно влияют на процесс функционирования систем. Кроме того, была создана материальная (аппаратурная) база для реализации ИМл – мощные вычислительные средства второго и третьего поколений.

Введение понятия ИМ в науке (начало 60-х годов) было сопряжено с возникновением определенной терминологической путаницы, разнообразием трактовок этого понятия. Одна из причин, повлиявших на это, связана с тем, что сам термин, обозначаемый в англоязычной литературе как *simulation* (лат. *simulation* – симулирование, уподобление) и введенный в отечественной литературе как «имитационное моделирование» (лат. *imitation* – подражание, имитация), неудачен с чисто лингвистической точки зрения, поскольку в первом случае его можно перевести просто как «моделирование», а во втором – истолковать в тавтологическом смысле, рассматривая термины «имитация» и «моделирование» как синонимы («моделирующее моделирование»). В действительности, когда речь идет об ИМ, то имеется в виду моделирование особого рода, противостоящее в известном смысле аналитическому моделированию. Последнее связано с двумя основными обстоятельствами: во-первых, имитационная модель должна с необходимой полнотой воспроизводить как структуру объекта-оригинала, так и его функционирование (при обязательном сохранении схожести поведения по отношению к объекту-оригиналу); и, во-вторых, ИМ ориентируется на получение знаний о прототипе не путем аналитического исследования или однократных численных расчетов, а путем целенаправленных экспериментов на ИМл.

На конференциях постоянно отмечались давние и хорошие традиции использования и развития моделирования в СССР в период 1960–1990 гг.: созданы многочисленные научные школы; получен ряд важнейших фундаментальных и практических ре-

зультатов, к числу которых можно, в первую очередь отнести разработку методологических основ ИМ, создание и широкое использование в различных предметных областях таких языков автоматизации моделирования как СЛЭНГ, НЕДИС, СТАМ и др., система агрегативного моделирования Н.П. Бусленко. Семейство GPSS, SIMULA, GASP, CSL и другие языки моделирования были адаптированы к применявшейся в стране вычислительной технике. Они широко использовались в реальном секторе экономики [13–18].

Развал страны и «демократические» реформы привели к утрате связей между научными коллективами и отдельными учеными, прекращению активной деятельности многими из них, нарушению преемственности поколений, приостановке или прекращению ряда перспективных разработок. Умирающая промышленность утратила интерес к практическому моделированию, что иссушило внебюджетные ручейки финансирования исследований.

Однако наметившийся за последнее десятилетие рост экономики взбодрил оставшихся (главным образом в вузах) энтузиастов моделирования, оживил их интерес к преподаванию моделирования, теоретическим исследованиям и прикладным разработкам. В настоящее время 150 вузов России ежегодно выпускают более 10 тыс. специалистов, знакомых с основами компьютерного моделирования. Аналогично обстоит дело и в странах СНГ. Моделирование введено в учебные планы не только компьютерных, но и ряда экономических специальностей. В сети Интернет появились сайты, посвященные этой проблеме (gpss.ru, simulation.org.ua, gpss-forum.narod.ru), разработан исследовательский портал «Имитационное моделирование». В пленарных докладах (А.В. Борщев, Н.Н. Лычкина, Б.В. Соколов [2, 3, 4]) отмечался заметный рост интереса бизнес-сообщества к проблемам имитации и оптимизации производственных и иных экономических процессов. Воспринята, наконец, старая идея интерактивной технологии программирования с разработкой «быстрого прототипа». Внедрение объектно-ориентированного программирования, появление визуальных конструкторов ускорило и удешевило разработки. Интенсивно развивались многоагентное, агрегативное и распределенное моделирование. Была создана российская система гибридного моделирования AnyLogic.

Продолжались работы на стыке теории массового обслуживания (теории очередей) и имитационного моделирования. Разработанные модели включались в контур оперативного управления. На прошедших конференциях звучали интересные предложения (распределенное моделирование с использованием Интернета, учет психофизиологических особенностей оператора, акцент на использование модели в качестве средства убеждения заказчиков).

Тематика ИМ в настоящее время введена в учебные планы не только компьютерных, но и ряда экономических специальностей. Открыта подготовка специалистов по информационным технологиям применительно к основным областям применения. Дисциплина «Моделирование систем» из разряда специальных перешла в общепрофессиональные, т. е. стала «ближе к массам». Издан ряд учебников, из которых написанные Ю.Г. Карповым, Ю.И. Рыжиковым и В.Н. Томашевским распространялась на конференциях.

Мировая наука и экономика в трудные для России последние десятилетия не стояли на месте и интенсивно развивались. За рубежом регулярно проводились конференции по теории и практическим аспектам имитационного моделирования; оно все шире внедрялось в практику проектирования производственных (в самом широком смысле слова) процессов и оперативного управления ими. В повестку дня встал вопрос о сплошном применении цифровых моделей (Digital Factory) в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем. Люди, участвующие в такой деятельно-

сти, получают возможность наблюдать статические объекты – как правило в виде трехмерных изображений (виртуальная реальность – VR). Наличие имитационной модели и обоснование с ее помощью выбранного варианта в западных странах являются обязательными в комплекте документов, подаваемых на рассмотрение для проектирования или модернизации нового производства либо технологического процесса. Модели используются и для обучения персонала. Эта концепция называется e-manufacturing. Убежденными сторонниками ее являются, в частности, ведущие автомобильные компании: Daimler-Chrysler, Mercedes-Benz, BMW, Audi, Toyota. Этот подход применяется и на сборке аэробусов А-380 в Гамбурге. Ряд фирм выпускает программные продукты как широкого назначения (с предполагаемой модификацией), так и специализированные по логистике, отраслям промышленности и социальной сферы. Однако в условиях чрезвычайной сложности и дороговизны этих разработок из европейских компаний только Technomatics и DELMIA претендуют на полное покрытие e-Manufacturing своими продуктами. Наблюдается тенденция перехода от разработки «самодельных» (пусть даже усилиями мощных промышленных фирм) систем моделирования к заказу их профессиональным разработчикам моделей.

В обзорных докладах на прошедших конференциях [4] отмечались типичные недостатки разработанных систем моделирования:

- трудоемкость моделирования;
- сложность проведения экспериментов;
- слабость средств моделирования конфликтов за общие ресурсы;
- отсутствие поддержки русского языка.

Недостатки имитационного моделирования вынуждают комбинировать его с аналитическими моделями. Поскольку наиболее широкий класс моделей, охватывающий сборочное производство, транспортные системы, системы логистики, разного вида обслуживающие и коммуникационные системы – это по сути сети массового обслуживания, активно разрабатываются и такие модели и алгоритмы.

Конференция 2007 г. (Девятков В.В., Кобелев Н.Б. и др.) [3, 4] соотнесла с современным мировым уровнем состояние такого важнейшего научно-технического направления в России как электронная готовность страны. Последняя представляет собой обобщенную оценку примерно ста показателей, характеризующих общий интеллектуальный уровень принимаемых решений. Регулярный мониторинг тенденций интеллектуального развития, проводимый в рамках специальной программы ООН по 159 странам в 2005 г., поставил электронную готовность России на 126-е место. Наш рейтинг по сравнению с 2004 г. упал на 36 пунктов, что свидетельствует о крайне негативной тенденции (между прочим, уровень коррупции имеет сильную отрицательную корреляцию с электронной готовностью).

Факты снижения интеллектуальности безусловно имеют место. В стране не осуществляется расчет межотраслевого баланса продукции и услуг, в силу чего никто точно не знает, что нужно стимулировать, а что не нужно. Нет существовавшего в советские времена единого плана развития и размещения производительных сил страны по отраслям и регионам. Несбалансированная промышленность производит более дорогую и неконкурентоспособную продукцию. Продавлена вузовская реформа, понижающая уровень подготовки специалистов до теперешнего уровня нашей экономики и гарантирующая стагнацию последней. Работы по теории и разнообразным применениям имитационного моделирования (ИМ), которые могли бы повысить интеллектуальность и обоснованность принимаемых решений, ныне проводятся лишь несколькими сотнями оставшихся энтузиастов. В то же время в США на работы, связанные с ИМ, тратятся десятки млрд. долларов в год. ИМ принимаемых решений, проектов развития и технологий постоянно применяется такими компаниями, как Boeing, Compaq, Xerox, IBM, Intel, Lockheed, Motorola, General Motors,

Ford, Standard Oil, Cray Research и многими другими, а также рядом правительственных организаций (Агентство национальной безопасности, BBC, ВМФ, NASA). В докладе Ю.А. Меркурьева [4, 23–26] были перечислены журналы и конференции – европейские и мировые, в том числе мультikonференции (многотемные): агентно-ориентированные; теория моделирования; высокопроизводительные вычислительные системы; военное моделирование; развитие городов. Центральное место здесь занимают Зимние конференции по ИМ (США). В данном докладе были указаны также электронные ресурсы, где располагается основная информация о конференциях по ИМ.

В целом на прошедших конференциях отмечалось, что в РФ наметился выход из кризиса в области ИМ. Это было наглядно показано в работе [7] и последующих докладах соответствующих авторов на конференциях [1–5], в которых в качестве аргументов, подтверждающих данные положения, были приведены следующие факты:

1. *Индикатором резко возросшей активности специалистов ИМ является появление серьезных информационных ресурсов, посвященных ИМ, в сети Internet.* Среди них www.xjtek.ru, www.gpss.ru, www.simulation.org.ru, www.gpss-forum.narod.ru и др.

2. *Постоянно увеличивается академическое применение ИМ.* Благодаря энтузиазму и терпению преподавателей многих ВУЗов, удалось сохранить основной костяк специалистов по ИМ высокой квалификации. В стандарты ряда образовательных специальностей в России введены курсы: «Моделирование систем», «Имитационное моделирование», «Компьютерное моделирование».

3. *Появилось гораздо больше публикаций по тематике имитационного моделирования.* Причем это относится не только к трудам симпозиумов и конференций, но и к журнальным статьям и монографиям.

4. *Повсеместно в РФ появляются компании, профессионально занимающиеся ИМ.* Среди них В-Club Engineering (г. Иваново, www.b-club.ru), «Элина-компьютер» (г. Казань, www.elina-computer.ru), Департамент имитационного моделирования компании IBS (г. Москва, www.ibsd.ru), Ленгипромез (Санкт-Петербург), Новые исследования и разработки проводятся в РАН: Вычислительный центр РАН, ИПУ РАН, ИСА РАН, ИППИ РАН, ИПИ РАН, СПИИРАН, институты СО РАН и др.

5. *Появился целый ряд российских разработок, конкурентоспособных на мировом рынке* (табл. 3).

Таблица 3

Пример инструментальных средств ИМ, разработанных в России

№	Наименование	Данные о разработчике
1	Имитационная платформа Фантомат	Департамент систем имитационного моделирования IBS, г. Москва, Дмитровское ш., 9-б, www.libs.ru
2	Профессиональный инструмент моделирования Any-Logic	Экс Джей Текнолоджис, 194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 21, www.xjtek.com
3	Интерактивная система ИМ ISS2000	Национальный технический университет «Киевский политехнический институт», Украина, г. Киев (автор Томашевский В.Н.)
4	Распределенная система ИМ для локальной сети в среде QNX (ОС семейства UNIX)	Институт вычислительной математики и математической геофизики (вычислительный центр), г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 6, http://www/sscc.ru
5	Система ИМ СМО	Томский политехнический университет, (автор – Ослин Б.Г.)
6	Общелевая система ИМ Object GPSS	Северодонецкий технологический институт, г. Северодонецк, Украина (автор – Королев А.Г.)

6. Наблюдается появление практического интереса к ИМ в реальном секторе экономики. На ряде предприятий были выполнены или выполняются серьезные проекты с применением ИМ.

7. В 2011 году было образовано некоммерческое партнерство “Национальное Общество Имитационного Моделирования” (НОИМ).

В целом на прошедших конференциях отмечалось, что несмотря на то, что к настоящему времени в РФ в рассматриваемой предметной области (имитационное и комплексное моделирование сложных объектов и систем) были получены важные теоретические и практические результаты, из-за целого ряда объективных и субъективных причин (методологических, технологических, финансовых, образовательных и т. п.) при создании и применении ИМл допускаются множество ошибок и некорректностей, а эффективность использования ИМл, к сожалению, продолжает оставаться низкой, еще достаточно слабо учитываются возможности современных интеллектуальных информационных технологий при организации и проведении ИМ.

3. Современное состояние и проблемы развития имитационного моделирования в Российской Федерации

В обзорном докладе на конкретных примерах будут представлены основные проблемы ИМ и возможные пути выхода из них, которые предлагались участниками прошедших конференций ИММОД в 2003–2011 годах. В качестве таковых были рассмотрены следующие основные проблемы [1–3, 14–22]:

Проблема оценивания степени адекватности имитационных моделей

Одной из центральных проблем теории математического моделирования сложных организационно-технических систем (СОТС) в целом и ИМ указанных систем в частности заключается в обеспечении требуемой степени адекватности рассматриваемого класса моделей по отношению к моделируемым объектам-оригиналам $Ob_{<>}^{op}$. Данное требование является обязательным для любых случаев построения моделей и моделирующих систем. При этом очевидно, что на практике следует говорить не о полной адекватности, а лишь об адекватности в некотором смысле (о требуемом уровне адекватности). Для СОТС одна модель может отражать лишь какую-либо сторону, аспект прототипа, и поэтому понятие адекватности "вообще" для такой модели не существует, речь может идти лишь об адекватности отражения данного аспекта. Следует всегда оценку степени адекватности проводить с учетом того, в какой степени на данной модели могут быть достигнуты цели, поставленные при исследовании каждого конкретного вопроса, для решения которого необходимо прибегать к моделированию.

Причинами неадекватности ИМл некоторого объекта оригинала $Ob_{<>}^{op}$ (в нашем случае – СОТС) могут быть неточные исходные предпосылки в определении типа и структуры моделей, погрешности измерений при проведении испытаний (экспериментов), вычислительные погрешности при обработке измерительной информации. Использование неадекватной модели может привести к значительным экономическим потерям, аварийным ситуациям, к невыполнению задач, поставленных перед реально существующей системой.

Проблема обеспечения гармоничного взаимодействия пользователей с вычислительной средой, в рамках которой реализуются ИМл (создание интеллектуального интерфейса).

Опыт эксплуатации различных классов интегрированных систем поддержки принятия решений (ИСППР) показывает, что формализованные модели (прежде всего математические модели) не позволяют в полной мере учесть все многообразие возможных вариантов функционирования СОТС. Поэтому особую актуальность начинает при-

обретать вопрос объединения формализованных процедур анализа и выбора, реализованных в рамках соответствующих ИМл, входящих в состав ИСППР, и творческих возможностей пользователей.

Проблема обеспечения открытости имитационных моделей и комплексов (ИМлК) и их способности к адаптации, самоорганизации и развитию.

Анализ процессов создания, эксплуатации и совершенствования СОТС показывает, что "внешняя среда", с которой взаимодействует СОТС, постоянно изменяется, это, в свою очередь приводит к изменению параметров и структур указанных объектов. В этих условиях, разработанные на различных этапах с различными целями ИМл и комплексы, а также методы и алгоритмы манипулирования данными моделями могут лишь приближенно отражать необходимые свойства исследуемых элементов и подсистем СОТС.

Создание универсальных моделей и алгоритмов, реализующих, например, все основные функции управления СОТС применительно к различным предметным областям, также затруднено. Поэтому реально на практике в зависимости от складывающейся обстановки должен конструироваться или выбираться наиболее пригодный в силу своих свойств вариант ИМл (входящий в состав ИСППР) и соответствующий ему алгоритм решения той или иной задачи автоматизированного управления СОТС. Таким образом, СОТС и ее ИСППР, находящиеся в условиях воздействия нестационарной внешней среды, только тогда будут способны обеспечивать выработку эффективных плановых и регулирующих воздействий, когда будут наделены особыми механизмами (процедурами) адаптации и, в перспективе, самоорганизации, обеспечивающими целенаправленное изменение параметров моделей и самих моделей и алгоритмов ИСППР с учетом возможных вариантов выдачи управляющих воздействий в будущем, что позволяет, в конечном осуществлении приспособления СОТС к будущему развитию как объектов управления, так и внешней среды. Конструирование или выбор типа ИМл и алгоритма ИСППР должны являться функцией специально выделенной подсистемы (адаптера), входящей в состав ИСППР. С помощью данного адаптера путем проведения параметрической и структурной адаптации (а в перспективе и самоорганизации) соответствующих компонент СПМО обеспечивается согласование свойств СОТС со средой, что позволяет сократить до минимума число ситуаций, при которых ИСППР не сможет выдать рекомендации по управлению СОТС на различных этапах их жизненного цикла.

Адаптация рассматриваемых СОТС, ИСППР предполагает адаптацию к "прошлому" и к "будущему". Для реализации указанных механизмов адаптации необходимо чтобы в составе ИСППР имелись такие процедуры, которые обеспечивали накопление и сохранение уникального опыта работы органов управления, выявление закономерностей течения процессов управления, фиксацию этого опыта в формализованном виде: либо в форме алгоритмов переработки информации о компонентах вектора состояния СОТС, либо в виде параметров законов управления, или в форме решающих правил (алгоритмов) принятия рациональных решений, либо в форме записей в базе данных или базе знаний. Среди частных проблем, связанных с созданием и применением ИМлК, можно отнести:

а) проблему обеспечения простоты и оптимальности построения каждой конкретной имитационной модели. Данная проблема непосредственно связана с проблемой обеспечения необходимой степени адекватности моделирования. В самом деле, для достижения необходимой степени адекватности иногда приходится идти на существенное усложнение модели, построения вместо одной модели целого моделирующего комплекса. Однако даже в этом случае, если существует возможность выбора между различными классами моделей (либо комбинациями этих моделей), позволяющими обеспечивать примерно одинаковую степень адекватности моделирования, очевидно, из

этих моделей целесообразно выбирать наиболее простую. В этом и состоит суть оптимальности построения (выбора) моделей.

б) проблему обеспечения эффективной машинной реализации ИМл. Решение данной проблемы, прежде всего, предполагает обеспечение высокой эффективности реализации вычислительного процесса, организованного с учетом конкретных свойств разработанных моделей и алгоритмов (степени связности алгоритмов, возможности распараллеливания счета при решении задач, решение задач в оверлейных режимах).

в) проблему обеспечения возможности моделирования с различными масштабами времени;

г) проблему нахождения обоснованного компромисса между универсальностью и проблемной ориентацией ИМлК.

4. Замечания по содержанию и научно-практическому уровню докладов

Проводимые конференции ИММОД по своему статусу должны быть достойны публикации материалов, отвечающих уровню кандидатских и докторских диссертаций. Это налагает соответствующие обязательства, как на докладчиков, так и на Программный комитет, обязанный «держать планку» достаточно высоко.

При общем достойном уровне конференций по содержанию и форме некоторых докладов приходится сделать ряд серьезных замечаний. Программный комитет предлагает в качестве камертона для настройки докладчиков цитату из выступления одного из спонсоров и активному участнику конференций – А.В. Борщева (XJ Technology): «Преподаватели, студенты и аспиранты часто увлекаются, например, созданием собственных симуляторов или, хуже того, разводят заумное и занудное теоретизирование вокруг понятия "модель"...Важны выступления не просто в своей академической тусовке, а там, где Вас может услышать заинтересованный практик, и разговоры о не том, что сети Петри с раскрашенными фишками лучше, чем с нераскрашенными, а про то, на сколько процентов сократится время ожидания грузовика на въезде в контейнерный терминал – если принять такие-то решения, подсказанные имитационной моделью».

В обзоре критические замечания сведены в ряд подразделов, среди которых были выделены замечания связанные с бессодержательностью докладов, несоответствием тематики докладов проблематике конференции, формулировкой глобальных претензий, содержательной неполнотой докладов, «обурбачиванием» проблем ИМ, банальностями и переоткрытием известных результатов, философской несостоятельностью, математическим невежеством, дефектами оформления и представления полученных результатов.

Заключение

Программный комитет конференции ИММОД-2011 при подготовке данной конференции постарался учесть все ранее высказанные критические замечания. Поэтому одна из основных задач данной конференции состоит в том, что, во-первых, при ее проведении учесть все ранее высказанные предложения по повышению качества представляемых докладов и, во-вторых, определить наиболее перспективные пути дальнейшего решения перечисленных проблемы теории и практики имитационного и комплексного моделирования.

Литература

1. **Плотников А. М., Рыжиков Ю. И.** Первая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2003. Итоги и перспективы // Вестник технологии судостроения. 2004. №12. С. 69–73.
2. **Плотников А. М., Рыжиков Ю. И.** Первая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2005. Итоги и перспективы // Вестник технологии судостроения. 2006. №12. С. 69–73.

3. **Плотников А. М., Рыжиков Ю. И.** Первая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2007. Итоги и перспективы // Вестник технологии судостроения. 2008. № 12. С. 69–73.
4. Материалы 1-й, 2-й, 3-ей, 4-ой Всероссийской научно-практической конференции “Имитационное моделирование. Теория и практика”. Т. 1–2. СПб.: ФГУП “ЦНИИ технологий судостроения”, 2003, 2005, 2007, 2009.
5. Труды 5-й Всероссийской научно-практической конференции “Имитационное моделирование. Теория и практика”. Т. 1–2. СПб.: ФГУП “ЦНИИ технологий судостроения”, 2011.
6. **Аврамчук Е. Ф., Вавилов А. А., Емельянов С. В. и др.** Технология системного моделирования / Под общ. ред. С.В.Емельянова. И.: Машиностроение, 1988.
7. **Власов С. А., Девятков В. В.** Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее // Автоматизация в промышленности, 2005, №5. стр. 63–65.
8. **Калашников В. В., Немчинов Б. В., Симонов В. М.** Нить Ариадны в лабиринте моделирования. М.: Наука, 1993. 192 с., ил.
9. **Краснощёков П. С., Петров А. А.** Принципы построения моделей. М.: Фазис, 2000. 400 с.
10. **Месарович М., Такахара Я.** Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978.
11. **Бусленко Н.П.** «Моделирование сложных систем», М., «Наука», 1968.
12. **Нейлор Т.** «Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем». М.: Мир, 1975. 500 стр.
13. **Шеннон Р.** «Имитационное моделирование систем – искусство и наука». М.: Мир, 1978. 418 стр.
14. **Карпов Ю.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
15. **Ростовцев Ю. Г., Юсупов Р. М.** Проблема обеспечения адекватности субъектно-объектного моделирования // Известия ВУЗов. Приборостроение. 1991. № 7, С. 7–14.
16. **Рыжиков Ю. И., Плотников А. М.** Вторая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2005. // Вестник технологии судостроения. 2006. №16. С. 67–73.
17. **Савин Г. И.** Системное моделирование сложных процессов. М.: Фазис, 2000.
18. **Самарский А. А., Михайлов А. П.** Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
19. **Соколов Б. В., Юсупов Р. М.** Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Теория систем и управления, 2004, № 6. С. 5–16.
20. **Шеннон Р.** Имитационное моделирование – искусство и наука. М.: Мир, 1978. 418 с.
21. **Юсупов Р. М.** Элементы теории испытаний и контроля технических систем: / Под ред. Р.М. Юсупова. М.: Энергия, 1977. 189 с.
22. **Юсупов Р. М., Иванищев В. В., Костельцев В. И., Суворов А. И.** Принципы квалиметрии моделей // IV СПб Международная конференция «Региональная информатика-95», тезисы докладов. СПб, 1995. С. 90–91.
23. 21st European Conference on Modelling and Simulation, June 4–6, Prague, Grech Republic, Proceedings, 2007, Prague 826 pp.
24. <http://www.wintersim.org>
25. <http://www.scs.org>
26. <http://www.liophant.org/scsc>