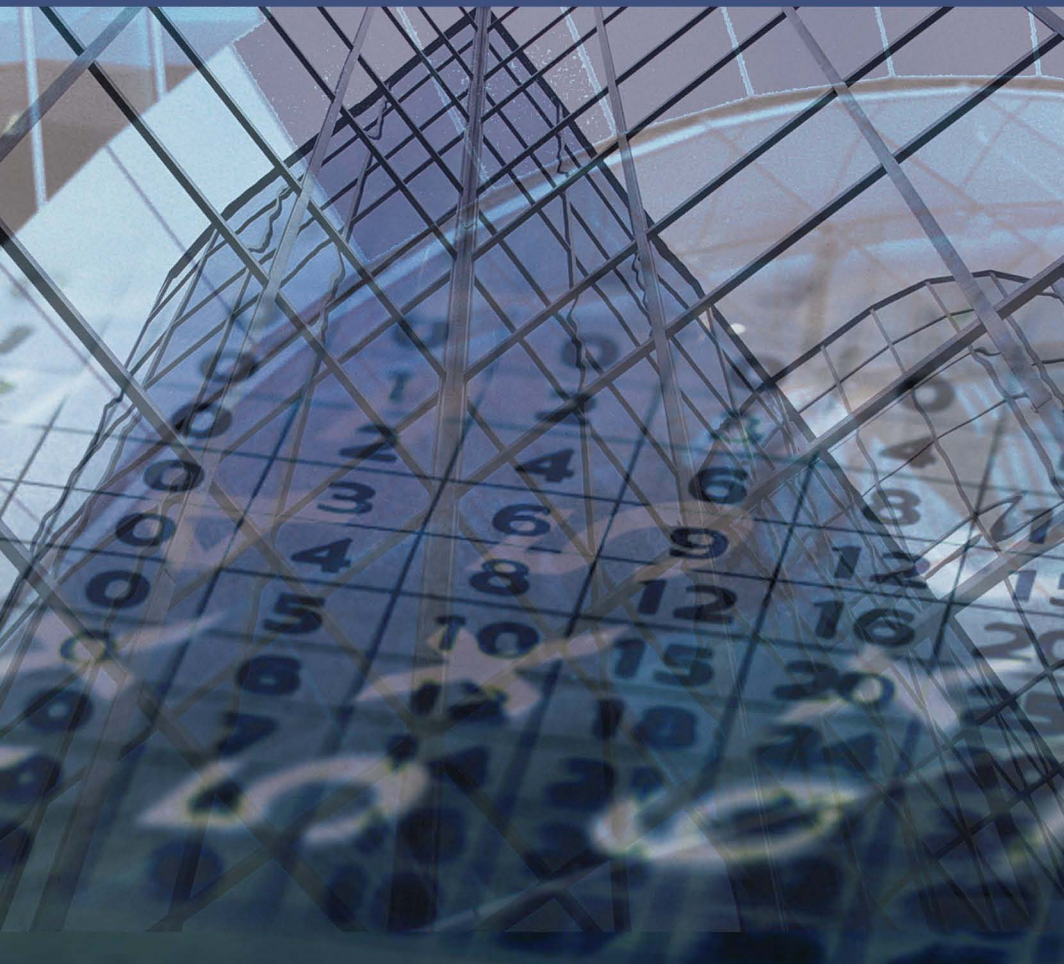


В.И. Теличенко А.А. Липидус А.А. Морозенко

# ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



**Теличенко В.И., Лapidус А.А., Морозенко А.А.**

**ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**



Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2008

УДК 624.15.04(075.8)

ББК 38.58я73

**Рецензенты:**

Профессор, д.т.н. *Олейник П.П.*

первый заместитель Генерального директора ОАО «Моспромстрой»,  
к.т.н. *Лянз О.П.*

**Теличенко В.И., Лapidус А.А., Морозенко А.А.**

Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве / Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с.

ISBN 978-593093-572-1

В монографии «Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве» представлены современные принципы и методы моделирования, проектирования и управления реализацией строительных технологий, включая большую группу бизнес-процессов. Такой подход позволяет рассматривать строительные технологии как основной элемент строительных систем возведений зданий и сооружений широкого функционального назначения.

Монография представляет собой специализированное руководство по основным направлениям менеджмента, которые играют важнейшую роль в успехе современных строительных проектов. Речь идет о таких разделах, как:

- Структура строительных процессов и технологий;
- Моделирование и проектирование строительных технологий;
- Информационная среда строительных технологий;
- Моделирование и организационное управление инвестиционно-строительного проекта;
- Система управления инвестиционно-строительными процессами.

Монография содержит и поясняет большое количество современных специальных терминов, сокращений, определений и может быть полезна для использования в образовательной, научной и практической деятельности специалистами, научными работниками, аспирантами, занимающихся исследованиями и решением практических задач в области организации и управления строительным производством, а так же рекомендована студентам старших курсов строительных вузов.

ISBN 978-593093-572-1

© Издательство АСВ, 2008

© Теличенко В.И.,

Лapidус А.А.,

Морозенко А.А., 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
Содержание.....	5
Введение.....	7
<b>Глава 1. Структура строительных процессов и технологий.....</b>	<b>11</b>
1.1. Основные принципы современного строительного производства .....	11
1.2. Строительная система, основные понятия и терминология .....	12
1.3. Строительные технологии как элемент строительной системы .....	16
<b>Глава 2. Моделирование и проектирование строительных технологий .....</b>	<b>21</b>
2.1. Методы моделирования строительных процессов и технологий .....	21
2.2. Проектирование строительных технологий .....	30
2.3. Гибкость строительных технологий .....	37
<b>Глава 3. Информационная среда строительных технологий.....</b>	<b>41</b>
3.1. Основы автоматизации проектирования инвестиционно-строительных технологий .....	41
3.2. Экологическая безопасность строительных технологий .....	46
3.3. Системы обеспечения качества строительных технологий .....	48
<b>Глава 4. Моделирование и организационное управление инвестиционного строительного проекта.....</b>	<b>54</b>
4.1. Инвестиционный цикл объекта строительства.....	56
4.1.1. Участники инвестиционно – строительного проекта.....	56
4.1.2. Стадии инвестиционно – строительного проекта.....	58
4.2. Моделирование инвестиционного строительного проекта.....	65
4.3. Организационное управление инвестиционно – строительными процессами .....	74
4.3.1. Системотехнический подход проектирования организационных структур .....	75
4.3.2. Организация и управление базами данных .....	77
4.3.3. Интеграция этапов реализации инвестиционного проекта.....	79

4.3.4. Построение опорного плана.....	82
4.3.5. Формирование структурных модулей.....	83
4.4. Проблемы, возникающие при реализации инвестиционного строительного проекта	86
4.4.1. Факторы риска и воздействий при осуществлении проекта.....	87
4.4.2. Риски инвестиционного строительного проекта .....	91
<b>Глава 5. Система управления инвестиционно-строительными процессами .....</b>	<b>91</b>
5.1. Логистика как концепция развития организационных систем в строительстве .....	91
5.2. Система планирования и контроля сроков строительства .....	100
5.3. Информационные технологии и системы коммуникаций.....	112
5.4. Проектирование логистических информационных систем в строительстве .....	128
Список литературы .....	<b>138</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография «Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве» является еще одной книгой, входящей в серию учебников «Строительные технологии», начатую в 2001 году. В серию входят такие учебники, как «Технологии возведения зданий и сооружений». М.: Высшая школа, 1-ое и 2-ое издание 2001 г. и 2005 г., «Технология строительных процессов». Части 1 и 2, М.: Высшая школа, 1-ое и 2-е издания 2002 г. и 2004 г., подготовленные авторским коллективом в составе: В.И. Теличенко, профессор, д.т.н., академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ; профессор, д.т.н., заслуженный строитель РФ А.А. Лapidус; Терентьев О.М., профессор, к.т.н.

Задумывая серию книг «Строительные технологии», авторы ставили своей целью дать современное представление не только о производственных методах, оборудовании и технологиях, которые широко используются сегодня на строительных площадках при возведении зданий и сооружений как в нашей стране, так и за рубежом, но и о методах формализации процессов, выполняемых на различных стадиях реализации строительных проектов на основе моделирования материальных технологических процессов и информационных бизнес-процессов.

В условиях рыночной экономики несоизмеримо более ощутимыми становятся последствия принимаемых строительными организациями управленческих и организационно-технологических решений. Поэтому происходящие изменения должны сопровождаться коренным преобразованием систем организационно-технологической подготовки, проектирования и управления строительными проектами, повышения уровня обоснованности, информативности и интеллектуальности принимаемых решений.

Представляемая работа подготовлена в Московском государственном строительном университете авторским коллективом в составе: академик РААСН, проф., д.т.н. В.И. Теличенко, заслуженный строитель РФ проф., д.т.н. А.А. Лapidус, доцент, к.т.н. А.А. Морозенко.

В монографии «Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве» представлены современные принципы и методы моделирования, проектирования и управления реализацией строительных технологий, включая большую группу бизнес-процессов. Такой подход позволяет рассматривать строительные технологии как основной элемент строительных систем возведений зданий и сооружений широкого функционального назначения. При этом не стоит воспринимать такую постановку как дублирование учебных курсов организационно-управленческого цикла, где, как правило, даются сведения не о

строительных системах, а о методах организации и управления их отдельными элементами.

Большое значение для формирования системного подхода при формировании инвестиционно-строительных технологий приобретают знания, необходимые специалистам и руководителям строительного производства в области инвестиций, законодательства, права, договорных отношений, логистики, технического регулирования. Эти знания позволяют дополнять инженерную практику умением правильно использовать информационные ресурсы, находящиеся в распоряжении проектировщика и руководителя строительства.

Монография может быть полезна для использования в образовательной, научной и практической деятельности специалистами, научными работниками, аспирантами, занимающимися исследованиями и решением практических задач в области организации и управления строительным производством, а также рекомендована студентам старших курсов строительных специальностей вузов.

Авторы выражают благодарность рецензентам: профессору, д.т.н. Олейнику П.П., первому заместителю Генерального директора ОАО «Моспромстрой», к.т.н. Лянгу О.П. за ценные замечания, высказанные при рецензировании рукописи.

## ВВЕДЕНИЕ

Основной чертой современного строительного производства является многовариантность решений, связанных с проектированием и реализацией строительных технологий. Развитие основных составляющих строительного производственного процесса – материалов, технических средств и оборудования, организационных и управленческих форм; возросшие требования к расходованию материальных и трудовых ресурсов, качеству, инженерной и экологической безопасности строительной продукции; резкое изменение масштаба цен, стоимости и заработной платы в условиях рыночной экономики; влияние большого числа факторов, часто меняющихся условий со стороны внешней среды выводят проблему многовариантности в ряд важнейших проблем повышения эффективности строительного производства.

Ответом на решение проблемы многовариантности является постановка, разработка и развитие концептуальной и методологической базы гибкости строительных технологий, обеспечивающей способность производственного технологического процесса к адаптации в широких условиях изменения внутренних и внешних параметров.

При изучении соответствующих учебных курсов будущему специалисту, в современных условиях, недостаточно знать только техническую сторону строительного производства. Важно научиться обосновывать и принимать ответственные организационно-технологические решения, от которых, во многом, зависят конечные показатели возведения реальных строительных объектов. Для этого необходимо владеть не только инженерными методами подготовки и принятия таких решений, но и обладать знаниями и навыками необходимых для формирования и реализации бизнес-процессов, логистики материальных и информационных потоков при строительстве.

Поиск возможных решений относится к области творчества проектировщика, технолога и зависит от его квалификации, опыта, интуиции, объема имеющейся в его руках информации, степени владения современными системами ее переработки и использования.

Обычно поиск начинается с какого-либо решения-аналога (например, типового решения) или традиционного варианта. Далее поиск ведется путем сравнения различных вариантов, получаемых в результате варьирования технологических, организационных, управленческих параметров.

Не следует исключать из рассмотрения те решения, которые кажутся сложными и нереализуемыми неоправданными, так как их неприемлемость может быть связана только с консервативностью специалистов, боязнью риска, давлением устоявшихся и сложившихся схем.

Эффективная строительная деятельность, ее результаты, динамичное развитие строительной отрасли являются одними из главных факторов обеспечения устойчивого развития общества.



Здесь большая роль принадлежит решению проблемы оптимального сочетания трех сфер: науки, образования и практики. В необходимости разработки и использования современных строительных технологий, материалов, оборудования сомнений ни у кого нет. Имеется также достаточно серьезное понимание важности подготовки инженерно-технических кадров в вузах и других учебных заведениях.

Сегодня следует говорить о научно обоснованном развитии и привнесении в строительную деятельность современных интеллектуальных технологий. К ним относятся:

- информационные технологии проектирования и управления;
- технологии управления качеством строительной продукции;
- технологии ресурсо- и энергосбережения;
- технологии создания строительных материалов и конструкций нового поколения;
- технологии, обеспечивающие инженерную и экологическую безопасность строительной деятельности;
- природоохранные и природосберегающие технологии.

Основу промышленного производства, любой промышленной отрасли составляют «технологии». Общеприняты и общепризнанны термины «атомные технологии», «лазерные технологии», «медицинские технологии», «пищевые технологии» и другие, в которые вкладывается системный смысл.

В строительстве, в понятие «строительные технологии» зачастую вкладывается очень узкий смысл, например, кладка кирпича, укладка бетона на строительной площадке и т.п. Сегодня, когда в научно-технической сфере формируются приоритеты, определяемые критическими технологиями, назрела необходимость расширить толкование термина «строительные технологии». Ему следует придать системный смысл, включающий в себя основные элементы производственного строительного процесса: строительные конструкции, материалы, средства, способы, методы, параметры, описывающие процессы производства, управления, контроля и обеспечивающие создание законченной строительной продукции в широком смысле.

Строительство оказывает огромное влияние на формирование искусственной среды обитания человека, качество его жизни и производственной деятельности. Создание любого строительного объекта различного функционального назначения осуществляется на основе принятия решений, связанных с вмешательством в природу. Построенный объект представляет собой также сложную техногенную систему, которая при определенных обстоятельствах превращается в источник опасных воздействий на человека и окружающую среду.

Здание и сооружение выступает как оболочка большинства производственных технологий, во многом определяя степень их воздействий на окружающую природную и социальную среду в случае возникновения природных и техногенных аварий и катастроф. В настоящее время про-

блемы обеспечения инженерной и экологической безопасности, повышения качества и надежности, ресурсосбережения занимают одно из центральных мест в строительной науке и практике.

Современный строительный объект – это сложная строительная система, включающая в себя большое количество конструкций, изделий, материалов, инженерного оборудования, систем жизнеобеспечения. Ее создание требует привлечения большого количества участников, а также современных технологий, с помощью которых формируются проектные, организационно-технологические и управленческие решения. Такая система должна обеспечивать функциональное назначение объекта, его безопасность, качество эксплуатации и жизнедеятельности в течение длительного времени.

Несомненно, что строительная продукция относится к категории наукоемкой продукции и при ее создании и последующей эксплуатации необходимо применять современные информационные технологии и, в первую очередь, ИПИ/CALS – технологии.

Каждый строительный объект имеет свой жизненный цикл (ЖЦ), который в общепринятом понимании включает в себя этапы проектирования, подготовки строительного производства, возведения объекта, его последующей эксплуатации, одной или нескольких модернизаций и возможной ликвидации объекта, исчерпавшего свой потенциал. Такая обобщенная модель совершенно обоснована с функциональной и технологической точки зрения. При этом каждый из этапов может быть разделен на отдельные стадии, фазы и другие модули, имеющие количественные и качественные параметры и характеристики. Именно такой подход позволяет достаточно адекватно моделировать создание объекта в виде строительного производственного процесса, имеющего разветвленную иерархическую структуру.

По мере усложнения объектов происходит резкий рост объемов технической документации. Сегодня эти объемы измеряются тысячами и десятками тысяч листов. Так, например, при проектировании монолитного 30 – этажного административного здания при рабочем проектировании требуется выполнить более 2000 чертежей формата А0 только поэтажного армирования. Соответственно примерно такое же количество чертежей – опалубочных планов, а также планов размещения инженерного, технологического, специального оборудования.

Сюда следует добавить значительный объем материалов с архитектурно-планировочными решениями, пояснительных записок с конструктивными и технологическими расчетами, проектно-сметной документацией и др. При этом, так же как и при создании сложных конструктивно-технологических систем, разработка проектной документации связана с большим количеством изменений в ходе проектирования, необходимостью управления этими изменениями, обменом огромными массивами информации между участниками проекта.

Возникает множество ошибок, на устранение которых затрачивается много времени. В результате резко снижается эффективность всех видов деятельности, связанной с разработкой проекта, возведением, эксплуатацией, обслуживанием объекта, как сложного наукоемкого изделия.

Преодоление этих трудностей потребовало новых концепций и новых идей. Среди них базовой стала идея информационной интеграции стадий жизненного цикла (ЖЦ) продукции (объекта), которая и легла в основу ИПИ/ CALS. Эта идея состоит в отказе от «бумажной среды», в которой осуществляется традиционный документооборот, и переходе к интегрированной информационной среде (ИИС), охватывающей все стадии ЖЦ изделия. Информационная интеграция состоит в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях ЖЦ, оперируют не с традиционными документами и даже не с их электронными отображениями (например, отсканированными чертежами), а с формализованными информационными моделями, описывающими отдельную конструкцию, изделие, материал, технологи и их производства и использования.

Рассмотрим основные положения, позволяющие моделировать и проектировать структуру строительных технологий.

# ГЛАВА 1. СТРУКТУРА СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

## 1.1. Основные принципы современного строительного производства

Современными принципами, которые в настоящее время отвечают основным приоритетам развития строительства как производственной отрасли и закладываются в основу строительного производства, являются: системность; гибкость; безопасность; качество; ресурсосбережение; эффективность (рис. 1).

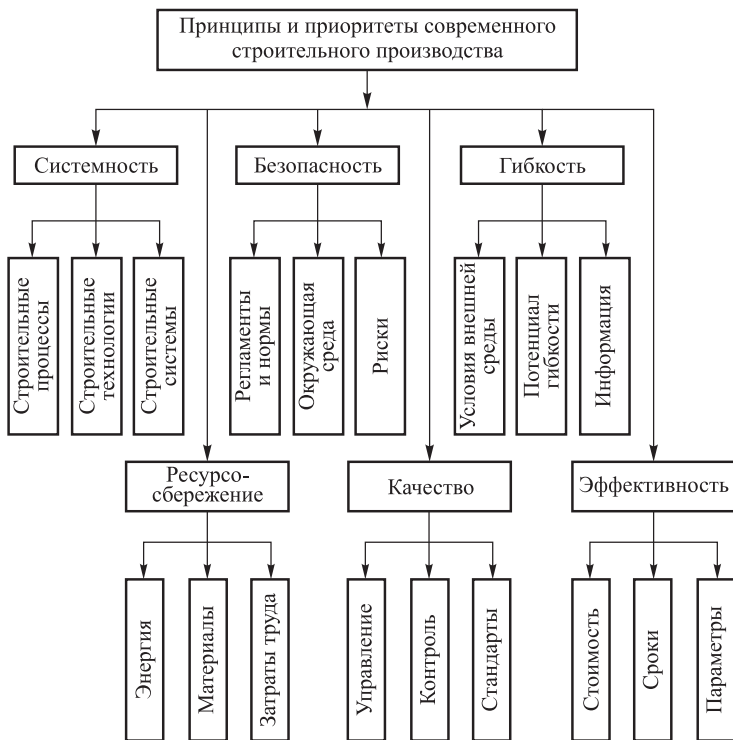


Рис. 1. Принципы и приоритеты современного строительного производства

**Системность** означает рассмотрение производственного процесса строительства объекта как единой строительной системы, имеющей сложную иерархическую структуру, состоящую из большого количества элементов, образующих комплекс строительных технологий и связанных друг с другом и внешней средой конструктивными, технологическими, организационными и экономическими связями.

**Безопасность** представляет собой принцип, обеспечивающий соответствие объемно-планировочных, конструктивных, организационно-технологических решений, принимаемых при строительстве и эксплуатации объекта, действующим техническим регламентам и нормативам, а также условиям окружающей природной и социальной среды и гарантирующий устойчивость объекта и минимальный риск потери, в том числе в случае возникновения чрезвычайных и экстремальных ситуаций.

**Гибкость** означает потенциальную способность производственного процесса возведения объекта адаптироваться к часто меняющимся условиям производства работ на площадке, реагировать на изменение организационных, технологических и ресурсных параметров в широком диапазоне и при этом достигать конечного результата с сохранением проектных показателей.

**Ресурсосбережение** представляет собой принцип, направленный на оптимизацию и экономию расходования материальных, энергетических, трудовых, финансовых ресурсов на всех этапах создания строительного объекта.

**Качество** означает соответствие всех параметров строительных процессов проектным значениям, а также действующим нормам, стандартам, регламентам, на основе системы непрерывного контроля на всех этапах строительства и эксплуатации объекта.

**Эффективность** представляет собой количественную оценку величины соответствия запроектированных параметров возведения объекта конечным или промежуточным показателям, определяющим стоимость, сроки, качество, расход ресурсов при создании строительной продукции.

## 1.2. Строительная система, основные понятия и терминология

Методологической основой принципа системности, которая позволяет связать воедино все элементы строительной технологии, является системотехника (Systems Engineering).

Системотехника является мощным средством анализа и проектирования сложных производственных систем, к каким следует отнести и строительные системы. По существу – это образ инженерной деятельности, мышления, соответствующий духу времени и требующий знаний широкого арсенала современных методов моделирования и проектирования конструктивных, организационно-технологических и управленческих решений при строительстве разнообразных объектов.

Системотехника строительства, используя достижения многих научных и прикладных дисциплин, требует в то же время постоянного освоения новых методов и их "привязки" к конкретным и реальным элементам строительных систем.

Основным понятием системотехники является понятие "система". Конкретным содержанием строительной системы является строительный производственный процесс во всей совокупности его этапов и элементов, и в результате осуществления которого создается законченный строительный объект- здание или сооружение с его жизненным циклом.

В ходе достижения этого результата действует сложный комплекс, в котором участвуют строительные, проектные, производственные организации и предприятия, применяющие самые разнообразные строительные технологии, объединяющие трудовые, материальные, энергетические ресурсы и технические средства.

Исходя из общих положений системотехники, каждая из систем должна обладать определенными свойствами, которые позволяют рассматривать ее как систему.

Первое: система – объект составной, представляющий совокупность конечного числа частей (элементов), функционирующих во взаимодействии в соответствии с общей целью. Это свойство целостности и членности, позволяющее рассматривать систему как единое целое, состоящее из разнокачественных, но одновременно совместимых и взаимодействующих частей.

Второе: в любой системе между ее элементами, а также между элементами и окружающей средой существуют те или иные связи и отношения. Связь отношений – это есть физический абстрактный канал, по которому идет обмен между элементами системы и системой с окружающей средой, массой (веществом), энергией и информацией. Для любых систем характерно наличие между элементами существенных связей, превосходящих по мощности связи этих элементов с элементами, не входящими в систему. Это свойство позволяет выделить систему как целостное образование в окружающей среде.

Третье: количество элементов системы, наличие связей между ними, их направление, характер, сила обуславливают такое системное свойство, как организация, позволяющая снизить энтропию (степень неопределенности) системы по сравнению с энтропией отдельных факторов, определяющих возможность создания системы. Организация, имеющая место в любой системе, определяет важную ее характеристику – структуру. Структура, будучи свойством системы, представляет собой информацию о ней.

Четвертое: Системе могут быть присущи такие качества, которые не свойственны ни одному из ее элементов в отдельности. Это интегративное свойство, называемое эмерджентностью или синергетическим эффектом, показывает, что характеристики системы в большой степени зависят от характеристик элементов, но не определяются ими полностью, и нельзя познать систему, изучая отдельно каждый ее элемент. Как уже говорилось вначале, система не есть механическая сумма отдельных частей.

Таким образом, систему можно определить как упорядоченную совокупность конечного числа отдельных элементов, связанных друг с другом и окружающей средой отношениями преобразования вещества, энергии и информации с целью достижения конечного результата.

Давая описание системы, мы тем самым создаем ее модель, отображающую группу свойств, в соответствии с целями настоящего исследова-

Научное издание

Теличенко Валерий Иванович  
Липидус Азарий Абрамович  
Морозенко Андрей Александрович

# ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Редактор: *О.А. Таранова*  
Компьютерная верстка: *Я.П.Яшина*  
Дизайн обложки: *Н.С.Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98  
Подписано к печати 20.04.2008. Формат 60x90/16.  
Бумага офс. Гарнитура таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 9. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 706  
(отдел реализации – оф. 511)  
тел., факс: (495) 183-56-83  
e-mail: [iasv@mgsy.ru](mailto:iasv@mgsy.ru)  
<http://www.iasv.ru>