



# **НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Д.П. Ануфриев, Т.В. Золина, Л.В. Боронина,  
Н.В. Купчикова, А.Л. Жолобов**

**Монография  
Под общей редакцией Д.П. Ануфриева**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО АССОЦИАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ, 2013**

**Д.П. Ануфриев, Т.В. Золина, Л.В. Боронина,  
Н.В. Купчикова, А.Л. Жолобов**

**НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Под общ. ред. Д.П. Ануфриева**

*НАУЧНАЯ МОНОГРАФИЯ посвящена  
20-летию АСТРАХАНСКОГО  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО  
ИНСТИТУТА*



**Издательство АСВ  
Москва  
2013**

УДК 378.1  
ББК 74.200.52  
К30

**Рецензенты:**

заведующий кафедрой «Городское строительство и коммунальное хозяйство» Московского государственного строительного университета, член-корр. РААСН, д.т.н., профессор *В.И. Римшин*; заведующий кафедрой «Подземные сооружения» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), д.т.н., профессор *Е.Н. Курбацкий*

**Новые конструкции и технологии при реконструкции и строительстве зданий и сооружений.** Научное издание / Д.П. Ануфриев, Т.В. Золина, Л.В. Боронина, Н.В. Купчикова, А.Л. Жолобов под общ. ред. Д.П. Ануфриева. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 208 с.

**ISBN 978-5-93093-9880**

Монография представляет собой системное изложение основных аспектов реализации и внедрения новых конструкций, материалов и технологий в проектировании, строительстве, реконструкции, модернизации, капитальном ремонте зданий и сооружений и управлении инвестиционно-строительными проектами.

Предлагаемая монография является продолжением активной научной работы авторского коллектива Астраханского инженерно-строительного института, посвящена 20-ти летию института и выполнена коллективом в рамках приоритетной научно-исследовательской работы «Повышение эксплуатационной надежности при совершенствовании проектирования, строительства и реконструкции зданий и сооружений».

Монография предназначена для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Строительство», аспирантов, преподавателей Вузов и специалистов в области проектирования, строительства, экспертизы и управления недвижимостью.

Представлен новый подход в проектировании, устройстве, реконструкции и капитальном ремонте кровель, позволяющий поднять на более высокий уровень потребительские свойства проектируемых кровель, а процесс их устройства, реконструкции, ремонта и технического обслуживания сделать более технологичным, безопасным и менее затратным.

*Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Астраханского инженерно-строительного института*

**ISBN 978-5-93093-9880**

© Ануфриев Д.П., Золина Т.В.,  
Боронина Л.В., Купчикова Н.В.,  
Жолобов А.Л., 2013  
© Издательство АСВ, 2013

Дизайн обложки *Т. Негрозова*, Компьютерная вёрстка *Е.М. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60×90/16. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.  
Усл. 8,5 п.л. Заказ №

ООО «Издательство АСВ», 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализ. – оф. 511,  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Новый подход в управлении строительными инвестиционными проектами и оценки рисков застройщиков .....</b>	<b>7</b>
1.1. Уровни управления строительным комплексом, как социально-экономической системой.....	7
1.2. Нелинейная математическая модель регионального строительного комплекса. Стратегический уровень .....	10
1.3. Модель определения стоимости жилья исходя из покупательской способности населения. Тактический уровень .....	32
1.4. Имитационная модель финансовых взаимоотношений участников долевого строительства в среде anylogic. Операционный уровень .....	39
<b>Глава 2. Оценка остаточного эксплуатационного ресурса несущих конструкций промышленных зданий с крановым оборудованием.....</b>	<b>57</b>
2.1. Вероятностный подход к расчету промышленных зданий на крановые нагрузки.....	57
2.2. Обоснование необходимости учета боковых сил, вызываемых перекосным движением мостового крана, при расчете каркасов промышленных зданий.....	63
2.3. Пространственная расчетная модель .....	63
2.4. Вероятностный расчет одноэтажного промышленного здания на крановые нагрузки...65	65
2.5. Вероятностный расчет промышленного здания на сейсмическое воздействие.....	69
2.6. Автоматизированная система расчета промышленного здания на крановые и сейсмические нагрузки.....	71
2.7. Моделирование изменений матрицы жесткости промышленного здания в процессе его эксплуатации.....	77
2.8. Методика оценки остаточного эксплуатационного ресурса промышленного здания, оборудованного мостовыми кранами.....	80

2.9. Концептуальная схема исследования напряженно-деформированного состояния промышленного здания.....	87
2.10. Конструктивные средства увеличения пространственной жесткости одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами ..	90
<b>Глава 3. Конструкции фильтрующих водоприемно-очистных сооружений из поверхностных источников.....</b>	<b>96</b>
3.1. Опыт эксплуатации водоприемных сооружений предварительной очистки.....	96
3.2. Основные понятия, схемы и классификация водозаборов с фильтрующими элементами.....	96
3.3 математическое моделирование влияния гидродинамических факторов на область питания фильтрующего водоприемника.....	99
3.4. Совершенствование конструкций фильтрующего водоприема.....	113
<b>Глава 4. Эффективные методы закрепления слабых грунтов под основания сооружений.....</b>	<b>120</b>
4.1. Технологическое устройство оснований армооснованных геосинтетическими материалами....	120
4.2. Об эффективности послойного поверхностного и глубинного уплотнения грунта.....	130
4.3. Определение изменения характера деформаций грунтового основания с помощью изолиний.....	142
4.4. Способ закрепления оснований фундаментов термическим обжигом при строительстве на просадочных грунтах.....	150
<b>Глава 5. Новый подход в проектировании, устройстве, реконструкции и капитальном ремонте кровель.....</b>	<b>156</b>
5.1. Новые положения по проектированию кровель ..	156
5.2. Современные методы устройства кровель .....	160
5.3. Новый подход в капитальном ремонте кровель... ..	175
5.4. Современные методы реконструкции кровель .....	186
5.5. Комплексная оценка конкурентоспособности метод обустройства и ремонта кровель .....	195
<b>Библиографический список .....</b>	<b>203</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие строительной отрасли России и как следствие активный рост рынка недвижимости порождает расширенное воспроизводство строительного фонда страны с внедрением новых рациональных и эффективных технологий, материалов, конструкций в управлении процессами строительства, модернизации, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений.

В условиях рыночной экономики возникает актуальнейшая задача разработки моделей контроля и управления строительными инвестиционными проектами, оценки рисков застройщиков и управления бизнес-процессами строительного комплекса с учетом большинства независимых параметров (статических, динамических и стохастических) социально-экономической системы. Поэтому в первой главе анализируются существующие подходы математического моделирования бизнес-процессом управления строительным комплексом. Предлагаются и обосновываются новые методики, связанные с имитационным моделированием, где предлагается использовать при построении модели метод иерархических цепочек, реализующий принцип «от простого – к сложному», с целью последовательного снижения уровня идеализации процесса.

Особую актуальность приобретает внедрение новых строительных конструкций, технологий и инженерных систем, повышающих прочностные, эксплуатационные характеристики зданий и сооружений, а так же направленные на улучшение энергоэффективности объектов недвижимости.

Во второй главе автором предлагается алгоритм, формализующий методику расчета остаточного срока эксплуатации промышленного здания при учете различного рода воздействий. Предложенная методика при обследовании конкретного объекта, находящегося в эксплуатации, дает возможность получить количественные значения характеристик надежности, а также учесть различные варианты сочетаний нагрузок, приводящих к накоплению дефектов в конструкциях каркаса здания, и как следствие, к изменению сроков достижения предельно допустимого состояния конструкциями здания. Реализация методики позволит получить конкретные результаты по каждому отдельно взятому объекту на разных этапах его эксплуатации, а, следовательно, провести анализ работоспособности конструктивных элементов здания под действием как статических, так и динамических нагрузок и сделать прогноз на будущие периоды.

Проблемы проектирования систем инженерного обеспечения и ухудшение экологической обстановки во многих районах приводит по

данним Государственных докладов к понижению качества подаваемой населению Российской Федерации питьевой воды. В этом контексте весьма актуальной является оценка работы водоприемно-очистных сооружений населенных пунктов и совершенствование их конструкций. В третьей главе представлены новые усовершенствованные конструкции водоприемников, обеспечивающие качественную и надежную работу с учетом региональных особенностей динамики экологического состояния водных ресурсов и обработку воды источника водоснабжения.

Новые технологические решения по закреплению слабых оснований геосинтетическими материалами, послойным поверхностным и глубинным уплотнением со щебнем и термическим обжигом грунта при строительстве, реконструкции зданий и сооружений, а так же прокладке трубопроводов, строительстве и эксплуатации насыпей земляного полотна железнодорожного пути, организации ландшафтного дизайна изложены в четвёртой главе.

В пятой главе представлен новый подход в проектировании, устройстве, реконструкции и капитальном ремонте кровель, позволяющий поднять на более высокий уровень потребительские свойства проектируемых кровель в процессе эксплуатации объектов недвижимости, а процесс их устройства, реконструкции, ремонта и технического обслуживания сделать более технологичным, безопасным и менее затратным.

В монографии подведены итоги научной работы авторского коллектива Астраханского инженерно-строительного института. Глава 1 подготовлена профессором канд. техн. наук Д.П. Ануфриевым; глава 2 – профессором канд. техн. наук Т.В. Золиной; глава 3 – профессором канд. техн. наук Л.В. Борониной; глава 4 – доцентом канд. техн. наук Н.В. Купчиковой; глава 5 – профессором канд. техн. наук А.Л. Жолобовым.

Авторы выражают огромную благодарность академику Российской академии архитектуры и строительных наук, доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Строительные конструкции, здания и сооружения» Московского государственного университета путей сообщения В.С. Фёдорову, члену-корреспонденту Российской академии архитектуры и строительных наук, доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Городское строительство и коммунальное хозяйство» Московского государственного строительного университета В.И. Римшину; доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Подземные сооружения» Московского государственного университета путей сообщения Е.Н. Курбацкому за ценные замечания, пожелания и советы, сделанные при рецензировании рукописи монографии.

# Глава 1. НОВЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ И ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗАСТРОЙЩИКОВ

## 1.1. Уровни управления строительным комплексом, как социально-экономической системой

Рассмотрение социально-экономической системы в разрезе регионального строительного комплекса подразумевает большое количество взаимосвязанных (коррелируемых) отношений социального, экономического, финансового, строительного и производственного типа, влияние которых друг на друга учесть практически невозможно. Таким образом, возникает актуальнейшая задача разработки моделей контроля и управления бизнес-процессами строительного комплекса с учетом большинства независимых параметров (статических, динамических и стохастических) социально-экономической системы. Предлагается использовать при построении модели метод иерархических цепочек, реализующий принцип «от простого – к сложному», заключающийся в постепенном введении параметров одноранговой сферы, с целью последовательного снижения уровня идеализации процесса [1].

В данной главе анализируются существующие подходы математического моделирования бизнес-процессом управления строительным комплексом. Предлагаются и обосновываются новые методики, связанные с имитационным агентным моделированием.

Современный подход к введению вертикали определяет следующие абстрактные уровни моделирования [2]:

**1. Стратегический уровень** (макроуровень) – высокий уровень абстракции (минимум деталей, стационарность состояний, высокий уровень обобщений).

**2. Tактический уровень** (мезоуровень) – средний уровень абстракции (средняя детальность, динамика потоков, средний уровень обобщений).

**3. Операционный уровень** (микроуровень) – низкий уровень абстракции (много деталей, управление динамикой потоков, максимальная детализация).

Был проведен анализ существующих подходов математического моделирования бизнес-процессом управления строительным комплексом и выделено два основных направления:



1. Имитационное моделирование с позиций системной динамики (макроуровень) – используется в долгосрочных, стратегических моделях и принимает высокий уровень абстракции. Люди, продукты, события и другие дискретные элементы представлены в таких моделях не как отдельные элементы, а как система в целом.

2. Математическое моделирование на базе нелинейных моделей математической физики (синергетический подход) (макроуровень) – либо формируется система дифференциальных уравнений, связывающая небольшое количество независимых переменных, посредством решения системы определяется нелинейная функция, описывающая динамику процесса при минимальной детализацией, либо вводится целевой функционал на системе ограничения параметров, определяются его локальные экстремумы и на основе их анализа делаются выводы о стационарном состоянии системы.

В основу разрабатываемых методик моделирования процессов контроля и планирования состояния, а так же управления строительным комплексом, автором предлагается использование агентного имитационного моделирования, где в качестве АГЕНТА выступает строительный комплекс, а в качестве СРЕДЫ – социально-экономическая система. Данный подход обеспечивает достижение любого уровня детализации посредством точности описания СРЕДЫ, что в свою очередь позволит описывать динамику потоков мезоуровня и даже сместиться в сторону микроуровня с возможностью управлением динамики потоков. Также, в основу разрабатываемых методик построения математических моделей был положен принцип учета вероятностной составляющей, определяющей контроль, планирование и управление бизнес-процессом управления строительным комплексом.

С целью формирования СРЕДЫ планируется детально рассмотреть все аспекты социально-экономической системы, влияющие на строительный комплекс, так же с учетом обратных связей. Планируется проводить интервальное социологическое анкетирование по основным вопросам, связанным с уровнем доходности, желанием приобретения жилья, семейного положения, возраста, пола, возможностью взять ипотеку, текущим жилищным положением и т.д., по возможности максимально охватить социальные слои населения. Данная информация может быть обработана методами математической статистики, что позволит установить законы вероятностных распределений изменений анкетированных социальных показателей, и рассмотрены возможные корреляционные зависимости [3].

Так же планируется сбор и обработка статистической информации экономической составляющей системы на тех же временных интервалах, что и социологической, в частности: цена одного квадратного метра первичного и вторичного рынков жилья, банковская активность, кредитные ставки, существующие программы экономической поддержки на рынке жилья и т.д.

В свою очередь для строительных организаций определяется своя статистическая информация: количество строящегося жилья, количество сотрудников строительных организаций, их заработная плата и т.д.

Следующим этапом планируется определение функций влияния прямого и обратного действия на систему АГЕНТ–СРЕДА, с использованием аппарата теории принятия решений как в условиях неопределенности, так и в условиях конкуренции.

Агентное имитационное моделирование будет реализовано в среде AnyLogic<sup>®</sup>, так как к настоящему моменту этот программный продукт обеспечивает совершенный имитационный инструментарий, основанный на парадигмах объектно-ориентированного программирования, что позволяет создавать пользовательские классы, имеющие несколько степеней вложенности. В частности при организации АГЕНТА и СРЕДЫ будут использованы базовые классы, реализующие дискретно-событийное моделирование, что позволит ввести в рассмотрение стохастическую составляющую процесса моделирования.

Адекватность разработанной модели будет оценена по критерию Фишмана–Кивиа.

Таким образом, выполняя последовательно этапы предложенной методики, будет разработана низкоуровневая имитационная модель сбалансированного управления строительным комплексом, как социально-экономической системой, с учетом вероятностной составляющей процесса, с определением доверительных интервалов, мера которых будет являться анализом имитационных экспериментов.

Проанализировано современное состояние, связанное с разработками в области моделирования управлением строительным комплексом, как социально-экономической системой. Предложена и обоснована методика использования агентного имитационного моделирования с целью достижения микро-мезо уровней абстракции моделирования процесса [4].

## **1.2. Нелинейная математическая модель регионального строительного комплекса. Стратегический уровень**

Реализация национального проекта «Доступное жилье» подразумевает не только увеличение объемов гражданского строительства, но и снижение себестоимости квадратного метра жилья с целью доступности жилья для широких слоев общества. Для достижения поставленной цели необходимо согласовано решить ряд задач: как организационно-правового, инвестиционно-финансового, архитектурно-технологического характера, так и материально-технического и кадрового обеспечения строительного комплекса. Климатические, географические и демографические условия региона накладывают определенные требования на объекты гражданского и промышленного строительства (сейсмоустойчивость, сумма годовых температур, плотность населения и ряд других). Кроме того, региональная сырьевая база имеет существенное значение для развития собственной индустрии строительных материалов и соответствующих строительных технологий.

Важно отметить, что доступность жилья для широких слоев населения является не только основной социально-экономической задачей региона, но и существенно снижает вероятность развития в регионе ипотечной рецессии, за счет вывода с регионального рынка крупных выплат по ипотеке и как следствие снижения региональной покупательной способности населения.

Таким образом, ясно, что модель строительного комплекса, обеспечивающая минимальную себестоимость квадратного метра жилья, должна обязательно носить региональный характер. Вместе с тем региональный характер могут носить некоторые законодательные инициативы, направленные на формирование благоприятного инвестиционно-финансового климата. Однако, ясно, что при создании региональной модели строительного комплекса должны использоваться общие для рыночных экономических процессов принципы максимальной полезности и прибыли. С этой целью будем использовать синергетический подход к моделированию экономических процессов, который начал развиваться сравнительно недавно [5, 6, 7] и опирается на иерархии упрощенных моделей. Замечательной чертой иерархии упрощенных моделей является наличие базовых математических моделей. Важно подчеркнуть два принципиальных факта. Во-первых, базовых математических моделей немного. Можно строить предельно простые нелинейные математические модели,

которые являются глубокими и содержательными. Во-вторых, с их помощью, не усложняя процесс математической детализацией, оказалось возможным предсказывать неизвестные явления.

Естественно будут рассматриваться устойчивые пути развития строительного комплекса, стационарные состояния которых описываются показателями устойчивости, выраженные через числа Ляпунова [8]. Величины и знаки чисел Ляпунова будут определяться композицией региональных показателей, описывающих организационно-правовые, инвестиционно-финансовые, архитектурно-технологические показатели, так и показателями материально-технического и кадрового обеспечения строительного комплекса. Следовательно, предлагаемая модель будет с одной стороны носить общетеоретический характер, а с другой стороны через показатели Ляпунова учитывать региональные особенности развития строительного комплекса.

В последние годы появилось множество динамических моделей экономических явлений. В большинстве из них особое внимание уделяется экономическим циклам [9] и теории длинных волн Н.Д. Кондратьева (см. *табл. 1.1*). Н.Д. Кондратьев пришел к выводу, что колебательные движения представляют собой процессы отклонений от равновесных состояний, к которым стремится экономика, и растущие фазы больших циклов обусловлены внедрением технических изобретений и развитием новых отраслей промышленности.

Ясно, что рассматриваемые математические модели должны описывать эволюционирующий и циклический характер развитие отрасли. Циклический характер развитие отрасли могут отражать только нелинейные модели, которые и будут представлять для нас научный интерес, но вместе с тем эволюционирующий характер развития отрасли должны описывать макропеременные, имеющие кооперативный и антагонистический характер взаимодействия.

Нелинейная модель Гудвина [10], учитывающая индуцированные капиталовложения, вызванные изменением объема производства или запаздывание реальных капиталовложений, относительно принятия решений об их необходимости, также содержат устойчивые предельные циклы, соответствующие периодическим автоколебаниям. Однако данная модель не отражает кооперативный и антагонистический характер взаимодействия макропеременных. Нелинейные эффекты возникают в результате учета запаздывающих воздействий на величину реальных капиталовложений.

## Экономические циклы в теории длинных волн Н.Д. Кондратьева

	Процветание	Спад	Депрессия	Восстановление
Восприятие прямой угрозы	слабое	растет	падает от максимума	падает
Восприятие благоприятной возможности	ограниченно	очень ограничено	расширяется	широкое
Творческая активность	колеблется	низкая	увеличивается до максимума	поддерживается на высоком уровне
Обучение	падает	низкое	увеличивается	высокое
Тревога	низкая	достигает максимума	уменьшается	низкая
Стремление к риску	падает	низкое	растет	высокое
Мотивация, мораль, удовлетворение работой	падает	низкое	растет	высокое
Отчуждение и падение нравов	растет	наибольшее	падает	низкое
Ценности	космополитические	консервативные	экономические	конфликтные

Вайдлихом в работе [11] были предложены, более общие нелинейные модели, описывающие кооперативный и антагонистический характер взаимодействия макропеременных. Подобный характер взаимодействия – кооперативный и антагонистический – довольно часто встречается в социально-экономических системах. Нелинейные модели Вайдлиха сильно идеализированы: при описании явлений, происходящих в обществе, учитываются лишь два наиболее существенных, по мнению автора, фактора.

В работе [12], авторами предложено рассматривать три макропеременные, которые оказывают друг на друга кооперативное или антагонистическое воздействие и предложена система из трех эволюционирующих уравнений. Модифицированные уравнения Вайдлиха могут быть использованы при мягком моделировании динамики широкого класса систем. Выявив, какими являются взаимосвязи кооперативными или антагонистическими можно объяснить на основании этого процессы, протекающие в реальной социально-экономической системе и с большей или меньшей степенью точности спрогнозировать дальнейшее развитие ситуации, а также указать возможности воздействия на происходящие события.

Ранее Неймарком [13] была предложена математическая модель сосуществования производителей и управленцев, описывающая кооперативный и антагонистический характер их взаимоотношений системой из трех уравнений. В этих уравнениях описывается взаимодействие производителей -  $x$ , управленцев -  $y$  и производимой или агрегированной продукции -  $z$ .

Однако, как показано в работе [14], модель, предложенная Ю.И. Неймарком, обладает некоторыми недостатками. Во-первых, не учтен переход производителей в управленцев, например, за счет обучения. Во-вторых, в модели не учтено потребление продукта другими категориями населения. Принимая все это во внимание, Ланда П.С. и Климов В.И. [15] предложили модифицированную модель сосуществования производителей и управленцев, которая при определенном выборе переменных записывается в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= (1 - x - y + z)x \\ \frac{dy}{dt} &= \alpha(-b + dx - cy + z)y \quad , \quad (1.1) \\ \frac{dz}{dt} &= \begin{cases} F & \text{при } z > 0 \text{ и при } z = 0, F > 0 \\ 0 & \text{при } z = 0, F < 0 \end{cases} \end{aligned}$$

где

$$F = g \frac{1 + \varepsilon_1 y}{1 + \varepsilon_2 y} \frac{x}{1 + \beta z} - (ex + fy + \gamma) \frac{1 + \delta_1 z}{1 + \delta_2 z}.$$

В первом уравнении системы (1.1) коэффициент пропорциональности  $(1 - x - y + z)$  убывает с ростом  $x$  и  $y$  и возрастает с ростом  $z$ . Это отражает внутреннюю конкуренцию среди производителей  $(-x)$ , давление на них со стороны управленцев  $(-y)$  и рост производителей пропорционально накопленного продукта  $(z)$ . Аналогично, во втором уравнении коэффициент  $(-b + dx - cy + z)$  уменьшается с ростом  $y$  и растет с  $z$ , что отвечает внутренней конкуренции управленцев  $(-cy)$  и благоприятствование росту управленцев с увеличением накопленного продукта  $(z)$ . Слагаемое  $\alpha dxu$  характеризует переход производителей в управленцев за счет, например, обучения.

Третье уравнение отражает производство, накопление и потребление продукта  $(z)$ . Потребляют его производители  $(-ex)$ , управ-

ленцы ( $-f_y$ ) и другие категории населения ( $-\gamma$ ), он амортизируется и портится сам по себе и производится совместными усилиями производителей и управленцев. Однако характер участия производителей и управленцев в производстве продукта разный: управленцы способствуют его производству, а производители непосредственно его производят. Поэтому в уравнении для  $z$  два слагаемых: прирост продукта  $z$  определяется скоростью производства продукта за вычетом его потребления. Первое слагаемое пропорционально числу производителей. В коэффициент пропорциональности входят множителями: технологический уровень общества  $g$ , коэффициент  $(1 + \varepsilon_{1y})/(1 + \varepsilon_{2y})$  влияния управленцев на производство и, наконец, множитель  $1/(1 + \beta z)$ , убывающий с ростом  $z$  и учитывающий амортизацию продукта и трудности его накопления, когда продукта уже много, в частности, из-за ограниченности сырья. Коэффициент  $(1 + \varepsilon_{1y})/(1 + \varepsilon_{2y})$ , описывающий влияния на скорость производства управленцев при изменении  $y$  от 0 до  $\infty$  меняется от 1 до  $\varepsilon_1/\varepsilon_2$  ( $\varepsilon_1/\varepsilon_2 > 1$ ), то есть с ростом числа управленцев их влияние увеличивается, но ограничено некоторым пределом, а то время как в отношении производителей такого предела нет. Второе слагаемое в третьем уравнении описывает потребление продукта, очевидно, что потребление продукта должно расти с количеством продукта, с учетом насыщения, который учитывается множителем  $(1 + \delta_1 z)/(1 + \delta_2 z)$ . По аналогии с функцией  $(1 + \varepsilon_{1y})/(1 + \varepsilon_{2y})$ , потребление продукта должно расти с ростом количества продукта, если  $\delta_1 > \delta_2$ .

Модели Неймарка и Ланде весьма перспективны для описания развития регионального строительного комплекса. Во-первых, возможно учесть кооперативный и антагонистический характер взаимоотношений между производителями и управленцами, во-вторых, рассмотреть технологический уровень строительного комплекса и, в-третьих, рассмотреть более подробно производство жилья (продукта) и его потребление, которое будет определяться с одной стороны его себестоимостью, а с другой стороны покупательной способностью населения. Вместе с тем можно далее построить иерархию моделей: модели конкуренции строительных фирм для устойчивого развития регионального строительного комплекса и критическую долю привлеченных компаний на региональном строительном рынке. Поскольку важную роль играет покупательная способность населения, то можно учесть также соотношение финансовых и инвестиционных потоков, контролируемых региональными и другими банками, для снижения вероятности развития в регионе ипотечной

рецессии, за счет вывода с регионального рынка крупных выплат по ипотеке и как следствие снижения региональной покупательной способности населения. Однако необходимо учесть, что прирост производителей будет определяться скоростью потребления продукта – жилья, в то же время прирост управленцев будет пропорционален количеству квадратных метров построенного жилья, то есть продукту. Далее третье уравнение системы (1.1) также необходимо модернизировать, поскольку для первого уравнения сделано реальное предположение, что прирост производителей определяется скоростью реализации жилья или его потреблением, то прирост жилья на рынке будет определяться разницей между его производством и потреблением

Принимая во внимание, перечисленные предложения, модифицированную модель развития регионального строительного комплекса можно записать следующими уравнениями, в состав которых входят композиции региональных показателей, описывающих организационно-правовые, инвестиционно-финансовые, архитектурно-технологические показатели, так и показателями материально-технического и кадрового обеспечения строительного комплекса:

$$\frac{dx}{dt} = (m_{\phi} - n_{\phi}x - l_{\phi}y + \gamma_{\phi}z)x, \quad (1.2)$$

$$\frac{dy}{dt} = (-b_{\phi} + d_{\phi}x - c_{\phi}y + \alpha_{\phi}z)y \quad (1.3)$$

$$\frac{dz}{dt} = \begin{cases} F & \text{при } z > 0 \text{ и } n_{\phi}y > 0, F > 0 \\ 0 & \text{при } z = 0, F < 0 \end{cases}, \quad (1.4)$$

где

$$F = g_{\phi} \frac{1 + \varepsilon_1 y}{1 + \varepsilon_2 y} \frac{x}{1 + \beta z} - \gamma_{\phi} z. \quad (1.5)$$

Здесь во втором уравнение:  $m_{\phi}$  – величина, определяющая скорость приёма производителей на работу;  $n_{\phi}$  – коэффициент, характеризующий внутрипроизводственную конкуренцию среди производителей;  $l_{\phi}$  – величина, характеризующая увольнение производителей от конфликтов с управленцами;  $\gamma_{\phi}$  – скорость реализации продукции. В третьем уравнение:  $b_{\phi}$  – коэффициент, характеризующий скорость сокращения штатов управленческого аппарата;



