

Гафарова Е.А., Зеленова Е.В.

Агентная модель для оценивания последствий управленческих решений в жилищно-коммунальной сфере (на примере г. Стерлитамак)

Ухудшение жилищных условий населения, рост тарифов жилищно-коммунального хозяйства без обеспечения роста уровня доходов, а также низкая жилищная обеспеченность становятся актуальными проблемами для большинства городов России. Администрации городских округов финансируют программы по сносу ветхого и аварийного жилья, проведению капитального ремонта домов, строительству нового жилищного фонда. Бесспорно, только интенсивное строительство позволяет повысить обеспеченность населения жильем. В тоже время в некоторых случаях интенсивное строительство может только усугубить проблему, поскольку содержание и текущий ремонт каждого нового дома через несколько лет усилят нагрузку на бюджет города. Это может привести к значительному бюджетному дефициту и резкому росту тарифов на жилищно-коммунальные услуги для населения. В свою очередь капитальный ремонт позволяет улучшить жилищные условия населения. При этом содержание жилищного фонда становится менее обременительным для муниципального бюджета. Однако такая стратегия не позволяет повысить обеспеченность населения жильем.

В 2009–2011 г.г. в городе Стерлитамак Республики Башкортостан за счет средств городского, республиканского и федерального бюджетов активно сносили ветхое жилье и переселяли жильцов в благоустроенные квартиры. В соответствии с отчетом главы администрации г.о. г. Стерлитамак о работе администрации¹, в 2010 году город отремонтировал 29 многоквартирных домов и ввел в эксплуатацию 32,7 тыс. кв.м. жилья. Однако этого для города недостаточно. По данным переписи 2010 г., доля населения, нуждающегося в жилье, составляет около 10%². Но строить больше не позволяет слишком низкий уровень зарплат жителей Стерлитамака, а также отсутствие доступной ипотеки. В сложившейся ситуации основная задача городского управления состоит в определении таких пропорций расходов муниципального бюджета на строительство, капитальный ремонт и содержание жилищного фонда, которые в максимальной степени способствовали бы удовлетворению потребностей населения в жилье и повышению его жизненного уровня.

В настоящее время для обеспечения информационно-аналитической поддержки муниципальных органов власти все большую актуальность приобретают агент – ориентированные системы поддержки принятия решений. В России агент-ориентированные модели (АОМ) получили развитие относительно недавно. Непрерывные исследования и разработки АОМ ведутся в Центральном экономико-математическом институте под руководством академика РАН Макарова В.Л.³ и д.э.н. Бахтизина А.Р.⁴.

¹ Отчет главы администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан о своей деятельности и деятельности администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан в 2010 году. [Электронный ресурс] – <http://www.sterlitamakadm.ru/about/officials/texts/2366> (27.09.2011).

² Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. [Электронный ресурс] – <http://www.bashstat.ru> (27.09.2011).

³ Макаров В.Л. Искусственные общества. М.: ЦЭМИ РАН, 2006.

⁴ Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008.

Агент – ориентированные модели – это специальный класс моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для компьютерных симуляций⁵. При этом под агентом понимается субъект, занимающийся экономической деятельностью на основе самостоятельно принимаемых решений. Доступная агенту информация об общей экономической ситуации описывается с помощью наблюдаемых переменных. На выбор агента влияют переменные, описывающие результат его предыдущей деятельности. Однако пока не существует строгих правил того, как можно и нужно выделять экономических агентов при описании той или иной экономической системы⁶. В результате агрегирования возникает модельный экономический агент, представляющий собой некоторую экономическую макроструктуру, образованную субъектами, исполняющими сходные роли. Поведение агента описывается как решение некоторой задачи оптимизации, решив которую можно получить алгоритм выбора агента как функцию набора переменных.

В данной работе предпринята попытка диагностирования текущего состояния системы управления муниципальным жилищно-коммунальным хозяйством г. Стерлитамака с помощью агентной модели. Цель проведенного исследования состояла в разработке и реализации комплексной динамической модели города, специфика которой заключается в возможности формирования долгосрочной стратегии развития жилищно-коммунального хозяйства в зависимости от изменения демографической, социально-экономической ситуации города, а также эволюции жилого фонда. Разработанная модель города представлена 4 агентами, каждый из которых является самостоятельным в принятии решений.

Экономический агент № 1 – «Орган местного самоуправления», представленный администрацией городского округа город Стерлитамак⁷.

Экономический агент № 2 – «Предприятия». Сюда относятся коммерческие юридические лица, частные предприниматели, муниципальные и государственные предприятия и организации. В соответствии с логикой модели предприятия подразделяются на строительные, обслуживающие и прочие.

Экономический агент № 3 – «Жилищно-коммунальное хозяйство» представлен муниципальными предприятиями жилищно-коммунального хозяйства, расположенными на территории города. В г. Стерлитамак услуги теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения и технического обслуживания жилого фонда предоставляет Муниципальное унитарное предприятие Управляющая компания «Жилкомсервис» (МУП УК «Жилкомсервис»).

Экономический агент № 4 – «Население». Сюда относятся жители города Стерлитамак, постоянно в нем проживающие.

Эти агенты взаимосвязаны между собой и влияют друг на друга следующим образом (рис. 1). Так, агент «Орган местного самоуправления» разрабатывает целевые программы развития жилищно-коммунального комплекса города и прогнозы строительства; осуществляет формирование расходной части городского бюджета за счет налоговых и прочих поступлений от населения, предприятий и ЖКХ, а также расходование бюджетных средств на развитие жилищно-коммунального хозяйства города (содержание и капитальный ремонт жилищного фонда, строительство нового жилья), а также на реализацию социальных программ для населения.

Агент «Предприятия» в свою очередь тоже взаимодействует с другими агентами

⁵ Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008. С. 24.

⁶ Цыбатов В.А. Моделирование экономического роста. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2006. С. 185.

⁷ Официальный сайт администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан. [Электронный ресурс] – <http://www.sterlitamakadm.ru> (27.09.2011).

модели: оказывает все виды услуг населению, способствуя тем самым повышению качества его жизни; инвестирует в строительство жилых домов, производит строительство и капитальный ремонт жилищного фонда, приобретает в собственность объекты жилищного фонда, платит налоги в местный бюджет и др.

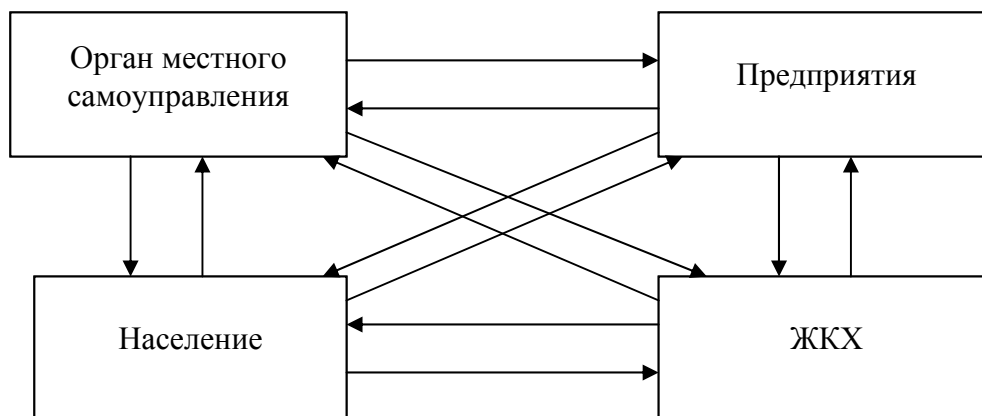


Рис. № 1. Взаимосвязь агентов модели: концептуальный взгляд

Агент «ЖКХ» осуществляет эксплуатацию жилищного фонда, техническое обслуживание, реконструкцию и текущий ремонт объектов, оказывает жилищно-коммунальные услуги, заключает договора со строительными предприятиями на капитальный ремонт объектов коммунального хозяйства и др. При описании поведения этого агента потребовалось вести учет начисляемой платы за жилье и коммунальные услуги. Для этого в свою очередь необходимо определить объемы жилищного фонда, степень его износа (новое, нормальное и изношенное жилье) и категорию (простое и элитное жилье). Кроме того, возникла необходимость учитывать еще и эволюцию жилищного фонда. Поскольку динамический процесс износа переводит новое жилье в категорию нормальное и изношенное, нормальное – в изношенное, а элитное – в простое. Капитальный ремонт позволяет произвести обратный переход жилищного фонда от изношенного состояния к нормальному. Объемы изношенного жилищного фонда уменьшаются в результате сноса.

Наконец, агент «Население» является массовым потребителем жилья, производит оплату за квартиру и коммунальные услуги, создает спрос на услуги и продукцию предприятий. Изменение динамики численности постоянного населения определяется процессами рождения и смертности, а также миграцией. Поскольку потребность в жилье увеличивается по мере роста числа семей домохозяйств, поэтому при описании поведения агента в модели рассчитывается количество семей в городе. Для дальнейшего определения расходов бюджетных средств на социальную поддержку населения возникла необходимость прогнозирования числа семей, которые обратятся за адресными субсидиями. Поэтому в модели производятся расчеты числа семей с высоким, средним и низким уровнями совокупного семейного годового дохода.

Описание поведения каждого из четырех агентов потребовало задания переменных состояния (уровней) и вспомогательных переменных, а также определения функциональных зависимостей переменных. Разработанная агрегированная модель системной динамики включает более 200 функциональных зависимостей. Реализация компьютерного имитационного моделирования проводилась в системе AnyLogic, разработанной российской компанией «Экс Джей Текнолоджис»⁸ (XJ Technologies).

⁸ Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде Anylogic. [Электронный ресурс] – <http://www.xjtek.ru/anylogic/resources/documentation> (27.09.2011).

Для повышения уровня доверия к результатам моделирования были проведены оценки чувствительности и формальные процедуры верификации. Анимационное представление фрагмента полученной модели представлено на рис. 2.

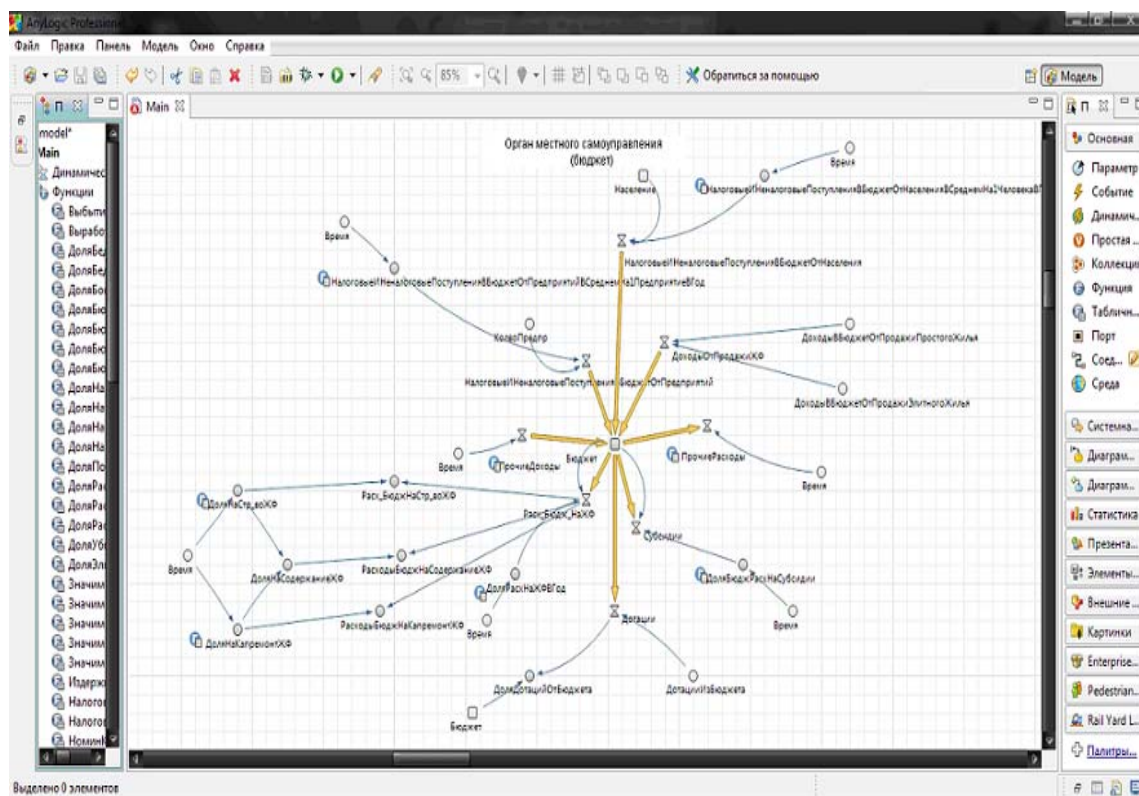


Рис. № 2. Фрагмент модели, описывающий поведение агента «Орган местного самоуправления», реализованный в AnyLogic

При моделировании в качестве исходных данных были использованы официальные данные Башкортостанстата⁹ по г. Стерлитамаку за 2009–2010 г. Данные по состоянию жилого фонда и уровню неплатежей получены в МУП УК «Жилкомсервис».

Прогнозирование в модели проводилось одновременно по следующим показателям г. Стерлитамак: средний собственный годовой доход семьи; номинальная квартплата в год для семьи; доля оплаты за квартиру в доходе семьи; уровень неплатежей за услуги ЖКХ; реальная оплата квартплаты населением; издержки предоставления жилищно-коммунальных услуг; убытки предприятий ЖКХ; дотации из бюджета на покрытие убытков предприятий ЖКХ; доходы городского бюджета; расходы бюджета на адресные субсидии населению; расходы бюджета на содержание и капитальный ремонт жилищного фонда; расходы бюджета на строительство нового жилья; численность населения г. Стерлитамак; площадь жилищного фонда города с детализацией по степени износа; обеспеченность населения жильем; доступность приобретения жилья и др.

Для прогнозирования развития жилищно-коммунального хозяйства городского округа на основе разработанной модели был проведен направленный вычислительный эксперимент при различных сценарных вариантах бюджетного финансирования. Период упреждения прогноза составил 10 лет. При этом были сформулированы

⁹ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. [Электронный ресурс] – <http://www.bashstat.ru/default.aspx> (27.09.2011).

следующие задачи социально-экономического развития г. Стерлитамак.

1. Повышение обеспеченности населения жильем до 20 кв.м. на человека.
2. Покрытие убытков предприятий жилищно-коммунальной сферы.
3. Согласованный рост тарифов ЖКХ с ростом доходов населения.
4. Повышение доступности приобретения жилья для населения.

Рассмотренные сценарные варианты распределения бюджетных средств г.о. г. Стерлитамак на строительство, содержание и капитальный ремонт жилищного фонда приведены в таблице 1.

Табл. № 1. Варианты распределения бюджетных средств для агента
«Орган местного самоуправления»

Сценарный вариант	Доля средств бюджета городского округа на жилищно-коммунальное хозяйство на момент модельного времени								
	строительство			капитальный ремонт			содержание		
	0	5	10	0	5	10	0	5	10
Вариант 1 «Интенсивное строительство»	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Вариант 2 «Интенсивный капитальный ремонт»	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2
Вариант 3 «Строительство и капитальный ремонт»	0,6	0,4	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2

Для решения первой задачи рассмотрим прогнозную динамику обеспеченности населения жильем в квадратных метрах (рис. 3) при различных вариантах распределения бюджетных средств.

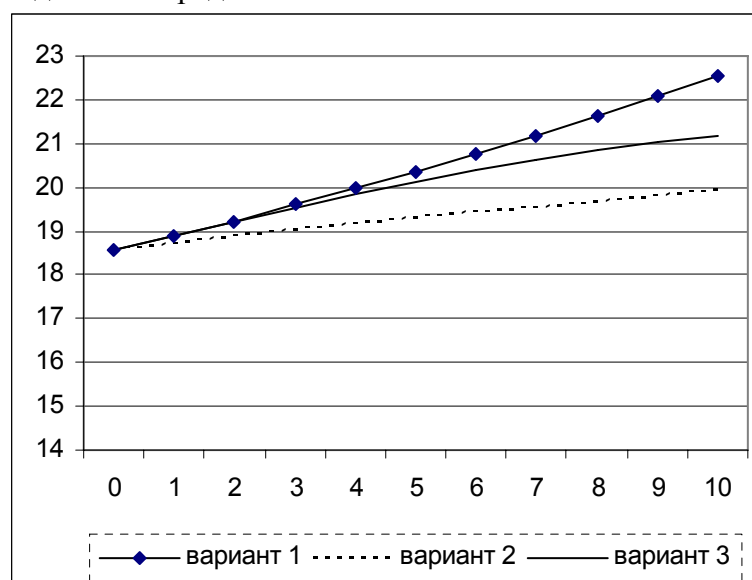
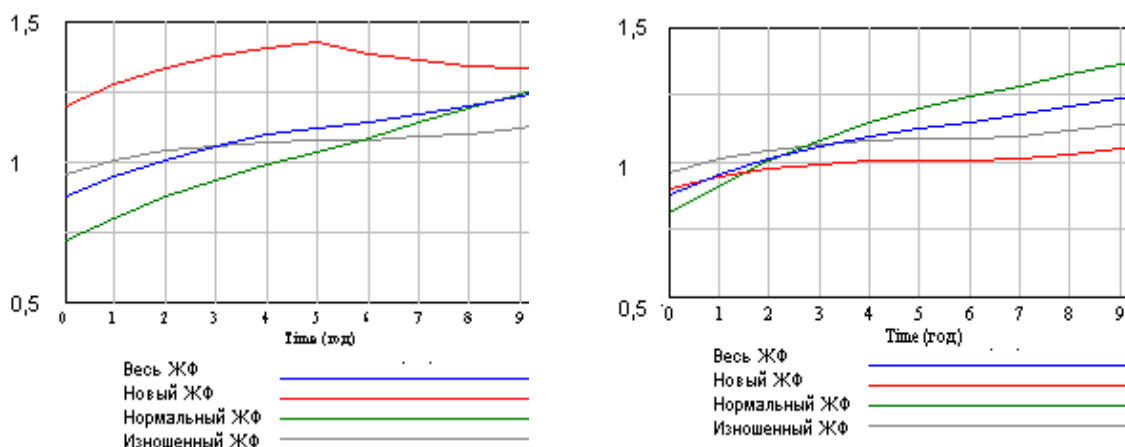


Рис. № 3. Прогноз обеспеченности населения жильем на момент модельного времени

Совершенно понятно, что высокую обеспеченность населения жильем гарантирует сценарный вариант «Интенсивное строительство». Однако, как видно из графика, динамика развития исследуемого показателя для вариантов 1 и 3 практически одинаковая в первые годы. Только через 7 прогнозных лет разница в обеспеченности жильем по этим вариантам развития превышает 0,5 кв.м. Поставленная задача повышения уровня обеспеченности населения жильем до 20 кв. м. решается для

первого и третьего вариантов развития за один и тот же период времени, равный пяти годам. Учитывая, что вариант «Строительство и капитальный ремонт» при этом позволяет улучшить состояние имеющегося жилищного фонда, делаем выбор в его пользу.

Для решения второй задачи необходимо определится, хватает ли средств, выделяемых на содержание жилищного фонда, на покрытие расходов на его содержание в целом и в зависимости от степени износа. Рассмотрев динамику доли покрытия требуемых расходов на содержание жилищного фонда в целом (рис. 4а), делаем вывод о недостатке выделяемых средств на его содержание уже через два года. Как видно из графика, при этом наиболее обременительным окажется содержание нового жилья. Воспользовавшись возможностями имитационного моделирования экспериментировать со сценарными параметрами, получили более рациональный способ распределения бюджетных средств на развитие ЖКХ для сценарного варианта «Строительство и капитальный ремонт». Как видно из рисунка 4б, диспропорции в распределении средств на жилищный фонд в зависимости от степени износа сгладились. Однако и в этом случае уже через два года прогнозируется недостаток выделяемых средств на содержание жилищного фонда.



а) до перераспределения

б) после перераспределения

Рис. № 4. Прогноз доли покрытия требуемых расходов на содержание жилого фонда до и после перераспределения

Таким образом, рост тарифов для жителей города на жилищно-коммунальные услуги неизбежен. Бесспорно, необходимо сделать этот процесс наиболее безболезненным для населения, особенно для социально-незащищенных слоев. Поэтому для решения третьей задачи согласуем рост тарифов с прогнозируемой динамикой доходов населения. Предусмотрим 100%-ную оплату жилищно-коммунальных услуг начиная с начального момента для семей с высоким уровнем совокупного дохода, и постепенный переход на 100% оплату стоимости жилищно-коммунальных услуг для семей с низким и средним уровнями совокупного дохода в течение 10 лет.

По результатам многовариантных расчетов на основе имитационной модели была предложена следующая социально-сбалансированная тарифная политика, позволяющая решить все поставленные задачи (см. таблица 2). Динамика оптимального распределения бюджетных средств на развитие жилищно-коммунального хозяйства г. Стерлитамак в соответствии со сценарным вариантом «Строительство и капитальный ремонт» представлена на рисунке 5.

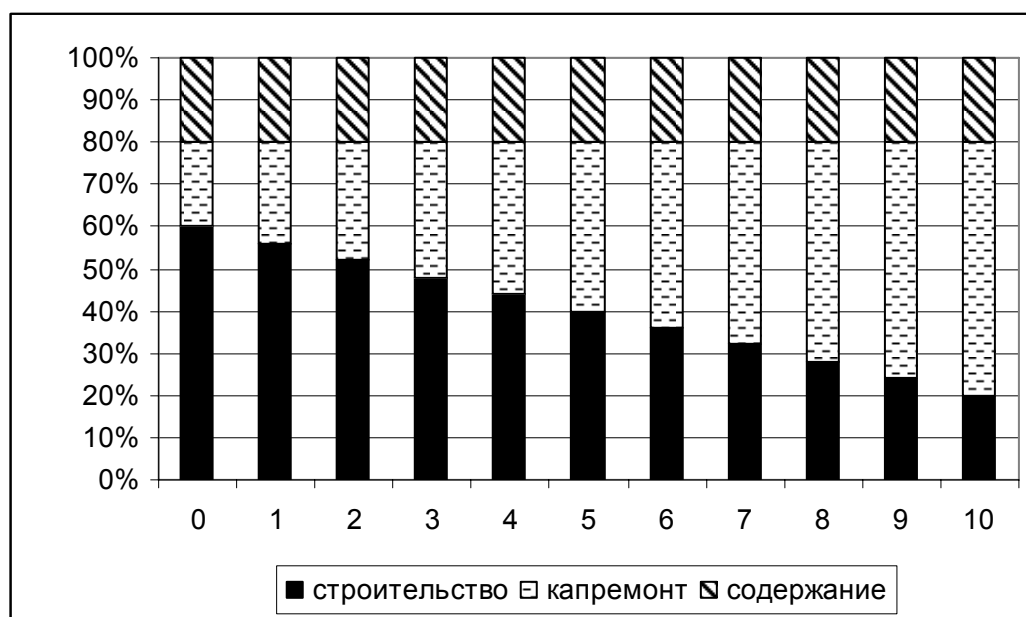


Рис. № 5. Доли расходов муниципального бюджета на жилищно-коммунальное хозяйство на момент модельного времени

Табл. № 2. Социально-сбалансированная тарифная политика

Показатель	Значение показателя на момент модельного времени		
	0	5	10
Издержки предоставления ЖК – услуг на 1 кв. м в год, руб.	900	1100	1300
Номинальная квартплата на 1 кв. м в год, руб.			
для семей с низким и средним уровнями совокупного дохода	500	800	1300
для семей с высоким уровнем совокупного дохода	900	1100	1300
Доля населения в оплате стоимости ЖК – услуг, %	58	74	100
Норматив доли квартплаты в доходе семьи, %	15	20	25
Фактическая доля квартплаты в доходе семьи, %	13	17	20
Прогнозируемый уровень неплатежей, %	18	17	17
Дотации на покрытие убытков предприятий ЖКХ, % от бюджета	34	13	0
Доля средств бюджета, выделяемых на субсидии на приобретение жилья, %	5	6	7
Индекс доступности приобретения жилья, % от норматива	40	53	73

Таким образом, на основе динамической агентной имитационной модели получен вариант рационального планирования бюджетных средств на развитие жилищно – коммунального хозяйства г. Стерлитамак в зависимости от изменения демографической, социально-экономической ситуации города, а также эволюции жилого фонда. При этом рост тарифов ЖКХ, согласованный с ростом доходов населения, а также социально-сбалансированная политика с дифференциацией тарифов

для семей с разным уровнем доходов будет способствовать сохранению сложившегося уровня неплатежей. Плавный переход на 100%-ную оплату за жилье гарантирует покрытие убытков предприятий жилищно-коммунальной сферы. Предложенный вариант распределения городских бюджетных средств позволит достичь заданного уровня обеспеченности населения жильем через 5 лет, а также повысить доступность приобретения жилья почти в 2 раза.

Список литературы:

1. *Бахтизин А.Р.* Агент-ориентированные модели экономики. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008.
2. *Макаров В.Л.* Искусственные общества. М.: ЦЭМИ РАН, 2006.
3. *Киселева М.В.* Имитационное моделирование систем в среде Anylogic. [Электронный ресурс] <http://www.xjtek.ru/anylogic/resources/documentation> (27.09.2011).
4. Отчет главы администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан о своей деятельности и деятельности администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан в 2010 году. [Электронный ресурс] <http://www.sterlitamakadm.ru/about/officials/texts/2366> (27.09.2011).
5. Официальный сайт администрации городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан. [Электронный ресурс] <http://www.sterlitamakadm.ru> (27.09.2011).
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. [Электронный ресурс] <http://www.bashstat.ru> (27.09.2011).
7. *Цыбатов В.А.* Моделирование экономического роста. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2006.