

УДК 004.94,519.816

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.34.3.028](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.34.3.028)

## Моделирование процессов жилищного строительства как социально значимой сферы

Т.Г. Айгумов

*Дагестанский государственный технический университет,  
Махачкала, Россия*

**Резюме.** В работе рассматривается задача формирования относительно полного набора факторов, определяющих взаимосвязь и взаимовлияние сферы жилищного строительства на социальную сферу. Выделены следующие семь аспектов, отражающих различные стороны взаимосвязи жилищного строительства и социальной сферы жизни населения: 1) обеспечение населения страны жильем; 2) наличие работы в сфере строительства и трудоустройство населения в этой сфере; 3) жилищное строительство как социально-экономический индикатор состояния экономики в целом и динамики ее развития с проекцией на социальную сферу; 4) значимость жилищной проблемы для решения других социальных задач; 5) состояние малого бизнеса, занимающегося вопросами оказания ремонтно-строительных услуг; 6) инновации в сфере жилищного строительства; 7) экологическая безопасность при обновлении жилищного фонда и возведении нового жилья. Для каждого из выделенных аспектов сформирован набор из четырех и более факторов, раскрывающих и детализирующих различные стороны и особенности реализации каждого из аспектов. Для демонстрации направления дальнейших исследований в соответствии с выбранной схемой системного анализа одного из факторов выделены параметры, определяющие его значение, и сформирована математическая модель численной оценки значимости рассматриваемого фактора. В дальнейшем предполагается построить аналогичные модели для оценки значимости остальных факторов, на их основе построить интегральный критерий, характеризующий уровень значимости сферы жилищного строительства для социальной сферы в целом.

**Ключевые слова:** системный анализ, жилищное строительство, социальная сфера, аспекты взаимосвязи, социально значимые факторы, классификация, модель оценки значимости фактора.

**Для цитирования:** Айгумов Т.Г. Моделирование процессов жилищного строительства как социально значимой сферы. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2021;9(3). Доступно по: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=976> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.028

## Housing construction modeling as a socially significant area

T.G. Aygumov

*Dagestan State Technical University,  
Makhachkala, Russia*

**Abstract:** The paper considers the problem of forming a relatively complete set of factors that determine the relationship and mutual influence of housing construction on the social sector. The following seven aspects are highlighted, reflecting various aspects of the relationship between housing construction and the social aspect of the population's life: 1) provision of the country's population with housing; 2) availability of employment in the field of construction and recruitment of the population in this field; 3) housing construction as a socio-economic indicator of the state of the economy as a whole and the dynamics of its development with a projection on the social sector; 4) the significance of the housing problem for solving other social issues; 5) the state of small business involved in the provision of repair

and construction services; 6) innovations in the field of housing construction; 7) environmental safety during the renovation of the housing stock and the construction of new housing. For each of the selected aspects, a set of at least four factors is formed, identifying and detailing the various aspects and features of each aspect implementation. To demonstrate the direction of further research in accordance with the selected scheme of system analysis for one of the factors, the parameters that determine its value have been outlined, and a mathematical model has been formed for the numerical assessment of the significance of the factor under consideration. In the future, it is planned to build similar models for assessing the significance of other factors and to build on their basis an integral criterion characterizing the level of housing construction sector significance for the social sector in its entirety.

**Keywords:** system analysis, housing construction, social sphere, aspects of interconnection, socially significant factors, classification, model for assessing the significance of a factor.

**For citation:** Aygumov T.G. Modeling housing construction as a social sphere of a significant sphere. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2021;9(3). Available from: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=976> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.028 (In Russ).

## Введение

Строительная отрасль всегда была социально значимой сферой экономики. Проблема выбора эффективных направлений развития строительной отрасли, наиболее адекватных текущему состоянию страны и самой отрасли, является одной из ключевых. Социально важным элементом государственной политики в сфере строительства является обеспечение максимально благоприятных условий для решения жилищной проблемы. Наличие государственной политики поддержки строительной отрасли в сфере жилищного строительства типично практически для всех развитых стран. При этом подходы к решению этой проблемы и методы ее решения в разных странах часто существенно различаются, начиная от бесплатного предоставления жилья в соответствии с определенным перечнем или льготами в ряде социально ориентированных стран (например, Швеция) и заканчивая ипотечными и иными льготами, как это принято в большинстве западных стран.

Строительная сфера оказывает воздействие на социальную сферу не только через направление жилищного строительства. Ниже перечислены и другие направления влияния сферы строительства на различные аспекты социальной сферы. Поэтому встает задача анализа комплексного влияния строительной сферы на социальную. Подобный анализ позволит более эффективно и целенаправленно решать социальные вопросы через механизмы воздействия на социальную сферу. Этим обусловлена актуальность темы исследования, которая заключается в формировании состава всех значимых факторов и механизмов влияния строительной сферы на социальную и разработке процедур оценки степени этого влияния. В дальнейшем на основе результатов данной работы предполагается сформировать математический аппарат численной оценки степени влияния строительной сферы на социальную, комплексной оценки этого влияния, а также механизмы управления и регулирования развитием отдельных направлений социальной сферы.

Как следует из вышесказанного, первым этапом решения поставленной задачи является формирование относительно полного перечня факторов и механизмов влияния строительной сферы на социальную. Именно эта задача и рассматривается в данной работе. Основным методом ее решения является системный анализ, более конкретная процедура его реализации описана ниже. В работе также, описана процедура формализации и численной оценки уровня значимости факторов на примере одного из

них. Реализацию указанной процедуры применительно к остальным факторам предполагается выполнить в последующих работах автора.

Работ по описанию процессов влияния жилищного строительства на социальную сферу, прежде всего, на решение жилищной проблемы, относительно мало, выделим, например, следующие три работы: [1], [2], [3]. Работ, в которых бы выполнялось моделирование указанных процессов, практически нет. В данной работе, ввиду требований, ограничивающих объем работы, приводится формализованная модель, описывающая социальную эффективность жилищного строительства с учетом только одного из значимых факторов влияния – государственной поддержки сферы жилищного строительства. Построение моделей комплексной оценки влияния строительной сферы на социальную с выявлением управляемых параметров, обеспечивающих контроль этого воздействия, предполагается выполнить в последующих работах автора. Отметим также работы автора [4], [5], относящиеся к вопросам моделирования сферы строительства, в которых использованы способы моделирования, аналогичные данному.

Некоторые пояснения по используемой терминологии. Говоря о строительной сфере, в частности, о жилищном строительстве, мы включаем в это понятие не только процессы непосредственного выполнения строительных работ, но также все сопутствующие направления и сферы деятельности, связанные с производством строительных материалов, процессом управления в отрасли, IT-поддержкой отрасли, контролем качества и др.

Прежде чем моделировать указанные процессы, проведем на основе системного подхода анализ факторов, способных оказать значимое влияние на эти процессы.

### **Материалы и методы**

Для решения поставленной задачи автором использованы материалы его работ по инновационному развитию сферы строительства [6], [7], а также [8], [9], [10], в которых проводится анализ влияния различных факторов на строительную отрасль.

Для выявления наиболее важных направлений развития жилищного строительства с точки зрения их важности для социальной сферы в работе использован системный подход, реализованный по следующей многоуровневой схеме. На первом уровне формируется совокупность всех сущностей (объектов, процессов и явлений) в строительной сфере, способных оказать влияние/воздействие на отдельные стороны социальной сферы – назовем эти сущности аспектами влияния. Далее, на втором уровне, для каждого из выявленных аспектов формируется состав факторов и механизмов влияния/воздействия на социальную сферу. На третьем уровне для каждого из выявленных факторов формируется состав параметров (контролируемых и управляемых), способных оказать влияние на этот фактор. Используя полученную совокупность параметров, строится математическая модель, позволяющая оценить степень влияния/воздействия рассматриваемого фактора на некоторую сторону в социальной сфере. Ввиду ограниченности объема работы указанная процедура математического моделирования в работе реализована только применительно к самому первому из приведенных факторов с целью демонстрации сути процедуры моделирования.

Таким образом, в работе использованы методы системного анализа и математического моделирования. На основе системного подхода последовательно формируются перечни механизмов и факторов влияния жилищного строительства на социальную сферу, затем выявляются совокупности параметров, позволяющие количественно охарактеризовать каждый из факторов и применить численные методы

оценки значений каждого из параметров в реальных практических условиях по уровню их значимости и важности для социальной сферы.

### **Результаты работы**

Основным результатом данной работы является перечень факторов и механизмов влияния строительной сферы на социальную сферу. В работе сформирован указанный перечень, включающий 29 факторов. Также представляет интерес процедура формирования математической модели оценки значимости первого из факторов в полученном перечне.

#### **Анализ аспектов влияния жилищного строительства на социальную сферу**

Для формирования перечня факторов, определяющих воздействие жилищного строительства на социальную сферу, в соответствии с принципами системного анализа, опирающегося на иерархический анализ и последовательную детализацию рассматриваемой проблемы по уровням, опишем возможные способы (аспекты, механизмы) влияния жилищного строительства на социальную сферу. Говоря другими словами, перечислим особенности строительной отрасли как социального явления.

1. Именно строительная отрасль позволяет решить один из наиболее важных, ключевых вопросов, определяющих уровень социального развития общества и социального благополучия в стране – жилищный вопрос, обеспечив все население приемлемым и доступным жильем. Жилищная проблема является одной из наиболее острых и важных социальных проблем во всех современных странах. Методы ее решения в разных странах совершенно различны. Но в основе всегда лежит существующая государственная политика в сфере жилищного строительства.

2. Строительная отрасль – важный сектор экономики большинства стран. В отдельные периоды развития доля строительной отрасли в экономике страны достигала 12 %. Даже в самые кризисные годы доля строительной отрасли не опускалась ниже 5 %. В 2019 г. ее доля достигала 7,6 % [11]. Таким образом, строительная отрасль – государственно важная сфера решения еще одной социальной проблемы – проблемы трудоустройства населения и борьбы с безработицей. Более того, именно строительная отрасль может обеспечить возможности для выхода страны из тяжелого экономического кризиса – как было в Германии, в Соединенных Штатах в 30-ые годы прошлого столетия, когда именно финансируемое государством строительство, прежде всего, дорожное, позволило обеспечить массовую занятость населения и на этой основе вывести страну из тяжелой депрессии.

3. Строительная отрасль и, прежде всего, жилищное строительство – важный социально-экономический индикатор состояния экономики и динамики ее развития. Именно строительная отрасль одной из первых реагирует на любые позитивные или негативные изменения в состоянии экономики страны, на уровень безработицы. Особенно это касается спроса в жилищной сфере: рост экономики приводит к увеличению спроса на жилье, падение роста – к уменьшению спроса на жилье. Коллективное население в целом одним из первых ощущает и реагирует на любые экономические изменения. Следует отметить, что исключением из данного положения являются неожиданные форс-мажорные обстоятельства, например, пандемия (наподобие текущей, связанной с covid-19), большое стихийное бедствие в масштабах всей страны. Это позволяет раньше реагировать на ожидаемые изменения в экономике,

быстрее и динамичнее адаптируясь к новой ситуации во всех сферах, в том числе и в социальной сфере.

4. Острота жилищной проблемы для многих категорий населения позволяет в рамках государственной политики в социальной сфере использовать различные механизмы преференций, льгот и выплат при решении и других социальных проблем; в частности, повышения рождаемости [12], поддержки многодетных семей и старшего поколения, ветеранов боевых действий и труда.

5. Велика доля средних и малых предприятий, а также физических лиц, оказывающих разные ремонтно-строительные услуги населению, различным организациям и предприятиям. Данная сфера услуг обладает высокой устойчивостью и стабильностью по отношению к различным негативным тенденциям в экономике. В этой связи поддержка строительной сферы позволяет оказать определенную поддержку малому бизнесу, связанному со строительно-ремонтной сферой. Поддержка малого бизнеса, занимающегося вопросами оказания ремонтно-строительных услуг, большинством государств рассматривается как важная составляющая государственной политики в сфере социально-экономического развития страны.

Отметим еще один аспект поддержки малого бизнеса в сфере жилищного строительства. При приобретении жилья многие новоявленные жильцы проводят ремонтно-строительные работы по переустройству приобретенного жилья под свои вкусы и требования. Для этих целей обычно привлекаются организации и физические лица из частного бизнеса. Поэтому, чем более активно ведется жилищное строительство и приобретается жилье, тем более активен малый бизнес в сфере ремонтно-строительных услуг.

6. Для обеспечения гарантированности решения жилищной проблемы высшая власть Российского государства стремится создать наиболее благоприятные условия для эффективного развития строительной отрасли, прежде всего, жилищного строительства, на основе рыночных механизмов. Важным элементом этой политики является поддержка именно отечественной сферы жилищного строительства. Для обеспечения доступности и высокого качества жилья активно внедряются инновационные технологии, новации в этой сфере. Таким образом, внедрение инноваций в сфере жилищного строительства является важным, даже необходимым компонентом эффективного и качественного решения жилищной проблемы в стране.

7. Чем современнее жилищное строительство, тем в целом в большей степени соблюдаются экологические требования. Часто новое строительство проводится на месте старого жилого фонда, с более низким уровнем экологической безопасности. При проведении строительных работ используются более качественные, экологически более чистые и безопасные для окружающей среды и населения материалы. Поэтому жилищное строительство способствует в целом решению еще одной важной социальной задачи – улучшению экологической безопасности в зонах проживания населения и, как следствие, обеспечению более здоровых условий для жизни проживающих лиц.

Таким образом, сформирован перечень из семи социально важных аспектов, на которые оказывает большее или меньшее влияние жилищное строительство.

### **Формирование перечня социально значимых факторов жилищного строительства**

Анализ каждого из семи перечисленных аспектов позволяет сформировать относительно полный перечень социально значимых факторов жилищного строительства. Здесь словосочетание «относительно полный» означает, что на текущий



момент данный перечень можно рассматривать как полный, но при существенных изменениях в сфере строительства в будущем данный перечень потребует уточнения и адекватного изменения. Проведем этот анализ по каждому из аспектов.

1. Обеспечение населения страны жильем. Применительно к данному аспекту жилищного строительства на государственном уровне определены следующие факторы:

1.1. Принятая государственная политика поддержки данной сферы. Применительно к России данная политика включает следующие четыре основных элемента: а) ипотечное кредитование жилищного строительства; б) предоставление льгот отдельным категориям населения (многодетным растущим семьям, ветеранам войны и труда, специалистам, переезжающим в сельские и удаленные районы и др.); в) предоставление льгот строительным компаниям, осуществляющим жилищное строительство; г) формирование и реализация механизмов контроля и поддержки населения во избежание мошеннических комбинаций в этой сфере и поддержки пострадавших.

1.2. Соотношение стоимости жилья и уровня экономической состоятельности граждан. Данный показатель достаточно дифференцирован и различен для разных категорий населения, что требует его детализации.

1.3. Уровень стабильности экономического развития страны. Данный фактор определяет степень уверенности населения в своей экономической состоятельности в будущем, и, исходя из этого, принятие решения о приобретении жилья с возможностью его оплаты в течение многих лет. Данный показатель также требует категорирования по разным группам населения.

1.4. Национально-психологические особенности населения конкретной территории и страны в целом. Данные особенности определяют, прежде всего, готовность населения привлечь заемные средства и иные источники финансирования для решения своей жилищной проблемы. В частности, граждане западных стран, например, США, относительно легко привлекают кредитные средства при решении многих своих проблем, в том числе жилищной проблемы, выплачивая затем в течение многих десятилетий взятые кредиты и проценты по ним. Население России в целом значительно более осторожно в вопросе взятия кредита. Данный фактор также дифференцирован по территориям, национальным и возрастным особенностям, по размерам населенного пункта, где проживает данная семья.

2. Наличие работы в сфере строительства и трудоустройство населения. Как было отмечено выше, в настоящее время в сфере жилищного строительства занято порядка 7 % трудоспособного населения страны. Это значимая доля для любого государства. Однако имеется ряд существенных особенностей, связанных с составом рабочей силы, квалификацией и др.

2.1. Доля иностранных граждан, работающих в сфере жилищного строительства. В настоящее время в сфере строительства в целом работает большое число выходцев из Средней Азии, которые в значительной степени лишены социальных прав, получают существенно более низкие заработки, и в силу сказанного, существенно изменяют требования и характеристики трудовой составляющей строительной отрасли. Государство целенаправленно ведет борьбу с этим противозаконным явлением, но пока проблема существует. Отметим, что полноценной информации о реальном состоянии дел в этой сфере нет, и используются различные оценочные методы для параметров, связанных с данным фактором.

2.2. Заработки в сфере жилищного строительства. Этот фактор дифференцирован по строительным специальностям, регионам.

2.3. Доля жилищного строительства в экономике в целом. Этот фактор, как в случае первого аспекта, является доминирующим при анализе трудовой составляющей сферы жилищного строительства.

2.4. Сложность обучения и переобучения по отдельным строительным специальностям. Наиболее важным элементом данной проблемы является наличие возможностей для приобретения новых и развития своих навыков в соответствующей строительной специальности. Традиционная схема, когда работа начинается в статусе ученика и затем, по мере роста квалификации, происходит профессиональный рост с увеличением оплаты. В настоящее время многие строительные компании предпочитают сразу брать на рынке труда готовых специалистов.

3. Жилищное строительство как социально-экономический индикатор состояния экономики и динамики ее развития в социальной сфере. Сфера жилищного строительства, непосредственно соприкасаясь с наиболее важными и актуальными нуждами и потребностями населения, очень чутко реагирует на любые позитивные или негативные явления в экономике страны, обществе и государстве в целом, очень часто реагируя заблаговременно, априорно, когда другие индикаторы социально-экономической жизни еще не среагировали на эти изменения и тенденции.

3.1. Взаимная зависимость показателей жилищного строительства и основных экономических показателей, а также связь с экономическими показателями в социальной сфере. Указанная двойная цепочка описывает связь между объемными показателями жилищного строительства и уровнем финансового обеспечения в социальной сфере. Количественные характеристики, описываемые этой связью, то есть какой объем финансирования в социальной сфере соответствует (определяется) заданному объему жилищного строительства, существенно зависят от проводимой государственной политики в жилищной и социальной сферах. Еще раз подчеркнем, что непосредственно жилищное строительство не является значимым источником финансирования социальной сферы, его уровень лишь характеризует (является индикатором) финансовое состояние в социальной сфере в абсолютных денежных единицах – назовем это значение базовым уровнем (зависимости между жилищным строительством и финансированием в социальной сфере). Эта связь имеет определенный временной сдвиг, о чем говорится ниже.

3.2. Связь между изменением спроса (увеличением / уменьшением спроса) в жилищной сфере и увеличением / падением роста экономики. Данная связь имеет определенный временной лаг (сдвиг), который также является компонентом данной связи: изменения в жилищном строительстве происходят раньше соответствующих изменений в социальной сфере.

3.3. Наиболее важные факторы социальной сферы, на которые отражаются все основные изменения в жилищном строительстве. Отметим еще раз, что изменения в жилищном строительстве происходят раньше изменений в экономике и отражают характер этих изменений. Перечень данных факторов дифференцирован по отраслям и сферам деятельности. Поэтому, предварительно необходимо выделить наиболее важные сферы, представляющие интерес в контексте исследования.

3.4. Перечень и характер влияния основных видов государственной политики в сфере, приводящей к изменению базового уровня. Данный показатель интересен, прежде всего, невозможностью своего влияния на базовый уровень. Он необходим для сравнения базовых уровней при изменениях государственной политики в сфере строительства или оказания ремонтно-строительных услуг.

4. Важность жилищной проблемы для решения других социальных проблем.

4.1. Влияние на демографические процессы, в частности, стимулирование рождаемости населения на основе предоставления льгот и преференций при решении жилищной проблемы.

В настоящее время описанная технология частично реализована в практике государственной политики России в сфере регулирования рождаемости.

4.2. Поддержка в государственной сфере высокой ответственности и добросовестного отношения к трудовым обязанностям государственных служащих, в частности, военнослужащих, путем предоставления определенных льгот и преференций, относящихся к решению их жилищных вопросов.

В настоящее время указанные подходы к управлению в государственной сфере России частично реализованы, в частности, в виде жилищных сертификатов в Вооруженных силах РФ, льготного предоставления жилья отдельным категориям служащих и др.

4.3. Поддержка в вопросах обустройства жилья и улучшения жилищных условий старшего поколения, прежде всего, ветеранов военных действий и ветеранов труда. Системные решения данного вопроса в России пока отсутствуют, хотя помощь соответствующим группам населения в рамках существующих возможностей оказывается.

4.4. Адекватная и своевременная помощь в жилищном вопросе лицам, пострадавшим в результате различных природных катаклизмов, техногенных аварий, а также больным, инвалидам. В России активная помощь пострадавшим от наводнений, оползней, землетрясений оказывается своевременно.

4.5. Адекватная и своевременная помощь в жилищном вопросе лицам и семьям лиц, пострадавших или погибших при исполнении своих служебных обязанностей. Данный вид социальной поддержки государственного аппарата важен для повышения уровня ответственности и степени готовности выполнять свои должностные функции последовательно и самоотверженно.

5. Поддержка малого бизнеса, занимающегося вопросами оказания ремонтно-строительных услуг. Данный фактор, с одной стороны, связан с обеспечением занятости и самообеспечения лиц, непосредственно занятых в этом бизнесе, а с другой стороны, с созданием возможностей населению по выполнению ремонтно-строительных работ на приемлемых условиях.

5.1. Объем ремонтно-строительных услуг, оказываемых малым бизнесом. Данный показатель как показатель социальной сферы характеризует относительный уровень общего благосостояния населения и отдельных его групп, слоев и категорий.

5.2. Динамика изменения объема ремонтно-строительных услуг, оказываемых малым бизнесом. Данный показатель, как показатель социальной сферы, характеризует динамику изменения уровня общего благосостояния населения и отдельных его групп, слоев и категорий в относительных единицах. Абсолютные зависимости уровня благосостояния и объема ремонтно-строительных услуг, оказываемых малым бизнесом, зависят также от других факторов, прежде всего, от государственной политики в этой сфере.

5.3. Абсолютное число лиц, занятых в этой сфере, а также членов их семей. Данный показатель описывает абсолютную величину населения страны, которая может обеспечить себя и свои семьи за счет деятельности в сфере оказания ремонтно-строительных услуг.

5.4. Основные элементы государственной политики в сфере оказания ремонтно-строительных услуг, оказываемых малым бизнесом. Данный показатель включает, в



частности, систему финансовой и налоговой поддержки, политику в области лицензирования этой деятельности, обеспечение равных конкурентных условий для всех участников и др.

6. Внедрение инноваций в сфере жилищного строительства. Внедрение инноваций позволяет сделать жилье более доступным и повысить его качественные характеристики.

6.1. Объем инноваций в абсолютных (в денежных единицах) и относительных (в процентах по отношению к абсолютному объему работ в сфере жилищного строительства) единицах в сфере жилищного строительства. Применительно к социальной сфере данный показатель косвенно характеризует интенсивность улучшения жилья и повышение уровня его доступности: чем выше уровень, тем жилье доступнее.

6.2. Относительная доля отечественных инноваций в общем объеме всех инноваций в сфере жилищного строительства. Отечественные инновации, в целом, более полно учитывают специфику социально-экономических условий в России, что обеспечивает большую адаптивность этих инноваций и расширяет возможности их внедрения в реальную практику строительства.

6.3. Доля инноваций, относящихся к строительству в зонах с нетиповыми условиями проживания: пониженными температурными условиями, вечной мерзлоты, сухим климатом, высокогорными условиями – в общем объеме инноваций в сфере жилищного строительства. Данный фактор важен для оценки возможностей по улучшению условий проживания и расширению зоны освоения территорий на севере России, в Сибири и на Дальнем Востоке.

6.4. Основные элементы государственной политики в управлении инновациями в сфере жилищного строительства, включая льготы, преференции, государственные заказы, целевые программы, целевое финансирование и др. Описанный фактор в значительной степени определяет возможности инноваций в сфере жилищного строительства.

7. Улучшение экологической обстановки и безопасности при обновлении жилищного фонда и возведении нового жилья, а также обеспечение более благоприятных условий для жизни населения. Данный фактор связан с тем обстоятельством, что с течением времени, с одной стороны, ужесточаются экологические требования к условиям проживания населения, а с другой стороны, появляются новые технологии и материалы, позволяющие обеспечить выполнение новых более жестких требований.

7.1. Экологические факторы во внешнем окружении жилых зданий. Прежде всего, сюда входят факторы, связанные с приемом и утилизацией бытового мусора, обустройством прилегающих к зданиям территорий, защиты от чрезмерных тепловых излучений в зимнее время и др.

7.2. Экологические факторы, касающиеся жилых помещений и внутренних пространств и площадей жилых зданий. Сюда, прежде всего, входят факторы, связанные с экологической безопасностью материалов, использованных при строительстве жилых зданий, поддержанием должного экологического порядка и чистоты в процессе эксплуатации зданий.

7.3. Факторы, отражающие наличие в зоне проживания инженерно-технических и экологических возможностей по ведению здорового образа жизни. То есть условия для прогулок, пробежек, занятия физкультурой и спортом, тренировок и т. п. Данный фактор, наряду с инженерно-строительными и экологическими аспектами социального

характера (то есть касающиеся населения), затрагивает также еще один существенный аспект социальной сферы – здоровье населения.

7.4. Государственная политика в области создания и обеспечения экологически безопасных условий проживания населения.

Таким образом, в данном разделе сформирован состав из 29 факторов, описывающих все основные аспекты взаимосвязи жилищного строительства и социальной сферы.

### **Моделирование процессов жилищного строительства как социально значимой сферы**

Прежде всего, опишем целевую функцию рассматриваемой задачи. Далее, ввиду ограниченного объема статьи проведем моделирование только по фактору 1.1, связанному с государственным влиянием на сферу жилищного строительства. Остальные аспекты будут рассмотрены в последующих работах автора.

Поскольку в работе нас интересуют социальные аспекты жилищного строительства, то в отличие от задач экономической направленности, выберем в качестве критерия эффективности показатель, описывающий степень удовлетворенности населения своими жилищными условиями. При этом, поскольку в дальнейшем данный критерий предполагается использовать как одно из слагаемых в общей целевой функции, охватывающей все аспекты влияния в социальной сфере, то целесообразно выбрать его безразмерным, то есть не привязанным к каким-либо единицам измерения.

Разобьем все семьи, неудовлетворенные своими жилищными условиями, на следующие четыре группы:

1. Семьи, в которых не выполняются санитарные нормы по обеспечению жильем. То есть семьи, имеющие юридические основания добиваться помощи от государства в этом вопросе.

2. Семьи, в которых имеются внутренние противоречия и конфликты, делающие совместное проживание очень сложным или даже практически невозможным (в частности, разведенные супруги).

3. Семьи, в которых санитарные нормы формально выполнены, но, в силу внутренних напряженностей в семьях, желания отдельных членов семьи к самостоятельному проживанию (например, повзрослевшие и создавшие свои семьи дети) и невозможности в рамках имеющихся жилищных условий обеспечить изолированное проживание отдельных ячеек семьи.

4. Семьи, которые бы желали улучшить свои жилищные условия, несмотря на выполнение всех санитарных норм. Например, имеющие достаточные финансовые возможности для такого улучшения.

При формировании целевой функции все перечисленные группы семей будут иметь свои весовые коэффициенты. Введем обозначения:  $w_i$ ,  $V_i$  и  $R_i$  – весовой коэффициент  $i$ -ой группы, доля семей  $i$ -ой группы во всей совокупности нуждающихся семей и среднее число членов семьи в семьях  $i$ -ой группы соответственно,  $1 \leq i \leq 4$ ;  $U$  – абсолютное число всех лиц, неудовлетворенных своими жилищными условиями – полностью или частично. Отметим, что характеристика  $R_i$  не обязательно целочисленная, а может принимать любые действительные значения как статистически усредненная величина. Тогда в качестве целевой функции предлагается взять величину:

$$Z = U \sum_{i=1}^4 w_i V_i R_i \quad (1)$$

Значения входящих в правую часть (1) величин зависят от всех перечисленных выше факторов первой группы. Необходимо эту зависимость описать и представить либо в виде аналитических выражений, либо в виде алгоритмических процедур.

Прежде всего, отметим, что значения весовых коэффициентов  $\{w_i\}$  зависят от того, насколько уменьшается абсолютное количество семей каждой категории в результате различных мер финансовой и иной поддержки со стороны государства. Пусть  $W_i$  ( $1 \leq i \leq 4$ ) есть абсолютное количество семей  $i$ -ой группы. Рассмотрим зависимость каждой из величин  $W_i$  в зависимости от факторов группы 1.

При изменении ипотечного кредитования на  $\alpha > 0$  процентов доля всех групп семей также уменьшается. Если ипотечный кредит увеличивается, то будем считать, что  $\alpha < 0$ . При этом интенсивность уменьшения  $\delta_{i1a}$  (индекс «1a» указывает на номер данного фактора в приведенном выше описании факторов первой группы) для каждой группы разная. Так, в первую группу входят в основном семьи, не имеющие достаточных финансовых возможностей для покупки жилья даже при наличии ипотечных и иных льготных возможностей. Поэтому коэффициент  $\delta_{11a}$ , описывающий интенсивность уменьшения этой группы, будет значимо меньше коэффициента  $\delta_{41a}$  для семей четвертой группы, желающих улучшить свои жилищные условия. Далее, количество семей, которые воспользуются ипотечным кредитом, как в случае уменьшения ипотечного процента, так и в случае его увеличения, имеет предельные нижние  $V_{i1a}^H$  и верхние  $V_{i1a}^B$  границы соответственно. Очевидно  $V_{i1a}^H > W_i(0) > V_{i1a}^B$ . Тогда в качестве функции, описывающей указанные тенденции, предлагается взять следующую функцию:

$$W_i^{(1a)}(\alpha) = W_i(0) \cdot \left( 1 - \frac{\alpha}{|\alpha| \cdot W_i(0)} \left( (W_i(0) - V_{i1a}^H)(1 - e^{-\delta_{i1a}|\alpha - \alpha_0|})\chi(\alpha > 0) + \right. \right. \\ \left. \left. + (W_i(0) - V_{i1a}^B)(1 - e^{-\delta_{i1a}|\alpha|})\chi(\alpha < 0) \right) \right) \quad (2)$$

Здесь  $\alpha_0 > 0$  – текущее значение ипотечного процента;  $W_i(0)$  начальное количество семей  $i$ -ой группы; индекс «1a» у величины  $W_i^{(1a)}$  указывает на то, что изменение величины  $W_i$  произошло за счет фактора 1a;  $\chi(A)$  – индикаторная функция, равная 1, если событие  $A$  выполняется (например, выполнено  $\alpha > 0$  или  $\alpha < 0$ ), и равная нулю в противном случае.

Формула (2) соответствует всем требованиям, которые были сформулированы выше применительно к величине  $W_i$ . Если ипотечный процент остается без изменения, то есть  $\alpha = 0$ , то значение  $W_i^{(1a)}$  остается неизменным, то есть  $W_i^{(1a)} = W_i(0)$ . Если значение ипотечного процента уменьшается на величину  $\alpha_0$ , то есть ипотечный процент становится равным нулю, то, как нетрудно проверить,  $W_i^{(1a)}(\alpha)$  растет и становится равным нижнему предельному значению  $V_{i1a}^H$ . И, наоборот, если ипотечный кредит неограниченно растет (чисто теоретически), то  $W_i^{(1a)}(\alpha)$  уменьшается вплоть до  $V_{i1a}^B$ . И, наконец,  $W_i^{(1a)}(\alpha)$  является монотонно возрастающей с ростом  $\alpha$ .

Аналогично учитывается и фактор 1.1б. Получаем:

$$W_i^{(1a\beta)}(\alpha, \beta) = W_i^{(1a)}(\alpha) \cdot \left( 1 - \frac{\beta}{|\beta| \cdot W_i(0)} \left( (W_i(0) - V_{i1\beta}^H)(1 - e^{-\delta_{i1\beta}|\beta|})\chi(\beta > 0) + \right. \right. \\ \left. \left. + (W_i(0) - V_{i1\beta}^B)(1 - e^{-\delta_{i1\beta}|\beta + \beta_0|})\chi(\beta < 0) \right) \right) \quad (3)$$

Здесь предполагается, что предоставление льгот может быть переведено в проценты, на которые уменьшаются затраты на приобретение жилья и сопутствующие издержки; величина этого процента обозначена через  $\beta$ . При этом при  $\beta > 0$  льготы в целом добавляются, что приводит к уменьшению затрат на жилье; при  $\beta < 0$ , наоборот, льготы отнимаются, что приводит к увеличению затрат на приобретение жилья и увеличению числа нуждающихся в жилье. Вопрос о том, каким образом переводить льготы в проценты, требует отдельного рассмотрения. Обозначения в формуле (3):  $W_i^{(1a6)}(\alpha, \beta)$  – абсолютное количество семей, нуждающихся в улучшении жилья после реализации льгот по пунктам 1а) и 1б) с параметрами  $\alpha$  и  $\beta$  соответственно;  $\beta_0 > 0$  – объем льгот, имеющихся на текущий момент времени;  $V_{i16}^H$  и  $V_{i16}^B$  – нижние и верхние предельные границы для случаев роста  $\beta$  (вплоть до предоставления максимально теоретически возможных льгот) и убывания  $\beta$ , то есть лишения всех льгот, перечисленных в факторе 1.1.б,  $V_{i16}^H < W_i(0) < V_{i16}^B$ ; коэффициент  $\delta_{i16}$  описывает среднюю степень мобильности реакции и активности семей при получении льгот или их изъятии.

В формуле (3) выполнены все требования, которые были сформулированы выше применительно к величине  $W_i$ : если ситуация со льготами никак не изменилась, то есть  $\beta = 0$ , то значение  $W_i^{(1a6)}$  остается неизменным; если убираются все льготы, то есть значение  $\beta$  увеличивается по модулю до величины  $\beta_0$ , оставаясь отрицательным, то  $W_i^{(1a6)}(\alpha, \beta)$  уменьшается, растет и становится равным нижнему предельному значению  $V_{i16}^H$ . И, наоборот, если льготы добавляются неограниченно, то  $\beta > 0$  неограниченно растет (чисто теоретически), то  $W_i^{(1a6)}(\alpha, \beta)$  увеличивается до  $V_{i16}^B$ ;  $W_i^{(1a6)}(\alpha, \beta)$  монотонно возрастает по  $\beta$ .

Для учета фактора 1.1.в) вновь примем, что льготы строительным компаниям могут также быть переведены в процент уменьшения стоимости жилья, что делает его более привлекательным для всех категорий населения и всех семей. Пусть  $\gamma$  есть процент, на который уменьшается стоимость жилья при  $\gamma > 0$  и при  $\gamma < 0$  величина  $|\gamma|$  есть процент подорожания жилья. Аналогично формулам (2) и (3) можно записать выражение ( $1 \leq i \leq 4$ ):

$$W_i^{(1a6b)}(\alpha, \beta, \gamma) = W_i^{(1a6)}(\alpha, \beta) \cdot \left( 1 - \frac{\gamma}{|\gamma| \cdot W_i(0)} \left( (W_i(0) - V_{i16}^H)(1 - e^{-\delta_{i16}\gamma}) \cdot \chi(\gamma > 0) + (W_i(0) - V_{i16}^B)(1 - e^{-\delta_{i16}|\gamma+\gamma_0|})\chi(\gamma < 0) \right) \right) \quad (4)$$

где содержательный смысл всех введенных характеристик аналогичен предыдущим двум случаям.

Наконец, учет последнего фактора влияния из группы 1.1 – фактора 1.1.г) выполняется совершенно аналогично. Основное предположение: предоставленные государством гарантии по защите граждан в процессе приобретения жилья, включающие механизмы контроля и поддержки населения во избежание мошеннических комбинаций в этой сфере и поддержки пострадавших, могут также быть переведены в некоторый процент  $\theta$ , на который увеличивается (при  $\theta > 0$ ) или уменьшается (при  $\theta < 0$ ) доля семей, приобретающих жилье. Тогда аналогично формулам (2), (3) и (4) выписывается соотношение:

$$W_i^{(1.1)} = W_i^{(1aбви)}(\alpha, \beta, \gamma, \theta) = W_i^{(1aбв)}(\alpha, \beta, \gamma) \cdot \left( 1 - \frac{\theta}{|\theta| \cdot W_i(0)} ((W_i(0) - V_{i1r}^H) \cdot (1 - e^{-\delta_{i1r}\theta})\chi(\theta > 0) + ((W_i(0) - V_{i1r}^B)(1 - e^{-\delta_{i1r}|\theta + \theta_0|})\chi(\theta < 0)) \right). \quad (5)$$

Содержательный смысл всех введенных в (5) переменных аналогичен предыдущим случаям.

Подставив значение  $W_i^{(1.1)}$ , выполненное на основе последовательной реализации формул (2), (3), (4), (5), получим значение, описывающее степень удовлетворенности населения своим жилищным положением. Вычисление данного показателя для группы регионов (районов, областей, населенных пунктов, городов) позволит сравнивать их между собой по социальному показателю удовлетворенности населения своими жилищными условиями.

Отметим, что приведенные соотношения включают большое число констант, оценка значений которых является самостоятельным научным исследованием, которое автор предполагает выполнить.

### Обсуждение

Рассматриваемая в работе задача важна для социальной сферы общественной жизни общества как на уровне отдельной семьи и отдельного физического лица, так и на уровне государственного управления (применительно к социальной сфере). Работа является основной для реализации следующей значимой научно-практической задачи: формирование процедур и методов позитивного влияния на социальную сферу жизни общества через сферу строительства. За основу построения указанных механизмов влияния на социальную сферу выбраны методы математического моделирования. Общая схема моделирования характеристик социальной сферы, связанных со сферой строительства, описана выше. В работе последовательно иерархически формируются аспекты воздействия сферы строительства на социальную сферу, затем факторы и механизмы влияния. Далее, математические модели оценки уровня значимости каждого из факторов и формирование состава управляемых и контролируемых параметров, входящих в указанные модели. В последующем, после построения набора математических моделей для совокупности факторов влияния, будет рассмотрена задача построения совокупности интегральных показателей, характеризующих различные аспекты и особенности влияния сферы строительства на социальную сферу.

Полноценное решение описанной задачи позволит применять наиболее оптимальные механизмы влияния сферы строительства на социальную сферу и на этой основе выбирать наиболее эффективные процедуры позитивного воздействия на социальную сферу через сферу строительства. Также важным элементом внедрения полученных результатов в сферу государственного управления станет возможность сравнения различных районов, регионов, территорий, населенных пунктов по совокупности индикаторов, описывающих уровни влияния различных факторов на социальную сферу.

Работ по математическому моделированию различных процессов в социальной сфере существенно меньше, чем во многих других сферах (например, в сфере экономики). Поэтому данная работа позволяет заполнить этот пробел в сфере анализа и управления социальными процессами, что дополнительно повышает значимость данной работы.



Наконец, укажем, что идеи и методы, используемые при построении математических моделей и, в последующем, процедур их анализа, могут быть полезны и востребованы и в других сферах, оказывающих значимое влияние на социальные процессы.

### Заключение

В работе рассматривается задача формирования относительно полного набора факторов, определяющих взаимосвязь и взаимовлияние сфер жилищного строительства на социальную сферу. Выделены семь аспектов, отражающих различные стороны взаимосвязи жилищного строительства и социальной сферы жизни населения. Для каждого из выделенных аспектов сформирован набор факторов, раскрывающих и детализирующих различные стороны и области реализации каждого из аспектов. Всего выделено 29 факторов. В работе представлена процедура формирования математической модели, описывающая социальную эффективность жилищного строительства, на примере только одного из значимых факторов – государственного влияния на сферу жилищного строительства. В последующих работах автора предполагается построить математическую модель, учитывающую все сформированные в работе факторы влияния на социальные аспекты сферы жилищного строительства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сиваев С.Б., Трутнев Э.К., Прокофьев В.Ю. *Государственная поддержка жилищного строительства и развития коммунальной инфраструктуры*. М.: Дело, 2009.
2. Дуброва Т.А., Лозовская А.Н. *Жилищное строительство в России: состояние, проблемы и перспективы развития*. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2014.
3. Ильин И.А. *Социальное строительство на территории России*. М.: Наука, 2006.
4. Айгумов Т.Г., Мелехин В.Б. Системный подход к исследованию структуры основных закономерностей инвестиционной строительной среды. *Экономика вчера, сегодня, завтра*. 2018;8(12А):9-18
5. Айгумов Т.Г., Мелехин В.Б. Управление сбалансированным развитием строительной отрасли в нестабильных условиях инвестиционной строительной среды. *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*. 2019;23(3):5-14.
6. Айгумов Т.Г., Мелехин В.Б., Алиев С.Н. *Управление строительной фирмой в условиях неопределенности*. М.: Парнас, 2015.
7. Айгумов Т.Г., Мелехин В.Б., Мелехин А.В. *Математические модели и методы адаптивного управления строительным производством*. М.: Парнас, 2019.
8. Пеньковский Г. Ф. *Системный анализ и моделирование систем в строительстве*. СПб.: СПбГАСУ, 1999.
9. Власенко Л.В., Голомазова Т.Н., Кофанов А.В., Лаамарти Ю.А., Шныренков Е.А. *Социология в строительной сфере*. М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014. Доступно по: <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2014/1689/I227.pdf> (дата обращения 17.07.2021)
10. Магомадов Р.С. Системный анализ факторов, определяющих эффективность региональных грузовых автоперевозок в сфере строительства. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2014;3(27):67-80.
11. Влияние жилищного строительства на экономику и другие отрасли. Доступно по: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/wp-content/uploads/2016/11/Vliyanie-zhilishhnogo->

[stroitelstva-na-ekonomiku-i-drugie-otraslii.pdf](#) (дата обращения: 17.07.2021)

12. Архангельский В.Н. *Факторы рождаемости*. М.: ТЕИС, 2006.

## REFERENCES

1. Sivaev S.B., Trutnev E.K., Prokofiev V.Yu. *State support for housing construction and the development of communal infrastructure*. М.: Delo, 2009.
2. Dubrova T.A., Lozovskaya A.N. *Housing construction in Russia: state, problems and development prospects*. М.: Publishing and trading corporation "Dashkov and Co", 2014.
3. Пуйн I.A. *Social construction on the territory of Russia*. М.: Nauka, 2006.
4. Aygumov T.G., Melekhin V.B. A systematic approach to the study of the structure of the basic laws of the investment construction environment. *Economy yesterday, today, tomorrow*. 2018;8(12A):9-18
5. Aygumov T.G., Melekhin V.B. Managing the balanced development of the construction industry in an unstable investment construction environment. *Actual problems of economics and management*. 2019;23(3):5-14.
6. Aygumov T.G., Melekhin V.B., Aliev S.N. *Management of a construction company in the face of uncertainty*. М.: Parnas, 2015.
7. Aygumov T.G., Melekhin V.B., Melekhin A.V. *Mathematical models and methods of adaptive management of construction production*. М.: Parnas, 2019.
8. Penkovsky G.F. *System analysis and modeling of systems in construction*. SPb.: SPbGASU, 1999.
9. Vlasenko L.V., Golomazova T.N., Kofanov A.V., Laamarti Yu.A., Shnyrenkov E.A. *Sociology in the construction industry*. М.: FSBE IHE "MGSU", 2014. Available at: <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2014/1689/I227.pdf> (accessed 17.07.2021)
10. Magomadov R.S. A systematic analysis of the factors that determine the effectiveness of regional road freight transport in the construction industry. *Caspian Journal: Management and High Technologies*. 2014;3(27):67-80.
11. The impact of housing construction on the economy and other industries. Available at: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/wp-content/uploads/2016/11/Vliyanie-zhilishhnogo-stroitelstva-na-ekonomiku-i-drugie-otraslii.pdf> (accessed 17.07.2021)
12. Arkhangel'sky V.N. *Fertility factors*. М.: TEIS, 2006.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Айгу́мов Тимур Гаджиевич**, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Махачкала, Российская Федерация.  
*e-mail:* [915533@mail.ru](mailto:915533@mail.ru)

**Aygumov Timur Gadzhievich**, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Computer Software and Automated Systems, Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russian Federation

Статья поступила в редакцию 16.04.2021; одобрена после рецензирования 20.09.2021; принята к публикации 23.09.2021.

The article was submitted 16.04.2021; approved after reviewing 20.09.2021; accepted for publication 23.09.2021.