

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.009 : 711

DOI: 10.22227/2305-5502.2022.2.1

Организация разработки градостроительных решений

Сергей Борисович Сборщиков, Павел Анатольевич Журавлев

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Обеспечение комплексного и устойчивого развития урбанизированных территорий, осуществляемое в рамках градостроительной деятельности, основывается на принципе эффективного использования и воплощается принятием градостроительных решений. Специфика принятия соответствующих градостроительных решений отражает различные технические, технологические, социальные, экологические, экономические аспекты и особенности развития городских территорий и застройки. Предметной областью исследования являются градостроительные решения территории и застройки, в отношении которых необходимо создание эффективной системы управления и оценки, ориентированной на формирование комфортной и безопасной городской среды. Цель исследования — выработать подход к организации разработки и выбору оптимальных градостроительных решений по развитию и преобразованию территорий и застройки.

Материалы и методы. Градостроительная деятельность ввиду сложности выходит за рамки традиционного проектирования и строительства и нуждается в обоснованных и эффективных методах организации и управления. В рамках данного подхода организационные модели разработки, реализации и оптимизации градостроительных решений должны содержать следующие составляющие: объект и субъект управления, параметры регулирующих воздействий и информационно-техническое обеспечение. В указанном контексте представлен перечень сфер приложения градостроительных решений, их состав и характеристики. Применены методы исследования — структурный и функциональный анализ.

Результаты. Установлено, что для эффективного управления градостроительными решениями необходима информационная модель застройки территории, способная к постоянной актуализации и модернизации. Представлено математическое описание особенностей процесса выбора оптимального варианта градостроительного решения.

Выводы. Сформулированный перечень положений создает научное обоснование разработки и реализации инвестиционных программ и проектов по реинжинирингу территории и застройки, их составу и структуре, устанавливает эффективный режим и конфигурации потоков регулирующих воздействий в рамках градостроительной деятельности, а также предпосылки (условия) организации разработки и выбора оптимального градостроительного решения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: устойчивое развитие, градостроительная деятельность, оптимизация, оценка и управление градостроительными решениями, реинжиниринг территории и застройки, информационная модель, комфортная и безопасная среда жизнедеятельности

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Организация разработки градостроительных решений // Строительство: наука и образование. 2022. Т. 12. Вып. 2. Ст. 1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2022.2.1

Автор, ответственный за переписку: Павел Анатольевич Журавлев, tous2004@mail.ru.

Organizing the development of urban planning solutions

Sergej B. Sborshchikov, Pavel A. Zhuravlev

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. The integrated and sustainable development of urban areas within the framework of urban planning is based on the principle of effective use and is embodied in urban planning solutions. Characteristic aspects of appropriate urban planning solutions encompass various technical, technological, social, environmental, economic issues and development peculiarities of urban areas and buildings. Urban planning solutions, developed for areas and buildings in need of an effective management and evaluation system and a comfortable and safe urban environment, are the subject of this research. The purpose of the research is to develop an approach to organizing the development and selection of optimal urban plan-

ning solutions towards the development and transformation of areas and buildings.

Materials and methods. Due to its complexity, urban planning goes beyond traditional design and construction and needs sound and effective organization and management methods. Within the framework of this approach, organizational models of development, implementation and optimization of urban planning solutions must have the following components: object and subject of control, parameters of regulatory influence, information and technical support. Towards this end, the list of applications of urban planning solutions, their composition and characteristics are presented. Research methods include structural and functional analysis.

Results. The authors have discovered that the effective management of urban planning solutions requires an information model of built-up areas that will be updated and upgraded on an ongoing basis. The mathematical description of the process of selecting optimal urban planning solutions is presented.

Conclusions. The list of provisions, formulated by the authors, establishes a scientific rationale for the development and implementation of investment programmes and projects focused on the reengineering of areas and buildings, their composition and structure, establishes an effective regime and configuration of flows of regulatory impacts within the framework of urban planning activities, as well as the preconditions (conditions) of organizing the development and selection of optimal urban planning solutions.

KEYWORDS: sustainable development, urban planning, optimization, evaluation and management of urban planning solutions, reengineering of areas and buildings, information model, comfortable and safe living environment

FOR CITATION: Sborshchikov S.B., Zhuravlev P.A. Organizing the development of urban planning solutions. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2022; 12(2):1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2022.2.1

Corresponding author: Pavel A. Zhuravlev, tous2004@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Доля городского населения России, по данным статистики, составляет более 70 % от населения страны. Свыше половины жителей России (64 %) сталкиваются с нехваткой объектов общественно-деловой инфраструктуры в пешей доступности от дома. Около 20 % населения России проживают в стесненных условиях и нуждаются в увеличении жилой площади. Особо отмечается нехватка парков, скверов, низкое качество озеленения рядом с домом, неблагоприятная экологическая обстановка, шумовые и атмосферные загрязнения [1]. Как следствие, благополучие основной доли населения России напрямую зависит от создания комфортной и качественной городской среды.

Формирование современной комфортной городской среды обусловлено разработкой комплексной (пространственной) организации территории, успешность развития которой напрямую взаимосвязана с обеспечением безопасности, эффективности освоения территорий, качества среды в городах и сельских населенных пунктах [2, 3].

Сложности в создании комфортной, безопасной, качественной городской среды, а также гармоничного окружения, характерны для всех регионов России и сопряжены с проблемами территориального планирования и зонирования, формирования инженерной защиты территорий, развития центров городов, функциональных центров притяжения населения, их обликов, транспортных сетей и инженерных коммуникаций, а также модернизации и трансформации жилой застройки, объектов культурного, социально-бытового назначения, благоустройства территории и промышленных объектов и их реинжиниринга [4–17].

Градостроительная деятельность, реализуемая в рамках Градостроительного кодекса РФ и основанная на принципе эффективного использования территорий, осуществляется в виде территориального

планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства [18].

Разрабатываемые градостроительные решения должны учитывать особенности городских пространственных подсистем и инфраструктур и быть направлены на объединение различных технических, технологических, социальных, экологических, экономических и других аспектов формирования и совершенствования урбанизированных территорий.

Следует отметить, что проблему формирования качественной среды для проживания и жизнедеятельности, определяемую не только ее непосредственными физическими, функциональными и эстетическими характеристиками, невозможно решить без учета взаимосвязи с пространственным окружением, динамикой взаимодействия с окружающей природной средой [19–21].

Таким образом, актуальная задача на сегодняшний день — создание комплексного подхода к принимаемым градостроительным решениям в отношении территорий и застройки, как системы, подлежащей эффективному и обоснованному управлению, в свою очередь участники градостроительной деятельности нуждаются в формировании новых научных концепций, направленных на модернизацию и развитие территорий городского пространства [22–24].

Цель исследования — выработать подход к организации разработки и выбору оптимальных градостроительных решений по развитию и преобразованию территорий и застройки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Градостроительная функциональная деятельность из-за своей сложности выходит за традиционные рамки проектирования и строительства и включает в себя вопросы, связанные с организацией

и управлением данного вида деятельности. В данном случае предметом регулирующих воздействий являются градостроительные решения.

Модели принятия градостроительных решений должны учитывать интересы развития и организации территорий не только текущего ограниченного периода, но и перспективный потенциал будущего развития.

Сложности в создании единого подхода к разработке оптимальных градостроительных решений предопределяются широким спектром преобразований градостроительной деятельности. Принципы пространственного развития территорий и застройки должны быть основаны на научном анализе сложившейся пространственной ситуации.

Существенная роль в комплексном развитии территории отводится градостроительной документации. Однако практика показывает, что правила и ограничения, регламентированные градостроительной документацией, не всегда отражают потребности в развитии, трансформации территорий и застройки.

Модели развития, разработанные на основе функционального подхода, включают нормативные требования (показатели нормативов градостроительного проектирования), утвержденные на уровне муниципальных образований, которые учитывают специфику территорий и застройки и служат социальным стандартом (градостроительным инструментом) обеспечения качества городской среды.

В альтернативных подходах оценки необходимости принятия решений по градостроительным преобразованиям территорий и застройки авторами [25] предлагается использовать критерий в виде коэффициента активности и формирование карты зонирования территорий, позволяющей судить об уровне развития конкретной территории и принятии обоснованных решений.

Определение степени градостроительных преобразований в районах города дает возможность судить о рентабельности инвестирования, необходимости принятия мер по развитию территорий районов, гармонизации системы градостроительных преобразований, темпах роста привлекательности районов. Кроме того, оценку и зонирование урбанизированных территорий по степени градостроительных преобразований можно отнести к одному из эффективных методов управления развитием территорий муниципальных образований.

Вариант совершенствования и освоения исторических городских внутриквартальных территорий возможен на основе потребительского подхода, выраженного в создании пешеходных путей и объектов социальной инфраструктуры попутного обслуживания вдоль них, а также видовых площадок [26].

Приоритетным фактором концепции трансформации городских территорий авторы [27, 28] считают визуальное загрязнение городской среды, влияющее на жизнедеятельность человека.

Организационно-экономическая модель развития предполагает формализацию состава затрат и возможность управления доходами от развития городских территорий в связи с повышением уровня комфортности [29, 30].

Инструментом оценки эффективности градостроительных преобразований территорий и застройки являются внедрение цифровых платформ и цифровизация градостроительной деятельности застроенных и застраиваемых городских территорий [31].

Сравнительная оценка вариантов (альтернативных) градостроительных решений развития территорий и застройки выражается в оценке затрат бюджетной системы на создание социальных объектов, инженерной и транспортной инфраструктуры с учетом эксплуатационных расходов.

Разработка, реализация и эксплуатация градостроительных решений, осуществляемая на основе выделения и сравнения некоторых сценариев, так называемого вариантного проектирования, имеет существенный недостаток, выражающийся в том, что сравнивают ограниченное количество субъективно сформированных вариантов, из которых выбирается наилучший, при этом изначально в указанных вариантах могут не учитываться важные факторы или взаимосвязи между ними, их динамизм, а также глубинные (фундаментальные) явления, но имеющие незначительное поверхностное проявление.

Другой подход — установление оптимального решения, которое должно быть комплексным, учитывающим многообразие и динамичность связей между явлениями, комплементарными элементами и характеристиками. Указанные комплексность и комплементарность могут привести к единству даже противоречивых компонентов в составе разрабатываемого градостроительного решения.

В этой связи принято выделять две стороны в составе градостроительного решения:

- 1) объемно-пространственная структура, которая является выражением материально-вещественной формы;
- 2) функциональное содержание, отражающее назначение и ориентацию на запросы потребителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На этой основе можно констатировать, что организация разработки, реализации и оптимизации градостроительных решений будет носить характер разрешения противоречий при обеспечении минимальных расхождений с требованиями концептуальной и нормативной моделей застройки территории.

Подобные модели должны содержать составляющие:

- 1) объект управления;
- 2) субъект управления;
- 3) параметры регулирующих воздействий;
- 4) информационно-техническое обеспечение.

В соответствии с предметной областью исследования в качестве объекта управления следует рассматривать застройку и территорию с протекающими в их границах природно-климатическими, производственными, хозяйственными, социально-экономическими процессами и характеризующими ее параметрами, которые описывают структуру, состав и назначение.

Субъект управления — это орган воздействия на управляемый объект, который свою деятельность реализует на основе стратегического планирования, оперативного контроля и корректирующих воздействий.

Параметры регулирующих воздействий — показатели функционирования объекта управления и внешней среды. Регулирующие воздействия можно классифицировать следующим образом:

- задающие воздействия определяются стратегией и генеральными директивами развития территории и застройки;
- возмущающие воздействия — это случайные, незапланированные воздействия, а также рассогласования в системе управления градостроительной деятельностью;
- управляющие воздействия осуществляются на основе параметров оперативного контроля и в рамках принятого варианта развития территории и застройки;
- корректирующие воздействия вызваны изменениями и уточнениями проектных показателей принятого варианта развития территории и застройки при его реализации.

Информационно-техническое обеспечение формирует средства сбора, обработки информации, телекоммуникации, программные комплексы и базы данных. Оно также характеризуется наличием каналов прямой и обратной связи, массивов информации и блока ее обработки.

Взаимодействие субъекта и объекта управления происходит в форме регулирующих воздействий при помощи информационно-технического обеспечения градостроительной деятельности. В этой связи основная задача управления будет состоять в выборе из всего множества вариантов той возможности оптимальной организации потоков регулирующих воздействий, которая обеспечивает требуемый характер эксплуатации территории и застройки.

Указанная задача предлагает наличие оптимальной стратегии управления градостроительной деятельностью как некоторой взаимосвязанной совокупностью градостроительных решений, а также этапов ее решения:

- 1) постановка задачи (формулирование проблемы) и ее соответствие основным направлениям и технико-экономическим показателям (ТЭП) развития территории, поселения;
- 2) определение цели;

3) идентификация критериев оптимальности (эффективности) градостроительных решений в контексте решаемой задачи;

4) установление направлений решения задачи;

5) формулирование гипотезы согласно поставленным целям и принятым критериям эффективности;

6) анализ существующих или запроектированных градостроительных решений, исследование внешних воздействий, установление параметров регулирующих воздействий и их классификация;

7) разработка структурной и функциональной декомпозиции, а затем одноименных схем как отдельного градостроительного решения, так и их взаимосвязанной совокупности;

8) создание информационной модели (цифрового двойника) застройки и территории, при ее наличии адаптация к решаемой задаче;

9) проведение необходимых имитаций (сценариев) предлагаемых градостроительных решений в тех или иных условиях;

10) принятие решения о характере и параметрах регулирующих воздействий в рамках градостроительной деятельности.

Подобная последовательность справедлива как для разработки и реализации нового градостроительного решения, так и качественного преобразования уже существующего, имеющего материально-вещественную форму. Также необходимо отметить, что сложение градостроительных решений и формирование между ними взаимосвязей обуславливают достаточно четкое иерархическое построение, которое предполагает наличие горизонтальных и вертикальных связей.

Вертикальные связи определяют выделение некоторого количества уровней, имеющих подчиненность структурно-планировочных единиц и характеризующих структуру расселения. Укрупненно можно выделить три уровня.

1. Национальный.
2. Региональный.
3. Городской (поселения).

На первом уровне рассматриваются вопросы расселения и соответствия размещению производственных сил в составе национальной экономики, на втором — те же вопросы применительно к тому или иному региону, на третьем — конкретные населенные агломерации.

Горизонтальные или функциональные связи определяются деятельностью населения (производство, обслуживание и т.д.) в рамках выделенных структурных слоев расселения.

Таким образом, можно утверждать, что каждому элементу обозначенной системы соответствует определенная функция, что позволяет сформировать наиболее эффективное градостроительное решение путем выполнения нескольких итераций на основе предварительно выделенного системообразующего признака.

В зависимости от постановки задачи и условий ее решения разрабатываемую проблему можно отнести к той или иной группе.

1. Детерминированные задачи, предполагающие наличие одного результата.

2. Вероятностные задачи, результаты решения которых предполагают некоторую вариативность, в том числе и при их оценке.

Также необходимо учитывать, что при наличии формальных методов решения градостроительных задач, особенно в условиях информатизации данного вида деятельности, эвристические методы, базирующиеся на опыте, интуиции и квалификации специалистов, принимающих подобные решения, и дальше будут сохранять свое особое значение.

Как отмечалось выше, при наличии возможности выбора подхода к формированию и реализации градостроительного решения в настоящее время по объективным причинам превалирует вариантный принцип. Такими объективными причинами, влияющими на градостроительные решения, являются невозможность их типизации, классификации из-за индивидуальности каждого населенного пункта.

Однако в силу указанных выше комплексности и комплементарности градостроительного решения можно выделить несколько отдельных его предметных областей:

- 1) территория;
- 2) инженерная защита;
- 3) инженерные сети и инженерные системы;
- 4) благоустройство;
- 5) промышленная застройка;
- 6) городской транспорт;
- 7) жилая застройка;
- 8) инфраструктура культурно-бытового обслуживания;
- 9) зоны отдыха (рекреации).

В этой связи имеет место и определенная специализация при организации формирования градостроительных решений, что влияет на стадийность их разработки:

- 1) технико-экономические основы развития поселения;
- 2) генеральный план населенного пункта.

Если на первой стадии устанавливаются перспективы развития населенного пункта и эффективность принятого направления, то на второй — определяются конкретные комплексные решения как структурных элементов, так и функциональных зон.

Вторая стадия предполагает проведение в свою очередь трех этапов:

- проект размещения первой очереди строительства при застройке территории рассчитанной продолжительности 5–10 лет;
- проекты детальной планировки отдельных селитебных территорий;

- проект застройки, разрабатываемый для отдельных кварталов, групп жилых домов и общественных зданий.

Как видно, из-за сложности объекта управления, его многоцелевого назначения, а также стадийности, градостроительное решение требует многократного уточнения и корректировки, даже воплощенного в материально-вещественной форме, посредством реинжиниринга. Однако для эффективной реализации подобных преобразований необходима информационная модель застройки территории, которая перманентно актуализируется.

Информационная модель застройки должна способствовать решению определенного спектра задач в каждой из указанных выше предметных областей.

1. Территория. Так как объекты распределены на некоторой площади, то и задачи в данной предметной области связаны с территориальным зонированием в различных его проявлениях (например, планировочном районировании селитебной территории и т.д.).

2. Инженерная защита. Градостроительные решения в данной предметной области связаны с комплексом мероприятий инженерной защиты, обеспечивающих реализацию инфраструктурного строительства, органичное размещение строительных объектов в экосистеме с сохранением ее природных взаимосвязей, защиту построенных или строящихся объектов от опасных природных воздействий, а также защиту населения от риска возникновения возможных последствий внедрения в экосистему в результате нарушения природных процессов в ходе строительства.

3. Инженерные сети и инженерные системы. Градостроительные решения в этой предметной области связаны с установлением основных характеристик (потребности, мощности, сечения, напора и т.д.), построением принципиальных схем жизнеобеспечения, размещения объектов инженерной инфраструктуры с идентификацией необходимого оборудования.

4. Благоустройство. Градостроительные решения сводятся к мероприятиям по благоустройству городских территорий, направленным на обеспечение и повышение комфортности условий проживания и жизнедеятельности граждан.

5. Промышленная застройка. Градостроительные решения в данной предметной области предполагают расчет ключевых характеристик, например, таких как производственная мощность, формирование производственно-технологических цепочек предприятий, взаимодействие производственных зон и их размещение относительно друг друга и селитебной территории, инженерная инфраструктура производственной застройки.

6. Городской транспорт. В данном сегменте градостроительные решения формируются относительно технико-экономического обоснования

конфигурации и параметров транспортных потоков поселения.

7. Жилая застройка. Ее градостроительные решения предполагают установление основных ТЭП, зонирование и агрегирование на структурные элементы, определение для них соответствующих характеристик и показателей.

8. Инфраструктура культурно-бытового обслуживания. Здесь требуется решение задач, связанных с определением потребности в обслуживании территории, затрат на ее реализацию, установлением местоположения центров обслуживания, их характеристик.

9. Зоны отдыха (рекреации). Решаются задачи, схожие с предыдущей функциональной группой, но при этом в большем акценте на обеспечении соблюдения требований экологии, а также санитарно-эпидемиологических стандартов.

Приведенное описание предметных областей в рамках градостроительного проектирования показывает сходимость по содержательному признаку задач, выделенных авторами сегментов. Возможная на данной основе группировка градостроительных решений позволяет не только оптимизировать организацию их разработки и реализации, но и сформировать эффективную информационно-аналитическую систему застройки территории. Подобная система обеспечения принятия решений относительно развития территорий и застройки должна учитывать помимо прочего и временной фактор, который отражает содержание концепции жизненного цикла. В этой связи существует два варианта использования градостроительного решения, которое по каким-либо причинам перестало соответствовать принятой стратегии развития территории и застройки:

- 1) заменить его новым;
- 2) качественно его трансформировать.

Следует учитывать, что в рамках второго варианта будут иметь место как новое строительство — замещение исчерпавших свой ресурс зданий и сооружений, так и восстановление и модернизация объектов, по каким-либо причинам не подлежащим сносу.

Выбор наиболее приемлемого варианта развития событий осуществляется на основе установления экономической целесообразности, которую обеспечивают минимальные затраты.

Для этого всю территорию необходимо рассматривать как совокупность участков $i(1, 2, \dots, n)$, в отношении которых в определенные промежутки времени $t(1, 2, \dots, \tau)$ проводятся заданные мероприятия реинжиниринга $j(1, 2, \dots, m)$. Стратегией развития территории устанавливается к моменту τ достижение некоторого показателя застройки Q_τ (как правило, это площадь жилых или производственных зданий в зависимости от характера застройки). Таким образом, для достижения поставленной цели на части участков предполагается снос

объектов, составляющих их застройку, и дальнейшее новое строительство, а другая часть сохраняет свою застройку, но требует проведения некоторых мероприятий, таких как капитальный ремонт (реконструкция), реконструкция и техническое перевооружение (для промышленных и линейных объектов). Соответственно затраты по указанным вариантам будут отличаться по структуре и составу. В первом случае они будут характеризоваться удельными издержками на новое строительство C , а во втором — удельными издержками по реинжинирингу R . Обозначим через C_{it} удельные затраты на новое строительство на i -м участке в период времени t , а через R_{ijt} — удельные затраты на реинжиниринг по j -му мероприятию на i -м участке в момент времени t . В процессе решения необходимо определить долю застройки, которая предполагает снос и последующее новое строительство x_{it} , при этом $0 \leq x \leq 1$.

На основании этого можно установить параметры нового строительства Q^N :

$$Q^N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ijt} x_{it}, \quad (1)$$

$$Q^N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ijt} x_{it},$$

где Q_{it} — площадь зданий застройки при новом строительстве на месте снесенных объектов на i -м участке в период времени t .

Аналогично идентифицируется показатель застройки, предназначенной под инжиниринг, Q^R :

$$Q^R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}), \quad (2)$$

где q_{ijt} — доля площади зданий застройки, предназначенной под j мероприятие реинжиниринга на i -м участке в период времени t .

Исходя из постановки задачи должно выполняться неравенство:

$$Q^N + Q^R = \sum_{t=1}^{\tau} \sum_{i=1}^n (Q_{it} \cdot x_{it}) + \sum_{j=1}^m q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}) \geq Q_{\tau}. \quad (3)$$

Таким образом, целевая функция должна обеспечивать минимизацию затрат на достижение установленного показателя:

$$F = \sum_{t=1}^{\tau} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{it} \cdot x_{it} \cdot C_{it}}{(1+E)^t} \right) + \sum_{j=1}^m \frac{q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}) \cdot R_{ijt}}{(1+E)^t} \rightarrow \min \quad (4)$$

где E — ставка дисконтирования.

Рассмотрение развития градостроительных решений с учетом их жизненного цикла требует учета фактора времени не только при описании их реализации, но и для приведения разновременных затрат к одному периоду, для чего можно использовать метод дисконтирования. Указанный метод позволяет приводить стоимостные показатели будущих периодов к текущему моменту.

Важно адекватно определить не только ставку дисконтирования, но и удельные затраты. В качестве последних, а именно C_{it} , можно использовать нормативы цены строительства (НЦС), а R_{ijt} возможно применение объектов-аналогов или предусмотреть разработку укрупненных нормативов реинжиниринга.

Предложенный метод позволяет описывать также застройку новых участков, присоединяемых к рассматриваемой территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор наиболее приемлемого варианта при разработке и реализации новых градостроительных решений (с учетом комплексной оценки) предлага-

ется осуществлять на основе обоснования экономической целесообразности, с применением критерия обеспечения минимальных затрат.

Необходимо создание базы данных стоимости градостроительных решений по аналогии с банком данных результатов государственной экспертизы по объектам на стадии архитектурно-строительного проектирования.

Таким образом, можно констатировать, что сформулированные выше предложения дают возможность научного обоснования разработки и реализации инвестиционных программ и проектов реинжиниринга территории и застройки, их состав, структуру, установления эффективного режима и конфигурации потоков регулирующих воздействий в рамках градостроительной деятельности, а также организации разработки и выбора оптимального градостроительного решения, и как следствие, создания комфортной и безопасной среды жизнедеятельности, снижения стоимости ее поддержания на необходимом уровне, повышения скорости и качества отклика на запросы потребителей и возмущения внешней среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Ershova S., Orlovskaya T., Panfilova E.* Study of life quality and urban environment quality in Russian megapolises // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. P. SS042040. DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042040
2. *Егорова М.С., Анорина Е.С.* Проблемы измерения социального и экономического благополучия человека // Молодой ученый. 2015. № 6 (86). С. 394–396.
3. *Соколов А.А., Руднева О.С.* Оценка экономического пространства России на основе выделения зон роста и упадка численности городского населения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2018. Т. 26. № 3. С. 468–478. DOI: 10.22363/2313-2329-2018-26-3-468-478
4. *Кабанов В.Н.* Принципы размещения объектов социальной и транспортной инфраструктуры в региональных документах стратегического планирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2018. № 3. С. 71–83.
5. *Журавлев П.А., Сборщиков С.Б.* Организационные особенности формирования технических решений инженерной защиты территории на этапах жизненного цикла и их реинжиниринг (часть 1) // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2020. № 4. С. 63–72. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-32-4-63-72
6. *Ковалева Е.Л.* Изменения в законодательстве о градостроительной деятельности в части регулирования вопросов планировки территории // Имущественные отношения в РФ. 2017. № 1 (184). С. 26–43.
7. *Журавлев П.А., Марукян А.М.* Инженерная защита зданий, сооружений и территорий как фактор инновационного развития территориального планирования // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 10. С. 1440–1449. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.10.1440-1449
8. *Опекунов В.А., Щербинин И.В.* Исследование существующей системы разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник ГУУ. 2018. № 9. С. 122–126.
9. *Романова О.А.* Правовые проблемы регулирования застройки территорий курортов и лечебно-оздоровительных местностей // Актуальные проблемы российского права. 2019. № 3 (100). С. 200–208.
10. *Макаров В.З., Молочко А.В., Гусев В.А.* К вопросу о проблемных аспектах разработки и внедрения Правил землепользования и застройки территорий населенных пунктов Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2016. № 2. С. 67–72.
11. *Shibeika A., Harty C.* Diffusion of digital innovation in construction: a case study of a UK engineering firm // Construction Management and Economics. 2015. Vol. 33. Issue 5–6. Pp. 453–466. DOI: 10.1080/01446193.2015.1077982
12. *Lu M., Cheung C.M., Li H., Hsu S.* Understanding the relationship between safety investment and safety performance of construction projects through agent-based

modeling // Accident Analysis & Prevention. 2016. Vol. 94. Pp. 8–17. DOI: 10.1016/j.aap.2016.05.014

13. Журавлев П.А., Сборщиков С.Б., Марукян А.М., Абдрахманов С.С. Региональное и федеральное регулирование деятельности по благоустройству территории (часть 1) // Транспортное строительство. 2021. № 3. С. 30–32.

14. Рыженков А.Я. О принципе осуществления градостроительной деятельности с соблюдением требований технических регламентов: теория и практика // Legal Concept. 2018. № 3. С. 54–62.

15. Клочков В.В. Взаимосвязь стратегий научно-технического и пространственного развития России // Россия: тенденции и перспективы развития. 2019. № 14–1. С. 101–106.

16. Колмакова Е.М., Колмакова И.Д., Дегтярева Н.А. Пространственное развитие региона в контексте стратегии социально-экономического роста // Вестник Челябинского государственного университета. 2018. Вып. 60. № 3 (413). С. 30–37.

17. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Организационные аспекты развития территорий и застройки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 3. С. 58–70. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-3-58-70

18. Журавлев П.А., Марукян А.М., Сборщиков С.Б. Регулирование градостроительного зонирования, территориального планирования, проектирования городов и объектов // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 7. С. 31–43.

19. Колмакова И.Д., Колмакова Е.М., Силицев В.С., Гарипов Р.И. Территориальное планирование сбалансированного социо-эколого-экономического развития // Управление сбалансированным развитием территориальных систем: вопросы теории и практики. 2016. С. 250–291.

20. Ершова С.А., Шишелова С.А., Орловская Т.Н. Экономические и правовые аспекты оценки эффективности градостроительных преобразований территории // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 9. С. 1308–1320. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.9.1308-1320

21. Яськова Н.Ю. Вызовы нового десятилетия и переосмысление действующих подходов к развитию недвижимости (по материалам Гайдаровского форума — 2020) // Недвижимость: экономика, управление. 2020. № 1. С. 6–9.

22. Юшкова Н.Г., Донцов Д.Г. Концепция системного регулирования и методология реоргани-

зации территориальных систем // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 3. С. 486–503. DOI: 10.21285/2227-2917-2020-3-486-503

23. Кажуро Н.Я. Концепция устойчивого развития как новая парадигма общественного прогресса // Наука и техника. 2016. Т. 15. № 6. С. 511–520. DOI: 10.21122/2227-1031-2016-15-6-511-520

24. Telichenko V.I., Benuzh A.A. Evaluation of Russia's innovation activity levels in construction // Civil Engineering and Urban Planning IV — Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering and Urban Planning (CEUP). 2015. Pp. 677–680.

25. Скачкова М.Е., Дьячкова И.С., Кремнев Э.А. Оценка степени градостроительных преобразований урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологии // Природообустройство. 2018. № 4. С. 59–65.

26. Лавров Л.П. Развитие внутриквартальных территорий исторического центра Санкт-Петербурга с учетом потребительской деятельности населения // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 1. С. 28–35.

27. Самойлова Н.А., Грибков А.А. Градостроительная трансформация территории с учетом видеоэкологических факторов // Градостроительство и планирование сельских населенных пунктов. 2020. № 1. С. 83–92.

28. Байкова Е.В. Проблемы видеоэкологии городской среды Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. № 5 (2). Т. 16. С. 821–823.

29. Сарченко В.И. Методология и методика формирования эффективных инвестиционных программ развития городских территорий с учетом скрытого потенциала. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. 384 с.

30. Ершова С.А., Шишелова С.А., Орловская Т.Н. Экономические и правовые аспекты оценки эффективности градостроительных преобразований территории // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 9. С. 1308–1320. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.9.1308-1320

31. Семенов С.А., Филатова О.В. О направлениях совершенствования механизмов стратегического планирования и мониторинга развития территорий // Управленческое консультирование. 2017. № 5. С. 96–102.

Поступила в редакцию 17 февраля 2022 г.

Принята в доработанном виде 24 мая 2022 г.

Одобрена для публикации 24 мая 2022 г.

ОБ АВТОРАХ: Сергей Борисович Сборщиков — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии, организации и управления в строительстве; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 431022, ResearcherID: Q-6433-2017; sbs@mgsu.ru;

Павел Анатольевич Журавлев — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и управления в строительстве; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 756279; tous2004@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

According to statistics, the share of Russia's urban population exceeds 70 % of the country's population. Over half of the Russian population (64 %) face a shortage of public and business infrastructure within walking distance of their homes. About 20 % of the Russian population live in cramped conditions and need to increase their living space. The lack of parks, squares, low quality landscaping near a place of residence, poor environmental conditions, noise and atmospheric pollution are emphasized [1]. As a consequence, the well-being of the majority of the population of Russia depends on a comfortable high-quality urban environment.

The formation of a modern comfortable urban environment is conditioned by the development of a comprehensive (spatial) plan of a territory. Its success is related to the safety and efficiency of areas and their development, high-quality environments in cities and rural areas [2, 3].

The difficulties, accompanying the development of a comfortable, safe, high-quality urban environment, as well as harmonious surroundings, are typical for all regions of Russia; they deal with the problems of area planning and zoning, the engineering protection of areas, development of urban centres, functional centres of attraction for the population, their appearance, transport networks and utilities, as well as the modernization and transformation of built-up residential areas, cultural, social facilities, landscaping, industrial facilities and their reengineering [4–17].

Urban planning activities, implemented within the framework of the Urban planning code of the Russian Federation and based on the principle of efficient use of areas, are conducted in the form of area planning, urban area zoning, land use planning, architectural and structural design, construction, overhaul, and reconstruction of capital construction facilities [18].

Any new urban planning solutions should take into account the features of urban spatial subsystems and infrastructures and be aimed at consolidating various technical, technological, social, environmental, economic and other aspects of the formation and improvement of urban areas.

It is noteworthy that the problem of developing a quality living environment is determined not only by its physical, functional and aesthetic characteristics. This problem cannot be solved without taking into account the relationship with the spatial environment, the dynamics of interaction with the natural environment [19–21].

Hence, the relevant task for today is to develop an integrated approach to urban planning solutions in terms of territories and built-up areas as a system subject to effective and sound management; in turn, participants of urban planning need to devise new scientific concepts aimed at the modernization and development of urban spaces [22–24].

The aim of the study is to develop an approach to organizing the development and selection of optimal urban solutions towards the development and transformation of territories and built-up areas.

MATERIALS AND METHODS

Due to its complexity, the functional urban planning activity goes beyond the traditional framework of design and construction; it encompasses the issues related to the organization and management of this type of activity. In this case, the subject of regulatory impacts includes urban planning solutions.

Models of urban planning solutions must take into account the interests of development and organization of territories not only for the current limited period, but also for the prospective potential of the future development.

The difficulties in developing a unified approach to the development of optimal urban planning solutions are predetermined by a wide range of transformations in urban planning activities. Principles of the spatial development of territories and built-up areas should be based on the scientific analysis of the current spatial situation.

An essential role in the integrated development of an area is assigned to urban planning documentation. However, practice shows that the rules and restrictions, regulated by urban planning documentation, do not always convey the needs for development, transformation of territories and built-up areas.

Development models, designed on the basis of a functional approach, include regulatory requirements (indicators of urban planning standards) approved at the level of municipalities, which take into account the specific features of territories and built-up areas and serve as a social standard (urban planning tool) to ensure the quality of the urban environment.

As for the alternative approaches, used to assess the need to make decisions on urban planning transformations of territories and built-up areas, some authors [25] proposed to use a criterion in the form of an activity coefficient and a map of urban zones, allowing

to evaluate the development of a particular territory and the adoption of sound decisions.

Identification of the extent of urban planning transformations in urban districts makes it possible to find the return on investments, the need to take measures to develop the areas of districts, the harmonization of the system of urban planning transformations, the growth rate of district attractiveness. In addition, the evaluation and zoning of urban areas by the extent of urban planning transformations can be considered as one of effective methods of managing the development of territories of municipalities.

Historical urban intra-block areas can be improved and developed on the basis of the consumer approach, that entails the creation of pedestrian paths and social infrastructure facilities, as well as observation platforms [26].

The authors [27, 28] consider visual pollution of the urban environment, which affects human livelihoods, to be a priority factor in the concept of transformation of urban areas.

An organizational and economic model of development involves formalization of the composition of costs and the ability to manage the revenues from the development of urban areas due to an increase in the level of comfort [29, 30].

The tool for assessing the effectiveness of urban transformation of territories and built-up areas is the introduction of digital platforms and digitalization of urban planning of built-up urban areas and territories to be built up [31].

The comparative evaluation of alternative urban planning solutions for the development of territories and built-up areas is expressed in the assessment of the costs of the budgetary system for the creation of social facilities, engineering and transport infrastructure, taking into account operating costs.

The development, implementation and operation of urban planning solutions based on the identification and comparison of some scenarios, the so-called option-based design, has a significant drawback, expressed in the fact that a limited number of subjective options are compared and the best one is chosen, while initially these options may not take into account important factors or relationships between them, their dynamism and in-depth (fundamental) phenomena that are hardly manifested.

Another approach is the identification of the optimal solution, which should be comprehensive, taking into account the diversity and dynamism of relationships between the phenomena, complementary elements and characteristics. The complexity and complementarity can lead to the unity of even contradictory components of the developed urban solutions.

In this regard, two constituents of an urban planning solution are to be identified:

1) the volumetric and spatial structure, which is the embodiment of the material form;

2) the functional content, entailing the purpose and focus on the needs of consumers.

RESEARCH RESULTS

Therefore, it can be said that the organization of the development, implementation and optimization of urban planning solutions will be characterized by the resolution of contradictions while ensuring minimum discrepancies with the requirements of conceptual and normative models of development of territories.

Such models should contain the following components:

- 1) the object of management;
- 2) the subject of management;
- 3) parameters of regulatory influences;
- 4) information and technical support.

In accordance with the subject area of research as an object of management, one should focus on a territory and built-up area, including natural and climatic, industrial, economic, socio-economic processes within their boundaries, characterizing their parameters that describe the structure, composition and purpose.

The subject of management is the body of influence on the managed object, which conducts its activities on the basis of strategic planning, operational control and corrective actions.

Parameters of regulatory impacts are the indicators of operation of the object of management and the external environment. Regulatory impacts can be classified as follows:

- setting actions are determined by the strategy and general guidelines for the development of a territory and a built-up area;
- perturbing impacts are random, unplanned impacts, as well as the discrepancies in the management system of urban development activities;
- management impacts are based on the parameters of operational control and made within the agreed-upon development option chosen for a territory and a built-up area;
- corrective impacts are triggered by changes and refinements in design indicators of the adopted option for the development of a territory and a built-up area during its implementation.

Information and technical support is the means for collecting, processing information, telecommunications, software packages and databases. It is also characterized by the presence of two-way communication channels, information arrays and their processing units.

Interaction between the subject and object of management takes place in the form of regulatory influences made by means of information and technical support of urban planning activities. In this connection, the main task of management will be to choose the optimal method of organizing the flows of regulatory influences from the whole variety of options so that it ensures the required use and development of a territory and a built-up area.

This task means the availability of the optimal strategy of urban planning management as a certain inter-related set of urban planning solutions and their stages:

1) statement of the problem (formulation of the problem) and its compliance with the main directions, technical and economic indicators (TEI) of development of a territory, a settlement;

2) definition of the goal;

3) identification of the optimality (effectiveness) criteria for urban planning solutions in the context of the problem to be solved;

4) identification of solutions to the problem;

5) formulation of a hypothesis according to the pre-set goals and adopted efficiency criteria;

6) analysis of existing or projected urban solutions, study of external influences, establishment of parameters of regulatory influences and their classification;

7) development of structural and functional decomposition, and the same-name diagrams of individual urban solutions and their interrelated totality;

8) development of an information model (digital twin) of a built-up area, and, when available, its adaptation to the problem to be solved;

9) implementation of the necessary simulations (scenarios) of the proposed urban solutions under different conditions;

10) making a decision on the nature and parameters of regulatory impacts within the framework of urban planning activities.

Such a sequence fits both the development and implementation of a new urban planning solution and the qualitative transformation of the existing one having a material form. It should also be noted that the addition of urban planning solutions and the formation of inter-relationships between them cause a fairly clear hierarchical structure, which implies the presence of horizontal and vertical links.

Vertical links determine the allocation of a number of levels and subordination of structural-planning units and characterize the settlement structure. Three levels can be identified in less detail.

1. National.
2. Regional.
3. Urban (settlements).

The first level deals with the issues of settlement and compliance with the placement of productive forces within the national economy; the second one deals with the same issues in relation to a particular region, the third one addresses specific populated agglomerations.

Horizontal or functional links are determined by the activities of the population (production, services, etc.) within the framework of the structural settlement layers.

Hence, it can be argued that each element of this system corresponds to a certain function, which allows developing the most effective urban planning solution by performing several iterations on the basis of a previously identified system-forming feature.

Depending on the problem statement and conditions of its solution, a task can be assigned to this or that group.

1. Deterministic tasks which imply a single result.

2. Probabilistic tasks. Their solutions imply some variability, including their evaluation.

One must recognize that while there are formal methods of solving urban planning problems, especially in the conditions of informatization of this type of activity, heuristic methods based on experience, intuition and qualification of specialists, who make such decisions, will continue to be of special importance.

As noted above, if one can choose the approach to the formation and implementation of urban solutions, the option-based principle prevails at the present time for objective reasons. Such objective reasons affecting urban planning solutions, are the impossibility of their typification, classification because of the unique character of each settlement.

However, several separate subject areas of urban planning solutions can be identified due to their diversity and complementarity that were mentioned above:

- 1) territory;
- 2) engineering protection;
- 3) engineering networks and engineering systems;
- 4) landscaping;
- 5) industrial development;
- 6) urban transport;
- 7) residential development;
- 8) infrastructure of cultural and social services;
- 9) leisure areas (recreation).

In this regard, there is also a certain specialization in the organization of the formation of urban solutions, which affects the stages of their development:

1) technical and economic fundamentals of the development of a settlement;

2) the general plan of the settlement.

If the first stage sets the prospects for the settlement development and effectiveness of this plan, the second stage determines specific integrated solutions for structural elements and functional zones.

In turn, the second stage implies three stages:

- the projected location of the first stage of construction work to be implemented within the framework of the area development in the coming 5–10 years;

- detailed zoning of individual residential areas;

- a development project drafted for individual neighborhoods, groups of residential and public buildings.

Hence, due to the complexity of the object of management, its multi-purpose nature, as well as the availability of several stages, the urban planning solution requires repeated clarification and adjustment, embodied in the material form, by means of re-engineering. However, the effective implementation of such transformations requires an information model of a built-up area, which is continuously updated.

The information model of built-up area should help to solve a certain range of problems in each of the above subject areas.

1. Territory. Since the objects are distributed over an area, the objectives are associated with territorial zoning in its various manifestations (for instance, zoning of a residential area, etc.).

2. Engineering protection. Urban planning solutions in this subject area are associated with a set of engineering protection measures that ensure the construction of infrastructure facilities, the organic placement of building facilities in the ecosystem to ensure the preservation of its natural relationships, protection of constructed facilities or those under construction from hazardous natural influences, as well as protection of the population from the risk of consequences of the penetration into the ecosystem as a result of violations of natural processes during construction.

3. Engineering networks and engineering systems. Urban solutions in this subject area are associated with the identification of basic characteristics (needs, capacity, cross-section, head, etc.), the construction of basic patterns of life support, placement of engineering infrastructure and identification of necessary equipment.

4. Landscaping. Urban planning solutions are reduced to the landscaping of urban areas aimed at improving the living environment and life of citizens.

5. Industrial development. Urban solutions in this area imply the calculation of key characteristics, such as production capacity, formation of industrial and process chains of enterprises, interaction between industrial zones and their location relative to each other and the residential area, the engineering infrastructure of industrial development.

6. Urban transport. In this segment urban planning solutions are developed in relation to the feasibility study of configuration and parameters of traffic flows in a settlement.

7. Residential buildings. These urban planning solutions imply the establishment of basic TEI, zoning and aggregation into structural elements, identification of their characteristics and indicators.

8. Infrastructure of cultural and consumer services. Here it is required to solve the problems associated with the identification of the need for the servicing of a territory, its cost, the establishment of the location of service centres, their characteristics.

9. Leisure areas (recreation). Tasks similar to the previous functional group are solved, but with a greater emphasis on ensuring compliance with environmental requirements, as well as sanitary and epidemiological standards.

The above description of the subject areas within the framework of urban planning solutions shows convergence in terms of the content of tasks highlighted by the authors. Towards this end, the grouping of urban planning solutions makes it possible not only to optimize the organization of their development and implementa-

tion, but also to form an effective information-analytical system of area development. Such a decision-making system towards the development of territories and built-up areas must take into account, among other things, the time factor, which is in line with the concept of the life cycle. In this regard, there are two options for an urban planning solution, which for some reason no longer corresponds to the adopted strategy for the development of a territory and a built-up area:

- 1) replace it with a new one;
- 2) qualitatively transform it.

It should be taken into account that the second option entails both new construction, or replacement of buildings and structures that have exhausted their resource, and restoration and modernization of facilities that are not subject to demolition for some reason.

The choice of the best development option is made on the basis of its economic feasibility, which means the minimum cost.

For this purpose, the whole territory should be considered as a set of sites $i(1, 2, \dots, n)$, in relation to which reengineering measures $j(1, 2, \dots, m)$ are taken at certain time intervals $t(1, 2, \dots, \tau)$. The development strategy of a territory sets a certain development index Q_i to be achieved (as a rule, it is the area of residential or industrial buildings, depending on the nature of the built-up area). Thus, to achieve the goal, some objects must be demolished to provide some space for the new construction, and other parts of the area retain its buildings, that may require some improvements, such as major repairs (renovation), reconstruction and technical re-fitting (for industrial and linear objects). Accordingly, the costs of the above options will differ in structure and composition. In the first case, they will be characterized by the unit cost of new construction C , and in the second – by the unit cost of reengineering R . Let us denote the unit cost of new construction on the i -th site at time t by C_{it} , and the unit cost of reengineering on the j -th measure on the i -th site at time t by R_{ijt} . In the course of developing a solution, it is necessary to identify the share of the future built-up area that accommodates the demolition and subsequent new construction x_{it} , with $0 \leq x \leq 1$.

Hence, it is possible to set the parameters of new construction Q^N :

$$\begin{aligned} Q^N &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{\tau} Q_{ij} x_{it}, \\ Q^N &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{\tau} Q_{it} x_{it}, \end{aligned} \quad (1)$$

where Q_{it} is the area of buildings to be constructed in the place of demolished facilities on the i -th site during the time period t .

The development indicator, intended for Q^R engineering, is identified in the same way:

$$Q^R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^{\tau} q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}), \quad (2)$$

where q_{ijt} is the proportion of the built-up area designated for the j reengineering event on the i -th site at time t .

Based on the formulation of the problem, the inequality must be fulfilled:

$$\begin{aligned} Q^N + Q^R &= \sum_{t=1}^{\tau} \sum_{i=1}^n (Q_{it} \cdot x_{it}) + \\ &+ \sum_{j=1}^m q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}) \geq Q_{\tau}. \end{aligned} \quad (3)$$

Thus, the target function should minimize the cost of achieving the set indicator:

$$\begin{aligned} F &= \sum_{t=1}^{\tau} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{it} \cdot x_{it} \cdot C_{it}}{(1+E)^t} \right) + \\ &+ \sum_{j=1}^m \frac{q_{ijt} \cdot (1 - x_{it}) \cdot R_{ijt}}{(1+E)^t} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (4)$$

where E is the discount rate.

Consideration of the development of urban planning solutions, taking into account their life cycle, requires taking into account the time factor not only when describing their implementation, but also when bringing various costs to the same period, for which we can use the method of discounting. This method allows concentrating the value indicators of future periods at the current moment.

It is important to adequately set not only the discount rate, but also the unit costs, as one can use construction price standards (CPS), titled C_{it} , in the ca-

capacity of unit costs, and R_{ijt} can use similar facilities or provide for the development of enlarged standards of reengineering.

The proposed method also allows describing the development of new sites added to the area in question.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The choice of the best option in the course of the development and implementation of new urban planning solutions (taking into account their integrated evaluation) is to be made on the basis of their economic feasibility, using the minimum cost criterion.

It is necessary to build a database of the costs of urban planning solutions similar to the data bank of the results of the state expertise at the stage of architectural and structural design.

Thus, we can state that the above formulated proposals provide an opportunity for the scientific justification of the development and implementation of investment programmes and reengineering projects for territories and built-up areas, their composition, structure, establishment of an effective regime and configuration of the flows of regulatory impacts within the framework of urban development, as well as the organization of development and selection of optimal urban planning solutions and as a consequence, the creation of a comfortable and safe living environment, reducing the cost of its maintenance to ensure a faster and higher quality response to consumer demands and disturbances of the external environment.

REFERENCES

1. Ershova S., Orlovskaya T., Panfilova E. Study of life quality and urban environment quality in Russian megapolises. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018; 463:042040. DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042040
2. Egorova M.S., Anorina E.S. Problems of measuring human social and economic well-being. *Young Scientist*. 2015; 6(86):394-396. (rus.).
3. Sokolov A.A., Rudneva O.S. Assessment of the economic space of Russia on the basis of the high-light areas of growth and decline in urban population. *RUDN Journal of Economics*. 2018; 26(3):468-478. DOI: 10.22363/2313-2329-2018-26-3-468-478 (rus.).
4. Kabanov V.N. Principles of placement of social and transport infrastructure objects in regional strategic planning documents. *Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2018; 3:71-83. (rus.).
5. Zhuravlev P.A., Sborshchikov S.B. Organizational features of the formation of technical solutions for engineering protection of the territory at the stages of the life cycle and their reengineering (Part 1). *Biosphere compatibility: human, region, technologies*. 2020; 4:63-72. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-32-4-63-72 (rus.).
6. Kovaleva E.L. Changes in the legislation on urban planning activities in terms of regulating issues of territory planning. *Property relations in the Russian Federation*. 2017; 1(184):26-43. (rus.).
7. Zhuravlev P.A., Marukyan A.M. Engineering protection of buildings, structures and territories as a factor of innovative development of spatial planning. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020; 15(10):1440-1449. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.10.1440-1449 (rus.).
8. Opekunov V.A., Shcherbinin I.V. Research of the existing system of development and implementation of investment and construction projects. *Vestnik GUU*. 2018; 9:122-126. (rus.).
9. Romanova O.A. Legal problems of regulation of development of territories of resorts and therapeutic areas. *Actual problems of Russian law*. 2019; 100:200-208. (rus.).
10. Makarov V.Z., Molochko A.V., Gusev V.A. On the issue of problematic aspects of the development

and implementation of Rules for land use and development of territories of settlements of the Saratov region. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. New series. A series of Earth Science*. 2016; 67-72. (rus.).

11. Shibeika A., Harty C. Diffusion of digital innovation in construction: a case study of a UK engineering firm. *Construction Management and Economics*. 2015; 33(5-6):453-466. DOI: 10.1080/01446193.2015.1077982

12. Lu M., Cheung C.M., Li H., Hsu S.C. Understanding the relationship between safety investment and safety performance of construction projects through agent-based modeling. *Accident Analysis & Prevention*. 2016; 94(8-17). DOI: 10.1016/j.aap.2016.05.014

13. Zhuravlev P.A., Sborshchikov S.B., Marukyan A.M., Abdrahmanov S.S. Regional and federal regulation of territory improvement activities (Part 1). *Transport Construction*. 2021; 3:30-32. (rus.).

14. Ryzhenkov A.Ya. On the principle of implementing urban development activities in compliance with the requirements of technical regulations: theory and practice. *The Legal Concept*. 2018; 54-62. (rus.).

15. Klochkov V.V. Interrelation of strategies of scientific and technical and spatial development of Russia. *Russia: trends and prospects for development*. 2019; 14-1:101-106. (rus.).

16. Kolmakova E.M., Kolmakova I.D., Degtyareva N.A. Spatial development of the region in the context of the socio-economic growth strategy. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2018; 60(3):30-37. (rus.).

17. Sborshchikov S.B., Zhuravlev P.A. Organizational aspects of territory development. *Journal of Construction and Architecture*. 2021; 23(3):58-70. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-3-58-70 (rus.).

18. Zhuravlev P.A., Marukyan A.M., Sborshchikov S.B. Regulation of Urban Zoning, Territorial Planning, Design of Cities and Objects. *Industrial and Civil Engineering*. 2021; 7:31-43. (rus.).

19. Kolmakova I.D., Kolmakova E.M., Silincev V.S., Garipov R.I. Territorial planning of balanced socio-ecological and economic development. *Managing the balanced development of territorial systems: issues of theory and practice*. 2016; 250-291. (rus.).

20. Ershova S.A., Shishelova S.A., Orlovskaya T.N. Efficiency assessment of urban planning transformations: economic and legal aspects. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020; 15(9):1308-1320. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.9.1308-1320 (rus.).

21. Yas'kova N.Yu. Challenges of the new decade and reinterpretation of current approaches to real estate

development (based on the materials of the Gaidar Forum — 2020). *Real Estate: Economics, Management*. 2020; 1:6-9. (rus.).

22. Yushkova N.G., Dontsov D.G. A concept of system regulation and a methodology of reorganizing territorial systems. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2020; 10(3):486-503. DOI: 10.21285/2227-2917-2020-3-486-503 (rus.).

23. Kazhuro N.A. The conception of sustainable development as a new paradigm of social progress. *Science & Technique*. 2016; 15(6):511-520. DOI: 10.21122/2227-1031-2016-15-6-511-520

24. Telichenko V.I., Benuzh A.A. Evaluation of Russia's innovation activity levels in construction. *Civil Engineering and Urban Planning IV — Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering and Urban Planning (CEUP)*. 2015; 677-680.

25. Skachkova M.E., D'yachkova I.S., Kremnev E.A. Assessment of the degree of urban planning transformations of urbanized territories using GIS technology. *Nature management*. 2018; 4:59-65. (rus.).

26. Lavrov L.P. Development of the intra-block territories of the historical center of St. Petersburg taking into account consumer activity of the population. *Academia. Architecture and Construction*. 2018; 1:28-35. (rus.).

27. Samoilova N.A., Gribkov A.A. Urban planning transformation of the territory taking into account video environmental factors. *Urban planning and planning of rural settlements*. 2020; 1:83-92. (rus.).

28. Baykova E.V. Problems of video ecology of the environment of cities of the Volga Region. *Proceedings of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences*. 2014; 5(2):821-823. (rus.).

29. Sarchenko V.I. *Methodology and technique of formation of effective investment programs for the development of urban areas taking into account the hidden potential*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2017; 384. (rus.).

30. Ershova S.A., Shishelova S.A., Orlovskaya T.N. Efficiency assessment of urban planning transformations: economic and legal aspects. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020; 15(9):1308-1320. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.9.1308-1320 (rus.).

31. Semenov S.A., Filatova O.V. On the directions of improving the mechanisms of strategic planning and monitoring of the development of territories. *Administrative Consulting*. 2017; 5:96-102. (rus.).

Received February 17, 2022.

Adopted in revised form on May 24, 2022.

Approved for publication on May 24, 2022.

BIONOTES: **Sergej B. Sborshchikov** — Doctor of Economics Sciences, Professor, Head of the Department of Technology, Organization and Management in Construction; **Moscow State University of Civil Engineering**

(National Research University) (MGSU); 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 431022, ResearcherID: Q-6433-2017; sbs@mgsu.ru;

Pavel A. Zhuravlev — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization and Management in Construction; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 756279; tous2004@mail.

Authors' contribution: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.