

УДК 332.12

## МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Е.Б. Балашов**

МОСКОВСКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
В СФЕРЕ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассмотрены ключевые аспекты формирования модели планирования жизненного цикла объектов коммунальной инфраструктуры. По итогам многолетней реализации федеральных, региональных и муниципальных программ обновления объектов коммунальной инфраструктуры, пока не удается существенно снизить уровень морального и физического износа инженерных объектов и сетей и безаварийность их функционирования. Для ускорения процессов обновления необходим поиск инновационных инструментов выполнения национальных проектов, в том числе, за счет повышения эффективности планирования и управления объектами коммунальной инфраструктуры в процессе их воспроизводства.

**Ключевые слова:** коммунальная инфраструктура, модель планирования, жизненный цикл, контракты, концессия.

### ВВЕДЕНИЕ

В современной экономике планирование является неотъемлемой частью социально-экономического развития региона в едином сочетании плановых и рыночных начал, обеспечении взаимодействия государственного, регионально-отраслевого и корпоративного планирования и рыночного регулирования территориально-пространственного развития городов. Современные процессы развития городов усиливают взаимное влияние инновационно-технологических, экономических и социальных факторов и приводят к тому, что долговременной тенденцией развития становится ускорение изменений, связанных с быстротой изменяющихся представлений и требований потребителей к параметрам проектов объектов недвижимости, их инновационной оснащенностью, с градостроительной политикой застройки и развития инфраструктуры и другими факторами [1].

Коммунальная инфраструктура, являясь основой устойчивого развития и функционирования крупнейших городов, создает мегаполисный каркас жизнедеятельности, являющийся капиталоемким, требующим

## UTILITY INFRASTRUCTURE LIFECYCLE PLANNING MODELS

**E.B. Balashov**

MOSCOW ANALYTICAL CENTER  
IN THE FIELD OF URBAN ECONOMY

Key aspects of the development of the life cycle planning model of municipal infrastructure facilities have been considered. As a result of the multi-year implementation of federal, regional and municipal programs for the renewal of municipal infrastructure facilities, it has not yet been possible to significantly reduce the level of moral and physical wear and tear of engineering facilities and networks and their accident-free functioning. In order to speed up the renewal process, it is necessary to find innovative tools for the implementation of national projects, including by improving the planning and management of public infrastructure in the process of their reproduction.

**KEYWORDS:** utility infrastructure, planning model, life cycle, contracts, concession.

**DOI:** 10.52531/1682-1696-2021-21-2-30-35

обслуживания и эксплуатационных затрат, который должен быть адекватным быстро меняющемуся территориально-пространственному развитию и определяться стратегическими целями воспроизводства и предоставления коммунальных услуг, обеспечения стандартов комфортности и благоустроенности городской среды. Система коммунальной инфраструктуры признана социально значимым сектором экономики, а доступность коммунальных услуг выступает важной составляющей качества жизни населения.

В настоящее время возникает необходимость углубления и совершенствования программно-целевой деятельности в сфере коммунального комплекса. Требуется синхронизация проектов, реализуемых по различным программам, не допуская дублирования работ и неэффективного расходования средств, дальнейшее развитие различных типов государственно-частного партнерства, в том числе, в форме концессии.

### СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящее время, в основе планирования развития ЖКХ лежат несколько общепринятых подходов. Это

балансовый метод планирования, который предполагает увязку планируемых к строительству объектов различной направленности и коммунальных мощностей для обеспечения коммунальными услугами; комплексность градостроительного компактного размещения жилой, промышленной и инфраструктурной застройки; сбалансированность планов по всем объектам, видам работ и используемым ресурсам; непрерывность планирования, предусматривающая увязку долгосрочных, среднесрочных, краткосрочных планов и т.д.

Целевые программно-проектные методы планирования финансирования и организации эксплуатации, реконструкции, модернизации и капитального ремонта в сфере коммунальной инфраструктуры при поддержке федеральных, региональных фондов и частных инвестиций позволяют увеличить объемы воспроизводственных мероприятий, учитывающих специфику реализации инвестиционных проектов в малых, средних и крупных городах, приоритетный переход на использование инновационных технологий и способов энергосбережения с учетом различных концепций финансирования и планируемого уровня получаемой результативности.

При этом, в методическом плане необходимо придание более высокого уровня конкретности и количественной определенности в оценке эффективности и результативности работы коммунального комплекса. С этой целью целесообразно разработать интегральный индекс, включающий показатели технического состояния сооружений и сетей, объема выполненных работ и привлеченных частных инвестиций, в том числе по концессии, количества аварий, наличия потерь ресурсов, уровня автоматизации технологических процессов, степени цифровизации и смарт-технологий при управлении, оценки удовлетворенности населения качеством коммунального обслуживания и т.д. Данный показатель, обладающий конкретным количественным выражением, определяемым по единым принципам, позволит представлять направленность целевых планов и динамику реализации программно-проектных мероприятий.

Общая протяженность коммунальных сетей в нашей стране превышает 900 тыс. км. Износ коммунальных сетей в России на сегодня составляет в среднем 58%, при этом нормативно должны ежегодно заменяться не менее 5% сетей с высоким износом, в первую очередь это объекты тепло- и водоснабжения, фактически выполняется не более 2%. В этих условиях старение коммунальных фондов происходит значительно быстрее, чем их замена, а темпы модернизации и замены сетей зависят от источников финансирования, что предусматриваются различными программами: федеральными, региональными и муниципальными программами.

Ускорение изменений в сфере эксплуатируемой коммунальной инфраструктуры требует интенсификации процессов обновления, что будет являться

важным фактором устойчивого и инвестиционно привлекательного развития. Динамика ускорения процессов обновления должна определяться темпами, характеризуемыми объемами финансовых ресурсов, интенсивностью и скоростью реализации проектов модернизации объектов коммунальной инфраструктуры, т.е. темпами проектно-реализуемого входного финансового потока в плановый период и темпами ввода в эксплуатацию объектов коммунальной инфраструктуры в тот же период [10].

Несмотря на многолетнюю реализацию федеральных, региональных и муниципальных программ обновления объектов коммунальной инфраструктуры, масштаб стоящих задач и постановку новых структурированных целей по повышению качества технологических процессов и их ресурсоэффективного характера, не удается существенно снизить уровень морального и физического износа инженерных объектов и сетей и безаварийность их функционирования. Современные финансовые источники не обеспечивают реализацию требуемых работ, в тоже время ресурсоснабжающие организации в своей деятельности не формируют инвестиционный потенциал в объемах, необходимых не только для развития, но и для реконструкции, модернизации и капитального ремонта и текущих эксплуатационных расходов в процессе производства транспортировки и предоставления ресурсов потребителям [9].

В процессе жизненного цикла объектов коммунальной инфраструктуры переход сферы потребления коммунальных услуг к инновационной модели развития относится к числу актуальных исследуемых процессов, широко обсуждаемых в отечественной экономической литературе. Справедливо отмечая существенные продвижения в сфере коммунальной инфраструктуры, исследования сфокусированы на сохраняющийся круг нерешенных проблем, связанных с дефицитом и поиском новых источников капитальных вложений, отставанием фактических объемов модернизации и реконструкции от требуемых, значительной территориальной дифференциацией стандартов предоставления и качества коммунальных услуг, имеющей место аварийностью и непроизводительными потерями вырабатываемых коммунальных ресурсов, «закрытостью» сферы естественных монополий, отсутствием экономического механизма, стимулирующего стратегическую сбалансированность инвестиционных и текущих затрат и ресурсоэффективных технологий на жизненном цикле объектов коммунальной инфраструктуры. Возникает исследовательский заказ на поиск инновационных инструментов выполнения национальных проектов, в том числе, за счет повышения эффективности планирования и управления объектами коммунальной инфраструктуры в процессе их воспроизводства [5–9].

Обеспечение в течение жизненного цикла объектов коммунальной инфраструктуры стандартных режимов и параметров безаварийного функционирования, повышения качества и комфортности проживания в соответствии с санитарными нормами и правилами требует сбалансированности воспроизводственных процессов, поддержания оптимального соотношения между капитальными и текущими расходами, ожидаемой доходности и рисков управления портфелем недвижимости с учетом целей и предпочтений собственников, инвесторов и муниципальных органов.

Предмет данного исследования состоит в формировании модели планирования жизненного цикла объектов коммунальной инфраструктуры. Данное исследование включало разработку модели планирования с применением контракта жизненного цикла при строительстве и эксплуатации, в том числе, при выполнении работ по проектированию и строительству объектов коммунальной инфраструктуры и иных объектов коммунального хозяйства, в том числе объектов водо-, теплоснабжения, водоотведения [4].

Объединение в единый контракт жизненного цикла строительства, реконструкции, модернизации и капитального ремонта объекта коммунальной инфраструктуры муниципального образования позволяет обеспечить принцип согласованного сопряжения фаз воспроизводственного процесса. Формализация описания структуры жизненного цикла объекта коммунальной инфраструктуры базировалась на принципах опережающего развития объектов коммунальной инфраструктуры с инновационными мероприятиями применения цифровых и смарт-сити технологий [2, 8].

В сфере коммунальной инфраструктуры муниципального образования, исходя из ее особенностей, выделяется несколько типов инвестиционных проектов, включающих следующие инструменты планирования:

1. Строительство объектов коммунальной инфраструктуры с применением контрактов жизненного цикла для присоединения строящихся новых объектов и потребителей к коммунальным мощностям, замещение выбывающих изношенных объектов повышения надежности и эффективности использования ресурсов и снижения выбросов;

2. Реконструкция, модернизация и капитальный ремонт объектов коммунальной инфраструктуры, обеспечивающих прирост перспективных мощностей и обновление действующих систем с привлечением механизмов государственно-муниципально-частного партнерства, в том числе, и в форме концессии;

3. Вывод из эксплуатации физически изношенных и аварийных объектов на основе системного обследования, позволяющего осуществлять оценку фактического физического износа на локальном (отдельном объекте) или муниципальном уровне, консервации и

демонтажа избыточных источников тепловой энергии, меры по переоборудованию котельных в источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии [3].

#### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

При разработке модели планирования жизненного цикла объектов коммунальной инфраструктуры предлагается несколько многокомпонентных модульных блоков, дополнительно обеспечивающих инициацию и поддержание генерации ускоренных эффектов, которые включают:

1. Нормативно-правовое регулирование инвестиционно-строительной и эксплуатационной деятельности, экологической безопасности, энергоэффективности, технических регламентов, процессов управления и планирования реконструкции, модернизации и ремонтов объектов коммунальной инфраструктуры, что создает условия для устойчивого функционирования и стандартов качества предоставляемых услуг, механизмов привлечения финансовых источников, сбалансированности инвестиционных и текущих расходов.

2. Долгосрочную тарифную политику как фактор обеспечения спроса и доступности коммунальных услуг и как источник инвестиционной составляющей в тарифе для финансирования мероприятий по обновлению действующей коммунальной инфраструктуры.

3. Экономическую и проектно-технологическую синхронизацию процессов развития и функционирования, включающую методы, способы и условия, обеспечивающие процессы воспроизводства коммунальной инфраструктуры с выделением методических особенностей взаимодействия, согласования и сопряжения следующих структурных блоков: государственное регулирование, структура источников финансирования, темповые характеристики реализации программ строительства жилья и других объектов недвижимости с подключением инженерных коммуникаций, реконструкции, модернизации и капитального ремонта объектов коммунальной системы, ценовая конъюнктура, социальная поддержка, стратегии и программы реновации и обновления городских фондов, требующие модернизации и расширения мощностей коммунальной инфраструктуры.

4. Инвестиционный потенциал региона (муниципального образования), определяемый исходя из макроэкономических и социальных характеристик внутренней и внешней среды, а также инвестиционную привлекательность территории, характеризуемую показателями социально-экономического развития муниципалитетов, ресурсных потребностей и учитывающую возможность получения полностью или частично вложенного капитала и дохода от его использования.

5. Оценку технико-экономического потенциала коммунальной инфраструктуры муниципального

образования, характеризуемого качественными и количественными показателями объектов, категориями технического состояния и степенью их физического износа, надежностью функционирования и долговечностью объектов, стоимостью активов, организационно-правовыми формами собственности и контрактной системы, эффективностью использования действующих мощностей, качеством эксплуатации, финансово-экономическим состоянием организаций и обеспеченностью финансовыми ресурсами требуемых объемов развития и обновления.

6. Создание условий и возможностей заключения контрактов жизненного цикла на объекты коммунальной инфраструктуры на основе формирования информационного банка показателей удельных расходов на реконструкцию, модернизацию и капитальный ремонт, которые необходимы для их обоснования и реализации.

В модели планирования жизненного цикла предлагается выделить 5 основных фаз:

Фкс – фаза концепции стратегии опережающего развития сферы развития коммунальной инфраструктуры муниципального образования;

Фит – фаза синхронизации применения инновационных и цифровых технологий в проектах строительства и обновления объектов коммунальной инфраструктуры;

Фас – фаза формирования проектного перечня территориально-инвестиционных программ и проектов по контрактам жизненного цикла и ГЧП;

Фрс – фаза строительства и реализации инвестиционно-строительных проектов коммунальной инфраструктуры по контрактам жизненного цикла с новыми структурно-инновационными характеристиками;

Фрэ – фаза обновления эксплуатируемых объектов коммунальной инфраструктуры за счет реконструкции, модернизации и капитальных ремонтов по новым инновационным технологиям.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Модель планирования на основе контрактов жизненного цикла коммунальной инфраструктуры Мжц как стратегический организационно-экономический и инновационный механизм устойчивого развития, предлагается в виде следующей зависимости:

$$\text{Мжц} = F(\text{Фкс}, \text{Фас}, \text{Фит}, \text{Фрс}, \text{Фрэ}) \times \text{Куи}, \text{Кур}, \text{Кс}, \text{Кэо} \rightarrow \text{opt}, \quad (1)$$

где: Мжц – целевая функция модели планирования жизненного цикла коммунальной инфраструктуры; Куи – коэффициент планирования и реализации контрактов жизненного цикла развития новых объектов инженерных сетей; Кур – коэффициент планирования мероприятий по ускорению обновления эксплу-

тируемых объектов коммунальной инфраструктуры; Кс – коэффициент синхронизации мероприятий по строительству и реструктуризации с инновационными подходами и технологиями smart-city. Кэо – коэффициент полезного эффекта опережающего развития коммунальной инфраструктуры.

Коэффициент Куи определяется стоимостью контрактов жизненного цикла реализации ИСП ( $\text{Фкс} + \text{Фас} + \text{Фит} + \text{Фрс} + \text{Фрэ}$ )  $t$  и уровнем финансового обеспечения Уфо в период  $t$ .

Коэффициент планирования мероприятий Кур определяется темпами  $T$ , характеризуемыми объемами выделяемых финансовых ресурсов, интенсивностью и скоростью реализации проектов обновления объектов коммунальной инфраструктуры.

Критерием оптимизации модели планирования является ускорение достижения показателей развития и обновления коммунальной инфраструктуры на основе контрактов жизненного цикла при условии:

$$\text{Уфо} \rightarrow \text{max}, T \rightarrow \text{max} \rightarrow \quad (2)$$

Планирование и реализация контрактов жизненного цикла базируется на оценке стоимости, включающей затраты на строительство и дальнейшую эксплуатацию объектов коммунальной инфраструктуры (в том числе, на реконструкцию, модернизацию и капитальный ремонт). Это позволит обеспечить целостность инвестиционно-процессной структуры совокупности взаимосвязанных фаз, этапов, периодов, функций, задач и работ, образующих воспроизводственный процесс развития, эксплуатации и завершения функционирования объектов коммунальной инфраструктуры.

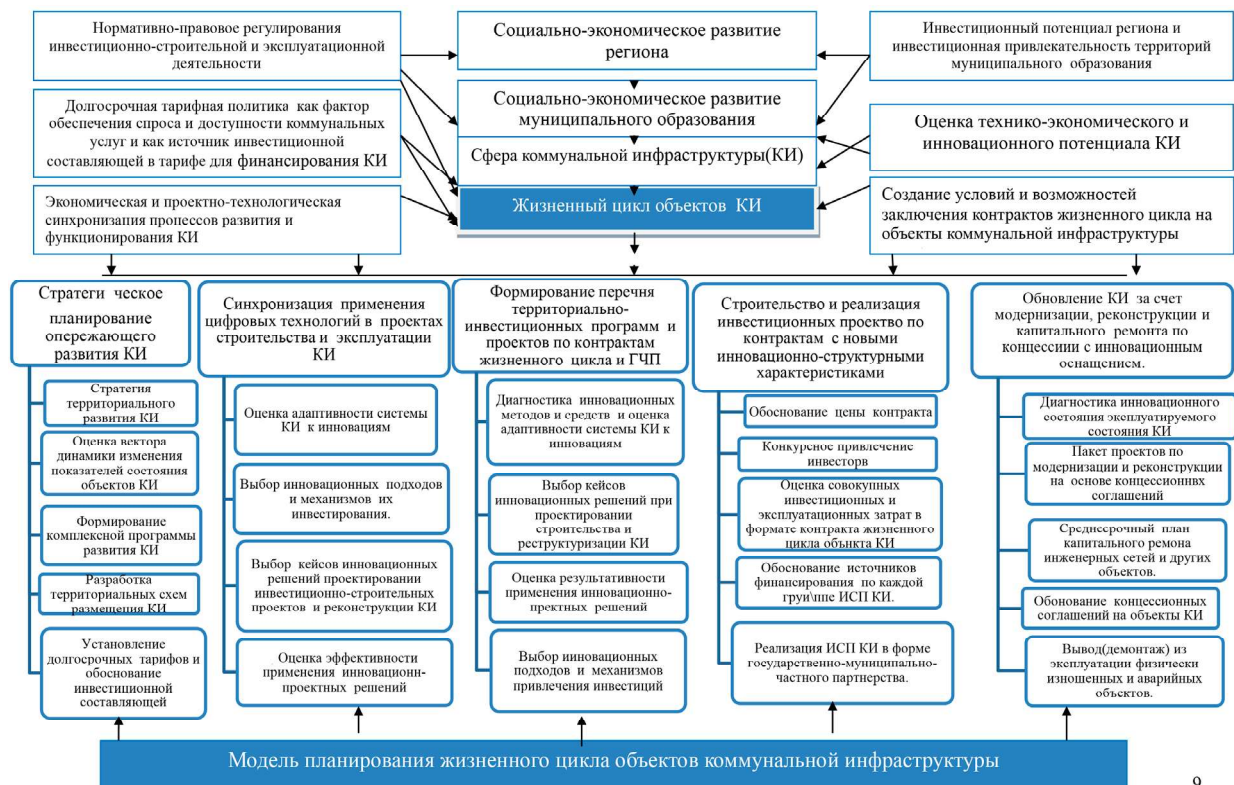
## ВЫВОДЫ

Методические подходы к формированию модели планирования на основе контрактов жизненного цикла формируют пропорционально сбалансированное, направленное на достижение целевых индикаторов потребностей развития коммунального комплекса за счет интенсивности ресурсного обеспечения, с одной стороны, сопряжения показателей надежности, долговечности, качества, а также синхронизации инновационных технологий с реализацией производственных мероприятий, с другой стороны, и позволяют обеспечить планомерный тип развития и обновления коммунальной инфраструктуры на этапе эксплуатации. Это позволит минимизировать затраты через критерии цены контрактов, затрат на эксплуатацию и ремонтов, обеспечить ответственность застройщиков и подрядчиков за эксплуатацию построенных объектов коммунальной инфраструктуры.

Практической основой реализации модели планирования жизненного цикла объектов муници-

пального образования является предложенная в данном исследовании организационно-методическая схема, включающая: разработку стратегических целей и оценку сценарных подходов и направленность темпов заданных векторов ускорения развития; определение конкретных задач по реализации жизненных циклов на основе ИТ-технологий, ускоренного сквозного развития информационно-коммуникационных технологий в строительстве и эксплуатации (применения smart-систем и цифровых технологий в формате кейсов – эталонов, BIM-технологии, информационные модели объектов, цифровизацию планирования сбалансированности инвестиционных пропорций на различных фазах жизненного цикла); выбор основных путей и механизмов их достижения на основе управленческо-

технологической синхронизации мероприятий по строительству и эксплуатации, формирования перечня территориально-инвестиционных программ и проектов по контрактам жизненного цикла и концессионным соглашениям; планирование строительства объектов коммунальной инфраструктуры с применением контрактов жизненного цикла для присоединения строящихся новых объектов и потребителей к коммунальным мощностям; планирование мероприятий по реконструкции, модернизации и капитальному ремонту объектов коммунальной инфраструктуры, обеспечивающих прирост перспективных мощностей и обновление действующих систем с привлечением механизмов государственно-муниципально-частного партнерства, в том числе, и в форме концессии (рис. 1).



9

Рис. 1.

Структурно-процессная модель жизненного цикла развития коммунальной инфраструктуры

ЛИТЕРАТУРА

1. **ГОХБЕРГ М.Я.** Прогнозирование путей реконструкции территориальной организации производительных сил высокоразвитого экономического района, раздел 5. Избранные труды по региональной экономике: в 2 т. М.: КноРУС. 2018. 424 с.
2. **ГУСАКОВА Е.А.** Жизненный цикл управления проектом в недвижимости. Организация строительства и девелопмент недвижимости. Учебник в двух частях, 4-е издание перераб. и доп. под общ. ред. проф. Грабового П.Г. М.: Издательский дом АСВ ИИА «Просветитель». 2018.
3. Методические рекомендации по разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры поселений, городских округов Приказ от 1 октября 2013 года № 359/ГС.
4. Постановление Правительства РФ от 28 ноября 2013 г. № 1087 «Об определении случаев заключения контракта жизненного цикла».
5. Постановление Правительства РФ от 28 ноября 2013 г. № 1087 «Об определении случаев заключения контракта жизненного цикла».
6. **ТЕРЕЩЕНКО В.М.** Инвестиционная политика региона как составляющая государственной инвестиционной политики Материалы X Всероссийской научно-практической конференции «Государство, власть, управление и право», Москва 27 ноября 2019. С. 262–264.
7. **ЧЕРНЫШОВ А.В.** Методический подход к разработке комплексных мероприятий, обеспечивающих устойчивое воспроизводство объектов коммунальной инфраструктуры // Недвижимость, экономика, управление. 2016. №3. с. 43–47.
8. **KIRILLOVA A.** SMART-reconstruction technologies as a factor for sustainable development of real estate. [https://www.conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/24/e3sconf\\_tpacce2020\\_08029/e3sconf\\_tpacce2020\\_08029.html](https://www.conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/24/e3sconf_tpacce2020_08029/e3sconf_tpacce2020_08029.html).
9. **BALASHOV E.** Management of the Process of Modernization of Communal Infrastructure IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1079, Chapter 4.052043
10. **BALASHOV E.** Life Cycle Modeling for Utility Infrastructure in Municipal Entities IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1079, Chapter 4.052044.

---

**Балашов Евгений Борисович**,  
к.ю.н., Руководитель Государственного бюджетного учреждения города Москвы «Московский аналитический центр в сфере городского хозяйства» (ГБУ «МАЦ»)

✉ 119019, г. Москва, Филипповский пер., д. 13, стр. 1  
119019, Moscow, Filippovskiy per., 13, building 1  
тел.: +7 (495) 775-87-70,  
e-mail: balashov.evgenii@gmail.com