

УДК 69.003

**ОПТИМИЗАЦИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**Шагалова Е.А.**

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ)*

*Нижний Новгород, Россия*

**OPTIMIZATION OF CAPITAL INVESTMENTS ALLOCATED FOR THE CONSTRUCTION OF HOUSING USING THE METHOD OF LINEAR PROGRAMMING**

**Shagalova, E. A.**

*Nizhny Novgorod state architectural and construction University (NNGASU) Nizhny Novgorod,*

*Russia*

**Аннотация** В работе исследованы вопросы оптимизации при строительстве жилых домов в условиях ограниченных ресурсов.

**Abstract** The work investigated the optimization issues in the construction of houses in low-resource settings.

**Ключевые слова** оптимизация, ограниченные ресурсы, количество квартир, социальный заказ.

**Key words** optimization of limited resources, the number of apartments, the social order.

На сегодняшний день, при строительстве новых инвестируемых проектов, не используется методика оптимизации средств предприятия, в том числе при строительстве жилья в ограниченных условиях, таких как: площадь застройки, наличные мощности по энергетике, канализации и водопроводу, а также по располагаемым трудовым и финансовым ресурсам [1]. Поэтому, при вводе в эксплуатацию жилья, очень часто возникают проблемы, которые не позволяют создать комфортные условия для людей. Чтобы избежать таких ситуаций перед началом строительства необходимо провести оптимизацию затрат с использованием линейного программирования [4].

**Целью** настоящей работы было рассмотреть варианты нескольких проектов и провести их оптимизацию.

Были поставлены следующие **задачи**:

1. Рационально распределить имеющиеся ресурсы вплоть до момента их полного использования. Здесь необходимо найти оптимальное количество строительства жилых домов, при существующих ограничениях. Для предприятия – это случай формирования бездефицитного бюджета в рамках ограничений и утвержденных нормативов по ресурсам.

2. Определить наименование и количество дефицитных ресурсов, при уже существующем конкретном плане. Так же, в результате разбора индивидуальных ситуаций можно найти наиболее приемлемые варианты ресурсного обеспечения.

3. Выявить виды наиболее недостающих ресурсов, которые затрудняют строительство домов, и распределить их в приоритетном порядке.

Исходными данными для решения поставленных задач являются [2]:

- Социальный заказ на строительство жилья - т.е. известно количество домов и в них квартир. Поставлен срок строительства (текущий год), определены санитарные нормы, местные условия и размеры средней площади квартир. Например, средняя площадь квартир должна быть не меньше: однокомнатной – 40 м<sup>2</sup>, двухкомнатной - 52 м<sup>2</sup>, трехкомнатной - 77 м<sup>2</sup>.

- Стройгенплан местности, разработанный в соответствии с климатическими (и другими природными) условиями муниципального образования, определяющий типы, этажность, площади застройки жилых зданий. Например, после конкурсного рассмотрения различных вариантов стройгенплана, специалисты остановились на проектах, основные эксплуатационные и экономические характеристики которых приведены в таблицах 1,2.

**Таблица 1 - Эксплуатационные характеристики выбранных проектов домов**

Варианты проектов	Этажность	Кол. подъездов	Колич. квартир	Стоим. дома (млн. руб.)	Площадь дома (м <sup>2</sup> )	Санит. площадь	Потребляемая мощность (кВт)	Системы канализации и водопровода, м3/сут.
Д1	19	1	162	448,500	10077,7	1722	891	167,0
Д4	10	2	85	256,583	5976,2	1176	576	108,0
Д6	12	2	105	306,424	7413,3	1568	768	144,0
Д8	15	1	130	463,371	10785,0	1801	911	183,0

Примечание: Санитарная площадь застройки, требования к энергетике и водоканализационной и тепло системам выбираются из СНиП, привязанных к местным условиям.

**Таблица 2 - Экономические характеристики выбранных проектов домов**

Варианты проекта	Колич. квартир	Стоимость квартир, млн.руб.		
		Однокомнатные	Двухкомнатные	Трехкомнатные
Д1	162	2,392	3,115	4,243
Д4	85	2,655	3,162	4,238
Д6	105	2,387	3,035	4,199
Д8	130	2,599	3,150	4,252

Существуют критерии оптимизации целевых функций [3]:

- Построить максимально больше квартир в рамках уже имеющихся финансов;

- Построить максимальное количество квартир в условиях ограниченной площади застройки;
- При минимальной застраиваемой площади построить жилые здания в рамках имеющихся ресурсов по энергоснабжению (имеются резервные энергоподстанции) и водоканализационных систем (имеются резервные мощности).

Рассмотрим целевую функцию оптимизации [1], позволяющую в рамках имеющихся финансовых средств построить максимальное число квартир. В этом случае вид целевой функции можно представить зависимостью:

$$N = \sum_{k,j} N_k V_j \quad \max, \quad (1)$$

где  $N$  - общее число квартир,

$N_k$  - число введенных в эксплуатацию домов;

$V_j$  - число квартир в каждом  $k$ -том доме, целое число.

Предполагается, что для каждого конкретного случая должны быть разработаны требования по количественному соотношению квартир с разным составом комнат, например:

$$N_1 = \beta_1 * N, \quad N_2 = \beta_2 * N, \quad N_3 = \beta_3 * N, \quad (2)$$

где  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ - процентное содержание отдельных квартир в составе построенных.

Для дальнейшего рассмотрения предположим:

$$N_1 \setminus N_2 \setminus N_3 = 56\% \setminus 27\% \setminus 17\% \quad (3)$$

В соответствии с принятой структурой (3) средняя расчетная площадь квартиры составит 69,5 м<sup>2</sup>.

Имеется генеральный план города, который определяет структуру и количество жилых зданий, приведенных в таблице 3.

**Таблица 3 - Варианты застройки площадки, согласно утвержденному генеральному плану города**

Типы жилых зданий	Количество во зданий	В расчете на один дом		В расчете на все дома	
		количество квартир	площадь (м.кв.)	количество квартир	площадь (м.кв.)
Д1	3	162	10077,7	486	30233,1
Д4	2	85	5976,2	170	11952,4
Д6	2	105	7413,3	210	14826,6
Д8	1	130	10785,0	130	10785,0
Итого	8			996	67797,1

Строительное предприятие выбирает возможное количество зданий из генплана на текущий год, исходя из планируемых капитальных вложений в сумме 29345,885 млн.руб. Структура домов показана в таблице 4.

**Таблица 4 - Возможное количество домов для строительства на площадке на текущий год, исходя из планируемого размера капитальный вложений, аккумулируемых муниципалитетом города**

Типы жилых зданий	Количество зданий	В расчете на один дом	В расчете на все дома	количество квартир	площадь (м <sup>2</sup> )
		количество квартир	площадь (м <sup>2</sup> )		
Д1	0	0	0	0	0
Д2	3	108	7506	324	22518
Д3	2	144	10008	288	20016
Д4	1	96	6672	96	6672
Д5	1	144	10008	144	10008
Д6	4	192	13344	768	53376
Д7	1	1	200	1	200
Итого	12			2342	112790

Для проверки реальной возможности строительства заявленных муниципалитетом домов необходимо провести оптимизацию их количества по заданным ограничениям исходя из реального финансирования, имеющейся мощностей по электроэнергии, теплоснабжению, канализации и водопровода, наличия трудовых ресурсов (по трудоемкости) и по площади застройки. Ограничения представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Характеристика ограничений строительства жилья на выделенной площади застройки**

Наименование ограничений, единиц изм.	Количественная характеристика предельных значений ресурсов
Капитальные вложения, млн.руб	29345,885
Площадь застройки, кв.м	6748,5
Мощности по энергетике, кВт	13000,4
Мощность по канализации и водопроводу, куб.м\сут	1290,8
Трудовые ресурсы, тыс. чел,- час	8200

Используя зависимость целевой функции (1), направленную на поиск максимального количества квартир при заданных ограничениях таблицы 5 производим оптимизацию. Результаты оптимизации приведены в таблице 6.

**Таблица 6 - Результаты оптимизации при заданных ограничениях**

Наименование ограничений, един. изм.	Заданные ресурсы	Использованные ресурсы	Резерв
Капитальные вложения, млн.руб.	2145,5	1946,63	198,87
Площадь застройки, кв.м.	16545,6	16545,60	0,00
Мощность по энергетике, кВт	13000,4	6860,25	6 140,15
Мощности по канализации и водопроводу, куб.м.	1290,8	1238,55	52,25
Трудоемкость стр.орг, тыс.чел.-час.	8200	7620,10	579,90

Базовый вариант оптимизации, показанный в таблице 6 свидетельствует о том, что при полной застройке располагаемой площади недоиспользованы капитальные вложения в сумме 198,87 млн. руб. Для максимального использования капитальных вложений с целью строительства максимального числа квартир возникает необходимость продолжения дальнейшей оптимизации.

### **Заключение**

В процессе исследования были решены поставленные задачи:

1. Рационально распределены имеющиеся ресурсы вплоть до момента их полного использования. Найдено оптимальное количество строительства жилых домов, при существующих ограничениях. Для предприятия – это случай формирования бездефицитного бюджета в рамках ограничений и утвержденных нормативов по ресурсам.
2. Определены наименование и количество дефицитных ресурсов, при уже существующем конкретном плане. Так же, в результате разбора индивидуальных ситуаций найдены наиболее приемлемые варианты ресурсного обеспечения.
3. Выявлены виды наиболее недостающих ресурсов, которые затрудняют строительство домов, и распределены в приоритетном порядке.

### **Список использованной литературы:**

1. Кожин В.А., Жесткова И.С., Шагалова Е.А. Развитие инновационных процессов и их роль в жизненном цикле инноваций на уровне предприятия. В сборнике: Предприятия, отрасли и регионы: генезис, формирование, развитие и прогнозирование. Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. 2017. С. 219-226.
2. Кожин В.А., Жесткова И.С., Голубкова К.В. Как правильно оценить стоимость доли квартиры, используя ценностный подход В сборнике: International conference on social science, arts, business and education Scientific public organization “Professional science”. 2016. С. 193-206.
3. Кожин В.А., Шагалова Т.В., Жесткова И.С. К вопросу о рыночной цене при оценке недвижимости с помощью ценностного подхода В сборнике: Предпринимательство: перспективы, приоритеты и ограничения сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции. НОО «Профессиональная наука». 2016. С. 95-108.
4. Шагалова Т.В., Шагалова Е.А. Анализ использования инновационных технологий при строительстве малоэтажных домов В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования: опыт, проблемы и перспективы. Сборник научных трудов по

материалам I Международной научно-практической конференции. НОО «Профессиональная наука». 2017. С. 418-428.