

Берёза А.Н., магистрант,  
Жариков И.С., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА РЕНОВАЦИИ

a.n.bereza@yandex.ru

*Реновация это один из наиболее эффективных способов перепрофилирования невостребованных в существующем состоянии объектов недвижимости или нерационально используемых территорий. Главной задачей реновации является повышение эффективности эксплуатации объектов недвижимости. В рамках проектов по реновации инвестор сталкивается с вопросом о том, какой вариант модернизации территории наиболее эффективен с точки зрения финансовых, экономических и временных затрат и иных факторов. Универсального подхода в данном вопросе нет. Как отмечают эксперты, экономическая эффективность и целесообразность реновации или нового строительства зависит от конкретного объекта. В работе предлагается математический подход, позволяющий выбрать основные параметры, влияющие на экономическую эффективность проекта реновации.*

**Ключевые слова:** проект реновации, метод анализа иерархий, инвестиционная привлекательность, экономическая эффективность.

**Введение.** Выбирая объект пригодный для реновации необходимо учитывать ряд параметров, влияющих на инвестиционную привлекательность [1]:

1. Местоположение объекта. Объекты расположенные в центре города будут пользоваться большим спросом, чем объекты на окраине или за пределами города [2].

2. Инфраструктура. Наличие поблизости объектов социального и торгового назначения влияет на варианты перепрофилирования, значительно их сужая.

3. Экологическое влияние. Загрязненность окружающей среды по воздуху, шуму, магнитным излучениям, загрязненность почв, антропогенные воздействия, подверженность стихийным бедствиям всё это несёт в себе угрозу разрушения здания [3].

4. Объемно-планировочные характеристики. Этот параметр определяет вариант перепрофилирования [4].

5. Конструктивные характеристики. Качество здания определяется конструктивным решением и возрастом здания. Новые здания будут иметь более высокую привлекательность по сравнению с эксплуатирующимися объектами на протяжении длительного времени [5].

6. Техническое состояние здания. Степень физического износа здания значительно снижает стоимость объекта. Порой отремонтировать объект гораздо сложнее и затратней чем его снести и на освободившейся территории построить новый [6].

7. Возможность изменения целевого назначения объекта недвижимости. Реновация связана с изменением назначения всего объекта или его части. Таким образом, более универсальные объекты будут иметь большую привлекательность.

Безусловно, каждый девелопер самостоятельно принимает для себя решение о реализации того или иного проекта по реновации промышленной территории. Перечисленные параметры позволяют оценить степень риска проекта [7]. Специалисты отмечают, что интерес инвесторов к участкам промзон растет, и количество проектов увеличивается. Опыт зарубежных инвесторов, а также реализованные проекты в нашей стране, очень важны. Заброшенных промышленных зданий в городах России и в других странах достаточно и с каждым годом их количество увеличивается [8].

**Методология.** В основе лежит метод анализа иерархий. Метод Анализа Иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению. Этот метод разработан американским ученым Томасом Л. Саати в 1970 году, с тех пор он активно развивается и широко используется на практике. Метод анализа иерархий можно применять не только для сравнения объектов, но

и для решения более сложных проблем управления, прогнозирования и др. [9]

**Основная часть.** Каждый объект имеет свои положительные и отрицательные стороны. Однако выбирая необходимо понимать, что одни параметры значительно важнее других. В девелопментереновации, для инвестиционных вложений, сравнению подвергаются зачастую аналогичные объекты. В связи с этим целью данной работы является определить параметры, оказывающие наибольшее влияние на выбор эффективного инвестиционного проекта [10].

1. Построение дерева альтернатив.

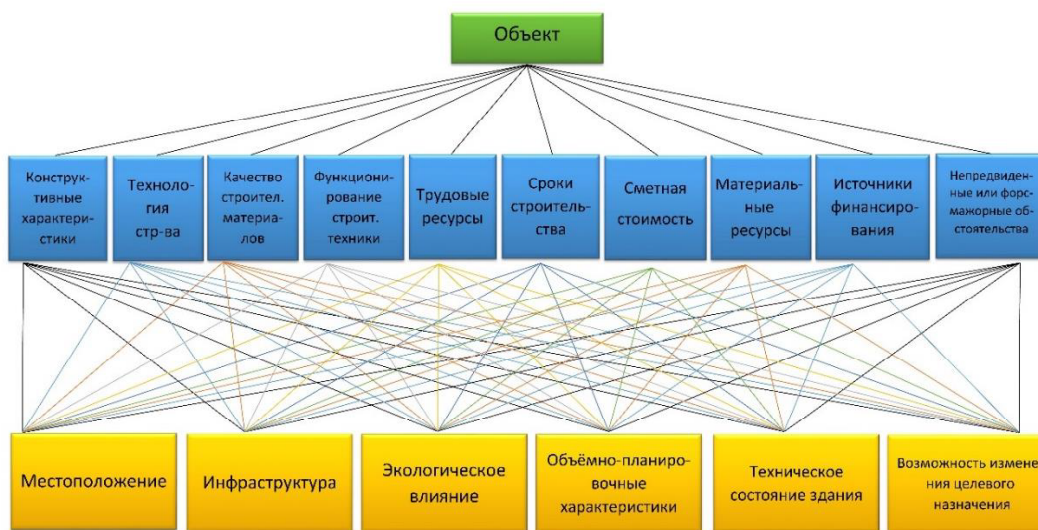


Рис. 1. Дерево альтернатив

2.1 Сравнение критериев.

После построения дерева альтернатив необходимо выявить приоритеты критериев, а затем оценить каждый из параметров по критериям, определив наиболее важный. Сравнение производится в результате доминирования одного из элементов над другим. Эти доминирования выражаются целым числом. Если элемент А важнее элемента В, то напротив строки А и столбца В, ставится целое число, а напротив строки В и столбца А, заполняется обратным к нему дробным числом. Если А и В эквивалентны, то в обе позиции записывается 1. В таблице 1 представлена шкала интенсивности.

Таблица 1

**Шкала интенсивности**

Равно, безразлично	1
Немного лучше (хуже)	3 (1/3)
Лучше (хуже)	5 (1/5)
Значительно лучше (хуже)	7 (1/7)
Принципиально лучше (хуже)	9 (1/9)

2.2. Составление матрицы сравнения критериев.

Порой необходимо выбирать между вариантами, каждый из которых представляет собой «многошаговый» процесс принятия решений. Эти шаги могут быть разнесены во времени, причем на каждом шаге может возникать свой набор альтернатив и сценариев будущего. В этом случае визуализировать процесс выбора из рассматриваемых альтернатив удобно с помощью дерева альтернатив (иначе говорят –дерева решений). Дерево альтернатив – это необходимый инструмент при стратегическом планировании и инвестиционном анализе(рис.1) [11].

Первоначально необходимо определить приоритетность критериев (табл. 2). Строится матрицу в верху перечисляя следующие критерии:

1. Конструктивные характеристики.
2. Технология строительства.
3. Качество строительных материалов.
4. Функционирование строительной техники.
5. Трудовые ресурсы.
6. Сроки строительства.
7. Сметная стоимость.
8. Материальные ресурсы.
9. Источники финансирования.
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства.

Далее заполняем таблицу согласно балам, представленным в табл. 1–3. Сравнение альтернатив по критериям.

Составляем аналогичные матрицы сравнения по каждому критерию. Матрица строится по следующему принципу. В правом верхнем углу записывается критерий, по отношению к которому будет проводиться сравнение, и необходимо перечислить слева и вверху сравниваемые элементы (табл. 3–12). Сравнение производится по таблице 1.

Таблица 2

## Матрица попарных сравнений

	Конструктивные характеристики	Технология строительства	Качество строительных материалов	Функционирование строительной техники	Трудовые ресурсы	Сроки строительства	Сметная стоимость	Материальные ресурсы	Источники финансирования	Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	СР. ГЕОМ	НВД
1. Конструктивные характеристики	1.00	0.33	0.33	1.00	3.00	0.14	0.20	0.33	3.00	3.00	0.70	0.05
2. Технология строительства	3.00	1.00	0.33	3.00	5.00	0.33	0.33	3.00	3.00	5.00	1.54	0.10
3. Качество строительных материалов	3.00	3.00	1.00	3.00	5.00	0.20	0.20	0.33	5.00	7.00	1.51	0.10
4. Функционирующая строительная техника	1.00	0.33	0.33	1.00	1.00	0.20	0.20	0.33	3.00	7.00	0.71	0.05
5. Трудовые ресурсы	0.33	0.20	0.20	1.00	1.00	0.14	0.14	0.33	1.00	5.00	0.46	0.03
6. Сроки строительства	7.00	3.00	5.00	5.00	7.00	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	4.51	0.30
7. Сметная стоимость	5.00	3.00	5.00	5.00	7.00	0.33	1.00	5.00	7.00	9.00	3.50	0.23
8. Материальные ресурсы	3.00	0.33	3.00	3.00	3.00	0.20	0.20	1.00	5.00	7.00	1.44	0.10
9. Источники финансирования	0.33	0.33	0.20	0.33	1.00	0.14	0.14	0.20	1.00	5.00	0.41	0.03
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.33	0.20	0.14	0.14	0.20	0.11	0.11	0.14	0.20	1.00	0.20	0.01
Сумма	24.00	11.73	15.54	22.48	33.20	2.80	5.53	15.68	35.20	58.00	14.98	1.00

Таблица 3

## Сравнение альтернатив по критериям. Конструктивные характеристики

1. Конструктивные характеристики	Местоположение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. характеристики	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев. назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	5.00	3.00	0.20	0.20	0.33	0.76	0.08
2. Инфраструктура	0.20	1.00	1.00	0.20	0.20	0.33	0.37	0.04
3. Экологическое влияние	0.33	1.00	1.00	0.14	0.14	0.11	0.30	0.03
4. Объемно-планировочные характеристики	5.00	5.00	7.00	1.00	0.33	5.00	2.58	0.28
5. Тех. состояние здания	5.00	5.00	7.00	3.00	1.00	9.00	4.10	0.44
6. Возможность изменения целевого назначения	3.00	3.00	9.00	0.20	0.11	1.00	1.10	0.12
Сумма	14.53	20.00	28.00	4.74	1.99	15.78	9.21	1.00

Таблица 4

## Сравнение альтернатив по критериям. Технология строительства

2. Технология строительства	Местоположение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. характеристики	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев. назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	3.00	3.00	0.14	0.20	1.00	0.80	0.09
2. Инфраструктура	0.33	1.00	3.00	0.14	0.33	1.00	0.60	0.07
3. Экологическое влияние	0.33	0.33	1.00	0.20	0.20	1.00	0.41	0.05
4. Объемно-планировочные характеристики	3.00	7.00	7.00	1.00	3.00	9.00	3.98	0.46
5. Техническое состояние здания	5.00	3.00	5.00	0.33	1.00	9.00	2.47	0.28
6. Возможность изменения целевого назначения	1.00	1.00	1.00	0.11	0.11	1.00	0.48	0.06
Сумма	10.67	15.33	20.00	1.93	4.84	22.00	8.73	1.00

Таблица 5

## Сравнение альтернатив по критериям. Качество строительных материалов

3. Качество строительных мат-в	Местопо- ложе- ние	Инфра- струк- тура	Эко- лог.вли- яние	Объемно- планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возмож- ность изме- нения целе- в.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	3.00	3.00	7.00	3.61	0.41
2.Инфраструктура	0.20	1.00	0.33	0.20	0.20	3.00	0.45	0.05
3.Экологическое влияние	0.14	3.00	1.00	0.33	0.33	5.00	0.79	0.09
4.Объемно-планировочные характеристики	0.33	5.00	3.00	1.00	1.00	9.00	1.89	0.21
5.Техническое состояние здания	0.33	5.00	3.00	1.00	1.00	9.00	1.89	0.21
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.33	0.20	0.11	0.11	1.00	0.22	0.03
Сумма	2.15	19.33	14.53	5.64	5.64	34.00	8.84	1.00

Таблица 6

## Сравнение альтернатив по критериям. Функционирование строительной техники

4. Функционирование строит. техники	Местопо- ложе- ние	Инфра- струк- тура	Эко- лог.вли- яние	Объемно- планиров. хар-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	3.00	5.00	9.00	4.10	0.43
2.Инфраструктура	0.20	1.00	5.00	0.33	0.20	7.00	0.88	0.09
3.Экологическое влияние	0.14	0.20	1.00	0.20	0.14	7.00	0.42	0.04
4.Объемно-планировочные характеристики	0.33	3.00	5.00	1.00	0.33	9.00	1.57	0.16
5.Техническое состояние здания	0.20	5.00	7.00	3.00	1.00	9.00	2.40	0.25
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.14	0.14	0.11	0.11	1.00	0.17	0.02
Сумма	1.99	14.34	25.14	7.64	6.79	42.00	9.54	1.00

Таблица 7

## Сравнение альтернатив по критериям. Трудовые ресурсы

5. Трудовые ресурсы	Местопо- ложе- ние	Инфра- струк- тура	Эко- лог.вли- яние	Объемно- планиров. ха-ки	Тех.сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	9.00	0.33	0.33	7.00	1.81	0.20
2.Инфраструктура	0.20	1.00	7.00	0.33	0.33	7.00	1.01	0.11
3.Экологическое влияние	0.11	0.14	1.00	0.20	0.20	5.00	0.38	0.04
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	3.00	5.00	1.00	1.00	9.00	2.72	0.31
5.Техническое состояние здания	3.00	3.00	5.00	1.00	1.00	9.00	2.72	0.31
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.14	0.20	0.11	0.11	1.00	0.19	0.02
Сумма	7.45	12.29	27.20	2.98	2.98	38.00	8.84	1.00

Таблица 8

## Сравнение альтернатив по критериям. Сроки строительства

6. Сроки строительства	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	5.00	7.00	0.33	0.20	7.00	1.59	0.16
2.Инфраструктура	0.20	1.00	7.00	0.20	0.14	7.00	0.81	0.08
3.Экологическое влияние	0.14	0.14	1.00	0.14	0.11	3.00	0.31	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	5.00	7.00	1.00	3.00	9.00	3.76	0.38
5.Техническое состояние здания	5.00	7.00	9.00	0.33	1.00	9.00	3.13	0.32
6.Возможность изменения целевого назначения	0.14	0.14	0.33	0.11	0.11	1.00	0.21	0.02
Сумма	9.49	18.29	31.33	2.12	4.57	36.00	9.82	1.00

Таблица 9

## Сравнение альтернатив по критериям. Сроки строительства

7. Сметная стоимость	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. хар-ки	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	7.00	9.00	0.33	0.33	9.00	1.99	0.20
2.Инфраструктура	0.14	1.00	7.00	0.14	0.14	7.00	0.72	0.07
3.Экологическое влияние	0.11	0.14	1.00	0.11	0.11	7.00	0.33	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	3.00	7.00	9.00	1.00	1.00	9.00	3.46	0.34
5.Техническое состояние здания	3.00	7.00	9.00	1.00	1.00	9.00	3.46	0.34
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.14	0.14	0.11	0.11	1.00	0.17	0.02
Сумма	7.37	22.29	35.14	2.70	2.70	42.00	10.14	1.00

Таблица 10

## Сравнение альтернатив по критериям. Материальные ресурсы.

8. Материальные ресурсы	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев.назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1.Местоположение	1.00	7.00	9.00	5.00	5.00	9.00	4.92	0.49
2.Инфраструктура	0.14	1.00	5.00	0.33	0.33	5.00	0.86	0.09
3.Экологическое влияние	0.11	0.20	1.00	0.14	0.14	3.00	0.33	0.03
4.Объемно-планировочные характеристики	0.20	3.00	7.00	1.00	1.00	9.00	1.83	0.18
5.Техническое состояние здания	0.20	3.00	7.00	1.00	1.00	9.00	1.83	0.18
6.Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.20	0.33	0.11	0.11	1.00	0.21	0.02
Сумма	1.77	14.40	29.33	7.59	7.59	36.00	9.99	1.00

Таблица 11

## Сравнение альтернатив по критериям. Источники финансирования

9. Источники финансирования	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев. назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	3.00	7.00	5.00	5.00	3.00	3.41	0.38
2. Инфраструктура	0.33	1.00	9.00	5.00	5.00	5.00	2.69	0.30
3. Экологическое влияние	0.14	0.11	1.00	0.14	0.20	0.14	0.20	0.02
4. Объемно-планировочные характеристики	0.20	0.20	7.00	1.00	5.00	5.00	1.38	0.15
5. Техническое состояние здания	0.20	0.20	5.00	0.20	1.00	0.33	0.49	0.05
6. Возможность изменения целевого назначения	0.33	0.20	7.00	0.20	3.00	1.00	0.81	0.09
Сумма	2.21	4.71	36.00	11.54	19.20	14.48	8.98	1.00

Таблица 12

## Сравнение альтернатив по критериям. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства

10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	Место-положение	Инфраструктура	Эколог. влияние	Объемно-планиров. ха-ки	Тех. сост. здания	Возможность изменения целев. назн.	СР. ГЕОМ	НВД
1. Местоположение	1.00	3.00	7.00	5.00	1.00	9.00	3.13	0.34
2. Инфраструктура	0.33	1.00	5.00	5.00	0.20	7.00	1.51	0.16
3. Экологическое влияние	0.14	0.20	1.00	0.33	0.14	0.33	0.28	0.03
4. Объемно-планировочные характеристики	0.20	0.20	3.00	1.00	0.20	3.00	0.64	0.07
5. Техническое состояние здания	1.00	5.00	7.00	5.00	1.00	9.00	3.41	0.37
6. Возможность изменения целевого назначения	0.11	0.14	3.00	0.33	0.11	1.00	0.35	0.04
Сумма	2.79	9.54	26.00	16.67	2.65	29.33	9.32	1.00

## 3.1. Анализ матриц критериев.

Делим все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца:

$$A_{ij} = a_{ij} / S_j \quad (1)$$

Данное действие называется нормировкой матрицы. Столбец «СР.ЗНАЧ» задаёт веса критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называется весовым столбцом критериев по цели [12]. Проведя данное действие получаем следующие данные (табл. 13)

Таблица 13

## Результаты полученных критериев

	Вес в долях	Вес в процентах
1. Конструктивные хар-ки	0.047	4.7 %
2. Технология строительства	0.106	10.6 %
3. Качество строительных мат-в	0.112	10.8 %
4. Функционирование строит. техники	0.050	5.0 %
5. Трудовые ресурсы	0.033	3.3 %
6. Сроки строительства	0.288	28.8 %
7. Сметная стоимость	0.219	21.9 %
8. Материальные ресурсы	0.100	10.9 %
9. Источники финансирования	0.030	3.0 %
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.014	1.4 %

С точки зрения удовлетворения нашей цели наиболее весомым являются сроки строительства (28,8 %), далее идёт сметная стоимость (21,9 %), а потом материальные ресурсы (10,9 %).

### 3.2. Анализ матриц альтернатив.

Повторяем действия пункта 3.1 для матриц попарного сравнения альтернатив по критериям. В итоге получаем столбцы весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям. Результаты представлены в таблицах 14–23.

Таблица 14

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Конструктивные характеристики

1. Конструктивные хар-ки	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.110	11.0 %
2.Инфраструктура	0.044	4.4 %
3.Экологическое влияние	0.036	3.6 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.257	25.7 %
5.Техническое состояние здания	0.425	42.5 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.140	14.0 %

Получили вектор весов объектов по критерию «конструктивные характеристики». По кри-

терию «конструктивные характеристики» наиболее весомым является техническое состояние здания (42,5 %).

Таблица 15

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Технология строительства

2. Технология строительства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.108	10.8 %
2.Инфраструктура	0.080	8.0 %
3.Экологическое влияние	0.051	5.1 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.457	45.7 %
5.Техническое состояние здания	0.296	29.6 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.058	5.8 %

Получили вектор весов объектов по критерию «технология строительства». По критерию «технология строительства» наиболее весомым

является техническое объемно-планировочные характеристики (45,7 %).

Таблица 16

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Качество строительных материалов

3. Качество строительных мат-в	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.413	41.3 %
2.Инфраструктура	0.054	5.4 %
3.Экологическое влияние	0.093	9.3 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.207	20.7 %
5.Техническое состояние здания	0.207	20.7 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.028	2.8 %

Получили вектор весов объектов по критерию «качество строительных материалов». По критерию «местоположение» наиболее весомым

является техническое объемно-планировочные характеристики (41,3 %).

Таблица 17

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Функционирование строительной техники

4. Функционирование строит.техники	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.412	41.2 %
2.Инфраструктура	0.101	10.1 %
3.Экологическое влияние	0.057	5.7 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.162	16.2 %
5.Техническое состояние здания	0.247	24.7 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.021	2.1 %

Получили вектор весов объектов по критерию «Функционирование строительной тех-

ники». По критерию «функционирование строительной техники» наиболее весомым является местоположение (41,2 %).

Таблица 18

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Трудовые ресурсы

5. Трудовые ресурсы	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.213	21.3 %
2.Инфраструктура	0.129	12.9 %
3.Экологическое влияние	0.055	5.5 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.290	29.0 %
5.Техническое состояние здания	0.290	29.0 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.023	2.3 %

Получили вектор весов объектов по критерию «трудовые ресурсы». По критерию «трудо-

вые ресурсы» наиболее весомым является 2 параметра Объемно-планировочные характеристики и Техническое состояние здания (29,0 %).

Таблица 19

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Сроки строительства

6. Сроки строительства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.166	16.6 %
2.Инфраструктура	0.103	10.3 %
3.Экологическое влияние	0.038	3.8 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.365	36.5 %
5.Техническое состояние здания	0.304	30.4 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.023	2.3 %

Получили вектор весов объектов по критерию «сроки строительства». По критерию «сроки

строительства» наиболее весомым является объемно-планировочные характеристики (36,5 %).

Таблица 20

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Сметная стоимость

7. Сметная стоимость	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.195	19.5 %
2.Инфраструктура	0.089	8.9 %
3.Экологическое влияние	0.050	5.0 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.322	32.2 %
5.Техническое состояние здания	0.322	32.2 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.022	2.2 %

Получили вектор весов объектов по критерию «сметная стоимость». По критерию «сметная стоимость» наиболее весомым 2 параметра

Объемно-планировочные характеристики и Техническое состояние здания (32,2 %).

Таблица 21

#### Результаты полученных весовых коэффициентов. Материальные ресурсы

8. Материальные ресурсы	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.278	27.8 %
2.Инфраструктура	0.091	9.1 %
3.Экологическое влияние	0.039	3.9 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.388	38.8 %
5.Техническое состояние здания	0.179	17.9 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.024	2.4 %



Получили вектор весов объектов по критерию «материальные ресурсы». По критерию «ма-

териальные ресурсы» наиболее весомым является объемно-планировочные характеристики (38,8 %).

Таблица 22

### Результаты полученных весовых коэффициентов. Источники финансирования

9. Источники финансирования	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.364	36.4 %
2.Инфраструктура	0.275	27.5 %
3.Экологическое влияние	0.025	2.5 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.170	17.0 %
5.Техническое состояние здания	0.061	6.1 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.105	10.5 %

Получили вектор весов объектов по критерию «источники финансирования». По критерию

«источники финансирования» наиболее весомым является местоположение (36,4 %).

Таблица 23

### Результаты полученных весовых коэффициентов. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства

10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	СР.ЗНАЧ	Вес в процентах
1.Местоположение	0.321	32.1 %
2.Инфраструктура	0.172	17.2 %
3.Экологическое влияние	0.033	3.3 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.074	7.4 %
5.Техническое состояние здания	0.356	35.6 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.044	4.4 %

Получили вектор весов объектов по критерию «Непредвиденные форс мажорные обстоятельства». По критерию «Непредвиденные форс мажорные обстоятельства» наиболее весомым является техническое состояние здания (35,6 %).

5. Определяем веса альтернатив  
В результате пункта 3 сформированы:  
1) Вектор весов критериев (табл. 24).

Таблица 24

### Вектор весов критериев

	Вес в долях
1. Конструктивные хар-ки	0.047
2. Технология строительства	0.106
3. Качество строительных мат-в	0.112
4. Функционирование строит. техники	0.050
5. Трудовые ресурсы	0.033
6. Сроки строительства	0.288
7. Сметная стоимость	0.219
8. Материальные ресурсы	0.100
9. Источники финансирования	0.030
10. Непредвиденные или форс-мажорные обстоятельства	0.014

2) Матрица весов альтернатив по каждому критерию (состоящая из полученных весовых

столбцов) табл. 25.

Таблица 25

## Матрица весов альтернатив по каждому критерию

	Кон-структивны-ехар-ки	Техно-логия стр-ва	Каче-ство строит. мате-риалов	Функц-ние строит. тех-ники	Трудо-вые ре-сурсы	Сроки стр-ва	Смет-ная стои-мость	Мате-риал.р есурсы	Исто-чники финан-сиров.	Непред-и форс-мажор-ные об-стоятел.
1.Местоположение	0.110	0.108	0.413	0.412	0.213	0.166	0.195	0.278	0.364	0.321
2.Инфраструктура	0.044	0.080	0.054	0.101	0.129	0.103	0.089	0.091	0.275	0.172
3.Экологическое влияние	0.036	0.051	0.093	0.057	0.055	0.038	0.050	0.039	0.025	0.033
4.Объемно-плани-ровочные характе-ристики	0.257	0.457	0.207	0.162	0.290	0.365	0.322	0.388	0.170	0.074
5.Техническое со-стояние здания	0.425	0.296	0.207	0.247	0.290	0.304	0.322	0.179	0.061	0.356
6.Возможность из-менения целевого назначения	0.140	0.058	0.028	0.021	0.023	0.023	0.022	0.024	0.105	0.044

Умножаем полученную матрицу на столбец по правилу строка на столбец (матрично), получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели

$$\begin{pmatrix}
 0.110 & 0.108 & 0.413 & 0.412 & 0.213 & 0.166 & 0.195 & 0.278 & 0.364 & 0.321 \\
 0.044 & 0.080 & 0.054 & 0.101 & 0.129 & 0.103 & 0.089 & 0.091 & 0.275 & 0.172 \\
 0.036 & 0.051 & 0.093 & 0.057 & 0.055 & 0.038 & 0.050 & 0.039 & 0.025 & 0.033 \\
 0.257 & 0.457 & 0.207 & 0.162 & 0.290 & 0.365 & 0.322 & 0.388 & 0.170 & 0.074 \\
 0.425 & 0.296 & 0.207 & 0.247 & 0.290 & 0.304 & 0.322 & 0.179 & 0.061 & 0.356 \\
 0.140 & 0.058 & 0.028 & 0.021 & 0.023 & 0.023 & 0.022 & 0.024 & 0.105 & 0.044
 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix}
 0.047 \\
 0.106 \\
 0.112 \\
 0.050 \\
 0.033 \\
 0.288 \\
 0.219 \\
 0.100 \\
 0.030 \\
 0.014
 \end{pmatrix}$$

Таблица 26

## Веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели

	Вес в долях	Вес в процентах
1.Местоположение	0.224	22.40 %
2.Инфраструктура	0.094	9.40 %
3.Экологическое влияние	0.065	6.50 %
4.Объемно-планировочные характеристики	0.321	32.10 %
5.Техническое состояние здания	0.279	27.90 %
6.Возможность изменения целевого назначения	0.079	7.86 %

**Вывод.** Таким образом, с помощью метода анализа иерархий установили приоритеты параметров влияющих на решение о проведении реновации. Из составленных расчетных таблиц видно, что при выборе инвестиционного проекта реновации самым важным критерием является объемно-планировочное решение. Техническое состояние здания и местоположение объекта также оказывают существенное влияние на выбор

инвестиционного проекта реновации. Однако техническое состояние имеет большее значение коэффициента 0,279 по сравнению с местоположением – 0,224 [13].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакрунов Ю.О. «Методология развития девелоперской деятельности в инвестиционно-

строительной сфере: автореф. д-ра экон. наук. М., 2010. 37 с.

2. Берёза А.Н. Реновация промышленных территорий // III международная научно-практическая конференция актуальные проблемы международных отношений в условиях формирования мультиполярного мира. Сборник статей С. 12–17

3. Ромм А.П. Методические основы оценки городских земель // Аудиторские ведомости. 1999. № 3. С. 61–74.

4. Быстров П.Н., Закиров Р.С. К вопросу о редевелопменте промышленных территорий в центральной части города // Известия КГАСУ. 2006. № 1(5). С. 59–63.

5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.

6. Жариков И.С. Методологический подход к учету технического состояния объектов недвижимости при определении их стоимостных характеристик // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 22. С. 100–104.

7. Авилова И.П., Жариков И.С. Методика оценки инвестиционной привлекательности реконструкции здания (сооружения) для последующей его реализации как объекта недвижимости коммерческого, жилого или социального назначения // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4-1 (57-1). С. 966–971.

8. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Успех реализации инвестиционно-строительного проекта в контексте инфраструктурных

факторов // Научные труды SWorld. 2015. Выпуск 3(40). Том 9. С. 40–44.

9. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. К вопросу об учете рисков при анализе эффективности инвестиционно-строительных проектов // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 августа 2015 г. Том 1. Тамбов, 2015. С. 180–183.

10. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Строительное инвестирование как особый вид инвестиционной деятельности // Мир науки и инноваций. Выпуск 2(2). Том 9. Иваново: Научный мир, 2015. С. 61–65.

11. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В., Байдина О.В., Жариков И.С. Современный механизм взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности // Экономика и предпринимательство. 2014. №12-3 (53-3). С. 557–561.

12. Авилова И.П., Жариков И.С., Товстий В.П. О содержательной основе ставки дисконтирования метода NPV // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12–1 (41-1). С. 641–643.

13. Авилова И.П., Жариков И.С., Шаропова А.В., Желевский А.В. Комплексная модель технико-экономического обоснования инвестиционно-строительного проекта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 174–178.

---

**Bereza A.N., Zharikov I.S.**

### **THE APPROACH TO CHOOSING THE MOST EFFECTIVE MATHEMATICAL INVESTMENT PROJECT RENOVATION**

*Renovation is one of the most effective ways to repurpose unclaimed in the existing condition of the real estate or irrationally used areas. The main objective of the renovation is to increase the efficiency of operation of real estate. In the framework of renovation projects, the investor is faced with the question of which upgrade is the most effective from the point of view of financial, economic and time costs, and other factors. A universal approach to this question is no. According to experts, the economic efficiency and feasibility of renovation or new construction depends on the specific object. This paper proposes a mathematical approach, allowing you to select the main parameters affecting the economic efficiency of the renovation project.*

**Key words:** renovation Project, analytic hierarchy process, investment attractiveness, economic efficiency.

---

**Берёза Анастасия Николаевна**, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: a.n.bereza@yandex.ru

**Жариков Игорь Сергеевич**, старший преподаватель кафедры экспертизы и управления недвижимостью

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: igor\_bgtu@mail.ru