

УДК 658.511.4

*А.И. Менейлюк, д.т.н., проф.,
Л.В. Лобакова, асп. ОГАСА, г. Одесса*

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ФИНАНСИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ

Представлена методика выбора эффективных финансовых решений при реконструкции зданий с перепрофилированием. Методика основана на построении различных вариантов проекта в программе Microsoft Project, их экспериментально-статистическом анализе с использованием программы COMPEX, вводе ограничений и определении наиболее эффективной модели финансирования проекта перепрофилирования здания. Приведен пример использования разработанной методики при перепрофилировании здания административно-бытового корпуса завода строительно-отделочных машин в офисный центр. Данная методика может быть использована для выбора эффективных моделей финансирования других строительных проектов.

Ключевые слова: финансирование, моделирование процессов, действующие ограничения, выбор эффективной модели, экспериментально-статистическое моделирование, перепрофилирование.

Постановка проблемы. В настоящее время проекты реконструкции и перепрофилирования являются одними из наиболее распространенных в сфере строительства. Несоответствие промышленных предприятий, построенных во времена СССР, сегодняшним требованиям, а также существенный технический прогресс, реформирование экономики и переход к рыночным принципам оценки эффективности, приводят к необходимости изменения целевого и функционального назначения зданий предприятий. Перепрофилирование по сравнению со строительством

новых зданий позволяет снизить стоимость строительных работ. Для дополнительного сокращения стоимости целесообразно обратить внимание на выбор эффективных финансовых и организационных решений перепрофилирования зданий. В современной нормативной литературе отсутствуют указания по методике такого выбора. Следовательно, исследования, посвященные выбору эффективных способов финансирования и организации работ по перепрофилированию, являются актуальными.

Анализ последних исследований. Перепрофилирование помещений устаревших заводов, фабрик уже много лет практикуется по всему миру. Существует большое множество жилых зданий, выставочных и бизнес центров, которые ранее были цехами фабрик и заводов. При реализации проектов перепрофилирования зданий на этапе планирования зачастую сталкиваются с проблемой выбора наиболее эффективной модели финансирования проекта и организации работ.

Финансирование проектов может осуществляться следующими способами: самофинансирование, т. е. использование в качестве источника финансирования собственных средств инвестора, использование заемных и привлекаемых средств. [1, 2]

Для решения проблем управления проектами разработаны процедуры и стандарты на основе системного подхода и различных современных методологий, например, методы структуры разбивки работ WBS (Work Breakdown Structure), программного и проектного менеджмента P2M (Project and Program management) и др. [3, 4, 5].

В целом, рациональная организация процессов реконструкции должна обеспечивать выполнение работ в минимальные сроки и с минимальными финансовыми затратами. Выбор эффективных инженерных решений с целью уменьшения стоимости является актуальной задачей в любом строительном проекте. Для выбора оптимального варианта проведения проекта необходимо выполнить анализ эффективности моделей при различных сочетаниях организационно-экономических параметров реализации

проекта в соответствии с требованиями и техническим заданием.

В настоящее время в научно-технической литературе результаты исследований, изучающие методики выбора эффективных финансовых решений при перепрофилировании объектов, практически отсутствуют.

Цель исследования, постановка задачи. Целью исследований является представление методики выбора эффективных моделей финансирования проектов перепрофилирования зданий.

Материалы исследования. Методика выбора эффективных финансовых решений представлена в виде алгоритма. Действия по выбору эффективной модели финансирования проекта перепрофилирования рекомендуется производить в следующей последовательности:

1. Составить WBS структуру проекта, определить и ввести в программу для управления проектами проектные объемы работ и затраты труда рабочих.

3. Определить перечень необходимых стройматериалов, оборудования, машин и механизмов, затраты на их использование по каждому процессу, после чего ввести данные в эту же программу.

4. Составить перечень показателей эффективности производственных процессов, которые необходимо определить в процессе экспериментально-статистического моделирования.

5. Назначить варьируемые факторы и уровни их изменения относительно величин базового плана.

6. Определить нормативный состав исполнителей и их заработную плату, затем ввести данные в программу Microsoft Project.

7. Принять необходимое количество рабочего времени.

8. Произвести взаимоувязку работ во времени.

После ввода данных программа самостоятельно строит критический путь и определяет запасы по времени в базовой модели.

9. Выбрать план проведения численного эксперимента в соответствии с математической теорией планирования.

11. Построить необходимое количество вариантов проекта в соответствии с намеченным планом.

12. Определить аналитические зависимости показателей эффективности от варьируемых факторов в исследуемых граничных пределах с помощью программы COMPEX.

13. Построить графики этих зависимостей (для удобства использования).

14. Выполнить анализ полученных моделей.

15. Выбрать эффективную модель финансирования проекта в зависимости от имеющихся граничных условий на основе анализа моделей.

16. После начала строительства в соответствии с выбранной моделью производить мониторинг производства работ.

17. В случае необходимости, корректировать выбранную модель или заменить ее в соответствии с изменениями условий по отношению к запланированным (изменение сроков, интенсивности финансирования, количества рабочих, машин, механизмов, оборудования и т.д.)

На стадии планирования до начала процессов исполнения должны быть обозначены требования к проекту и составлено техническое задание в соответствии с особенностями проекта. Каждый объект перепрофилирования имеет свои особенности и требует индивидуальных решений.

Планирование численного эксперимента начинается с анализа показателей эффективности проекта и выбора наиболее значимых из них. В данном случае это – стоимость проекта. После этого выполняется анализ и выбор факторов, оказывающих наибольшее влияние на выбранные показатели. В данных исследованиях варьировалось количество рабочих смен в сутки, количество рабочих дней в неделю, коэффициент совмещения работ, условия

финансирования (собственные средства заказчика проекта, кредитные средства, лизинговые средства). Следует обратить внимание, что условия финансирования являются взаимозависимыми, так как сумма всех средств, затраченных на проект не может превышать 100% стоимости проекта. Следовательно, увеличение значения уровня одного из факторов приведёт к соответствующему уменьшению значений уровней других.

Численный эксперимент по определению зависимостей между выбранными показателями и факторами, оказывающими на них влияние, целесообразно выполнять с использованием математической теории планирования эксперимента. Она является основополагающей частью теории экспериментально-статистического моделирования [6].

Использование теории планирования эксперимента позволяет сократить количество проводимых экспериментов по сравнению с полнофакторной моделью. Например, использование теории планирования позволяет 243 эксперимента (5-факторный эксперимент на 3 уровнях) сократить до пятнадцати. Каждая из 15 моделей – это функция. Она показывает, как изменяется исследуемый показатель (Y) при изменении соответствующих факторов (Xi). При этом обеспечивается адекватность результатов, а именно качественная и количественная оценка влияния основных исследуемых факторов и их совокупности на исследуемые показатели [7,8,9].

Ниже приведен пример выбора эффективной модели финансирования проекта реперофилирования здания

административно-бытового корпуса завода строительно-отделочных машин в офисный центр с использованием представленного выше алгоритма.

Разработка иерархической структуры работ по реперофилированию отображает отдельные задачи на пути к реализации всего проекта реперофилирования, такие как проведение обследования технического состояния объекта реперофилирования, проведение демонтажных работ, устройство системы электроснабжения и другие задачи. Также на данном этапе происходит определение операций, их последовательности, определение ресурсов для выполнения операций, определение длительности операций и составление расписания проекта.

В соответствии с принятым планом эксперимента для исследуемого проекта было построено 15 различных моделей в виде диаграмм Ганта, отображающих ход работ по реперофилированию. Данные модели представляют собой различные варианты одного проекта и отличаются организационными и технологическими решениями. Для построения моделей была использована компьютерная программа Microsoft Project. Пример фрагмента модели реперофилирования здания представлен на рисунке 1.

На данном этапе происходит определение значений заданных показателей эффективности при различных сочетаниях факторов.

В таблице 1 представлен план и результаты проведенного численного эксперимента.

Название задачи	Объём работ	Единица измерения	Трудозатраты	Длительность	Начало	Окончание	През.	Названия ресурсов
Реконструкция бизнес центра			73 794,35 ч	63,88 дней?	Пн 21.04.14	Пн 23.06.14		
Демонтажные работы			2 530,5 ч	6,41 дней?	Пн 21.04.14	Вт 27.04.14		
начало			0 ч	0,5 дней	Пн 21.04.14	Пн 21.04.14		
Разборка кирпичных перегородок	60,1	м3	270,5 ч	1,69 дней	Пн 21.04.14	Ср 23.04.14	3	Рабочие-строители[1 000%];Подъемники
Разборка лепных изделий	53,6	шт	11 ч	0,69 дней	Пн 21.04.14	Вт 22.04.14	3	Рабочие-строители
Перемещение и складирование кирпича	1	т	123 ч	0,77 дней	Пн 21.04.14	Вт 22.04.14	3	Рабочие-строители[1 000%]
Разборка вентиляционных каналов	0,74	100 м2	77 ч	0,8 дней	Пн 21.04.14	Ср 23.04.14	3	Рабочие-строители[600%];Погрузчики
Демонтаж кабельных каналов	1,36	100 м	17 ч	0,53 дней	Пн 21.04.14	Вт 22.04.14	3	Рабочие-строители[200%];Автомобили
Разборка трубопроводов	0,32	100 м	18 ч	0,56 дней	Пн 21.04.14	Вт 22.04.14	3	Рабочие-строители[200%];Погрузчики
Демонтаж радиаторов	0,06	100 шт	6 ч	0,19 дней	Пн 21.04.14	Пн 21.04.14	3	Рабочие-строители[200%];Погрузчики
Разборка труб отопления	0,14	100 м	10 ч	0,31 дней	Пн 21.04.14	Пн 21.04.14	3	Рабочие-строители[200%];Погрузчики

Рис. 1. Фрагмент модели реперофилирования здания в Microsoft Project

План и результаты численного эксперимента

№ точки	Условия финансирования			X_4 — Количество рабочих часов в неделю, часы		X_5 — Коэффициент совмещения работ		Y_1 — Стоимость проведения работ, грн	Y_2 — Продолжительность, дни	Y_3 — Интенсивность финансирования, грн/мес.
	V_1 Собственные средства	V_2 Кредитные средства	V_3 Лизинговые средства							
1	0	1	0	-1	40	-1	0%	5163920,5	877	176644,94
2	0.5	0	0.5	-0.11	72	-1	0%	4427057,1	487	272713,99
3	1	0	0	-1	40	0	25%	3442183,7	655	157657,27
4	0	0	1	-1	40	0	25%	6195930,6	655	283783,08
5	0.5	0.5	0	-1	40	1	50%	3626667,0	438	248401,85
6	0.5	0.5	0	-0.11	72	-1	0%	3722812,5	487	229331,36
7	0.5	0	0.5	-0.11	72	0	25%	4140057,1	364	341213,50
8	0	0.5	0.5	-0.11	72	1	50%	4346254,0	243	536574,57
9	1	0	0	1	112	-1	0%	2872183,7	313	275289,17
10	0	1	0	1	112	-1	0%	3890612,1	313	372902,12
11	0	0	1	1	112	-1	0%	5169930,6	313	495520,50
12	0.333	0.333	0.333	1	112	0	25%	3797543,5	235	484792,79
13	1	0	0	1	112	1	50%	2610517,0	156	502022,50
14	0	1	0	1	112	1	50%	3536162,8	156	680031,31
15	0	0	1	1	112	1	50%	4698930,6	156	903640,50

Расчет моделей рекомендуется производить с помощью программы COMPEX, разработанной в ОГАСА [10].

Для визуализации результатов исследования, содержащих три взаимозависимых фактора, использовались графики, которые называются тернарными. На рисунке 2 показан график, содержащий изолинии (линии одинаковых значений) показателя эффективности «стоимость».

Показатель «стоимость» зависит от соотношения технологических факторов V_1, V_2, V_3 , выраженных в процентах. Для поиска уровня каждого из факторов некой точки А необходимо определить координаты по линиям координатной сетки.

Так, для искомой точки А = 3750 тыс. грн.: $V_1=50\%$; $V_2=20\%$; $V_3=30\%$). Это значит, что 50% от стоимости проекта – собственные средства, 20% – кредитные и 30% – лизинговые.

Для анализа результатов численного эксперимента были построены экспериментально-статистические модели, описывающие влияние выбранных организационно-финансовых факторов на исследуемый показатель. Следует отметить, что математический аппарат позволяет по полученным результатам эксперимента построить треугольники в любой точке в пределах исследуемой области, для любых сочетаний организационных факторов.



А = 3750 тыс.грн.

$V_1 = 50\%$

$V_2 = 20\%$

$V_3 = 30\%$

* диаграмма построена при ($X_4 = 0$; $X_5 = 0$)

Рис. 2. Пример тернарного графика (показатель «стоимость», тыс. грн.)

На рисунке 3 показаны зависимости показателя эффективности «Стоимость» от процентного соотношения факторов V_1 (собственные средства), V_2 (кредитные средства), V_3 (лизинговые средства) для девяти различных организационных схем, т.е. сочетаний значений организационных факторов. «Стоимость» минимальна в точке $Y_{\min} = 2527,5$ тыс. грн. ($V_1=100\%$; $V_2=0\%$; $V_3=0\%$; рабочее время $X_4=112$ часов в неделю; коэффициент совмещения работ $X_5=50\%$). Кроме абсолютного минимального значения график позволяет определить минимальные значения стоимости при других сочетаниях организационных факторов.

Для девяти рассматриваемых сочетаний значений организационных факторов достижение минимальных значений показателя «Стоимость» возможно при использовании такой схемы финансирования как собственные средства, максимальных – при использовании лизинговых средств. При отсутствии ограничений такой вывод очевиден. Однако, их ведение может существенно повлиять на результат.

Заказчиком данного проекта реконструкции здания с

перепрофилированием была поставлена задача: стоимость проекта не должна превышать 3,5 млн. грн., собственные средства должны составлять не более 50 % от общей стоимости проекта.

Для визуализации финансовых ограничений был построен график с заданными ограничениями по стоимости проекта перепрофилирования (рис. 4).

На графике заштрихованная область отвечает значениям стоимости проекта, которая составляет меньше 3,5 млн. грн., толстой линией отображена область допустимых значений при использовании 50 % собственных средств заказчика. Проанализировав график, можно отметить, что при заданных ограничениях по стоимости возможным решением данной задачи могут быть модели, при которых коэффициент совмещения работ 25 и 50 %, а количество рабочих часов в неделю должно быть 72 или 112 часов. Модели, в которых или коэффициент совмещения работ равен 0 %, или количество рабочих часов в неделю равно 40 часам, не отвечают заданным ограничениям и не могут рассматриваться в дальнейшем выборе эффективной модели.

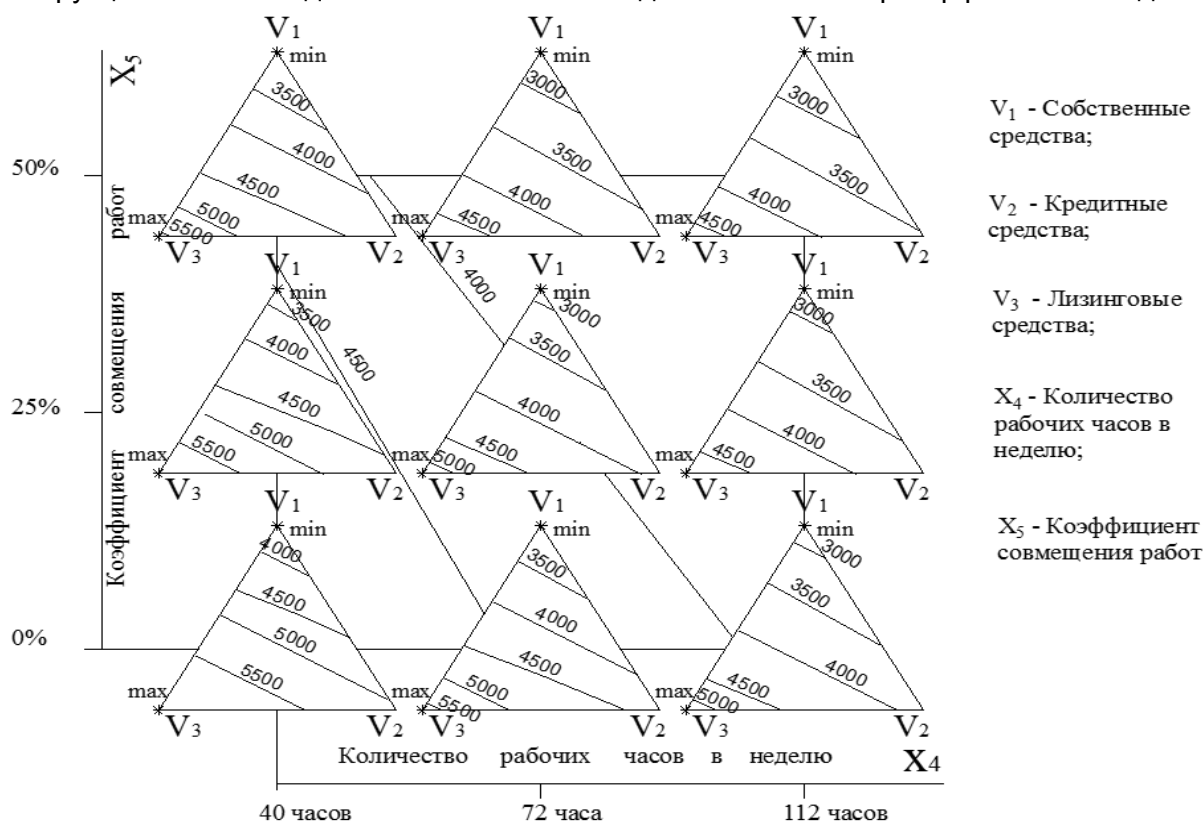


Рис. 3 График влияния факторов варьирования на стоимость (тыс. грн.) проекта перепрофилирования здания административно-бытового корпуса завода строительно-отделочных машин в офисный центр

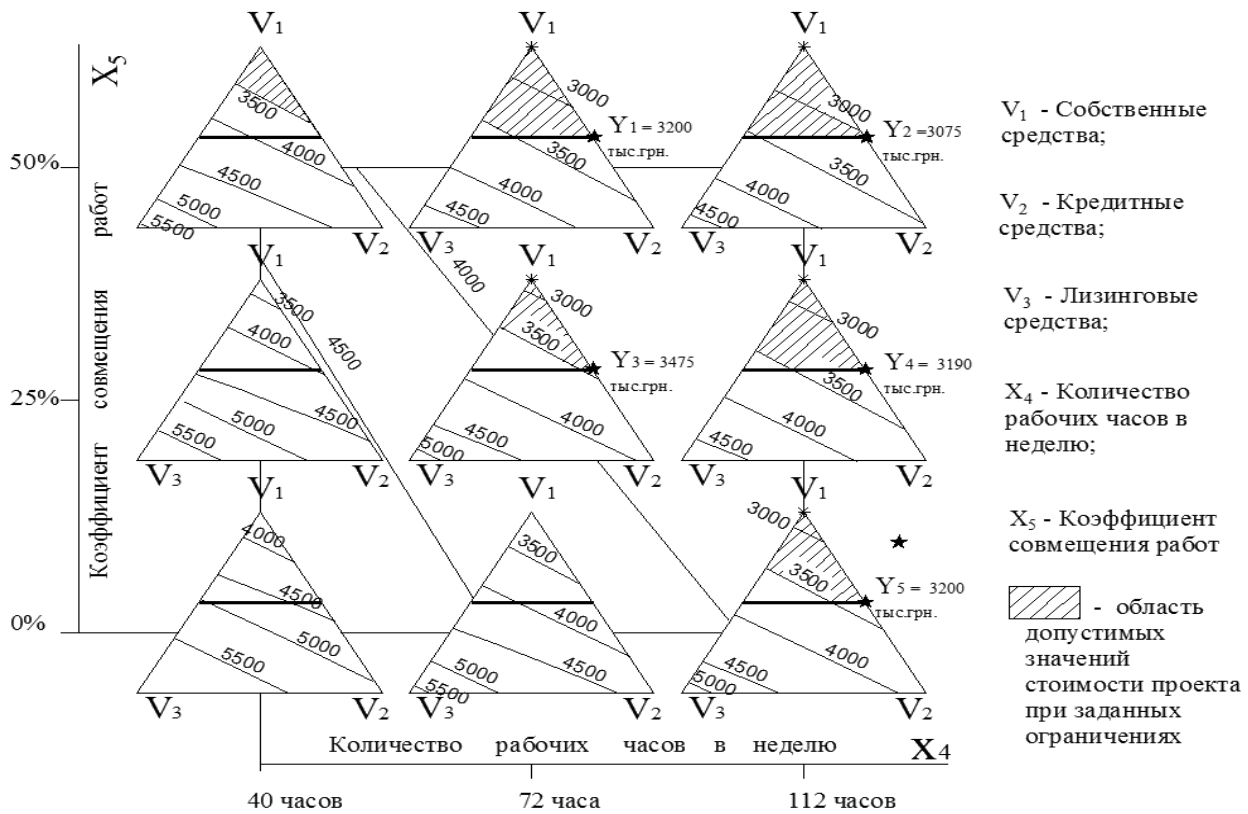


Рис. 4. График влияния факторов варьирования на стоимость проекта перепрофилирования здания с ограничениями

Моделями с наименьшей стоимостью в рамках рассматриваемой зоны с ограничениями могут быть:

$Y_1=3200$ тыс. грн. при 72 рабочих часах в неделю и коэффициенте совмещения работ равном 50%;

$Y_2=3075$ тыс. грн. при 112 рабочих часах в неделю и коэффициенте совмещения работ равном 50%;

$Y_3=3475$ тыс. грн. при 72 рабочих часах в неделю и коэффициенте совмещения работ равном 25%;

$Y_4=3190$ тыс. грн. при 112 рабочих часах в неделю и коэффициенте совмещения работ равном 25%;

$Y_5=3400$ тыс. грн. при 112 рабочих часах в неделю и коэффициенте совмещения работ равном 0%.

В данном случае наименьшая стоимость проекта составляет 3075 тыс. грн., при 112 рабочих часах в неделю и при коэффициенте совмещения работ равному 50 %. Этот вариант реализации проекта перепрофилирования здания административно-бытового корпуса завода строительно-отделочных машин в офисный центр был выбран как наиболее

эффективный, учитывая имеющиеся ограничения.

Выводы. 1. Выбор эффективной модели финансирования проектов перепрофилирования зданий следует проводить в соответствии с приведенным алгоритмом.

2. Внедрение разработанной методики при перепрофилировании здания административно-бытового корпуса завода строительно-отделочных машин в офисный центр позволило выбрать эффективную модель финансирования и организации работ при заданных ограничениях.

3. Разработанная методика может быть использована для выбора эффективных моделей финансирования других инвестиционно-строительных проектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Экономика строительства: учебник / под общ. ред. И.С. Степанова. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Юрайт-Издат, 2007. – 620 с.

2. Экономика отрасли (строительство): уч. пособие / И. Б. Ефименко, А. Н. Плотников. – М.: Вузовский учебник, 2009. – 357 с.

3. Харпер-Смит П. Управление проектами [Текст] / П. Харпер-Смит, С.Дерри; - М.: Дело и Сервис, 2011. - 240с.

4. Н.С Бушуева. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития [Текст]/ Н.С Бушуева, - К.: Науковий світ, 2007–199с.

5. Myers R. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments–2nd ed. / R. Myers R., D. Montgomery // John Wiley & Sons, 2002. – 814 p.

6. Вознесенский В.А. МУ к курсовой работе по дисциплине «Математическое моделирование и принятие оптимальных решений на ЭВМ» [Текст]/ Вознесенский В.А., Кровяков С.А., Савченко С.В.; - Одесса, 2003. – 57с.

7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский// М. : Наука. – 1-е изд., 1971. – 283 с. – 2-е изд., 1976. – 279 с.

8. Налимов В.В. Теория эксперимента. / В.В. Налимов// М. : Наука, 1971. – 208 с.

9. Краковский Г.И. Планирование экспериментов / Г.И. Краковский, Г.Ф.Филаретов. // Минск: БТУ, 1982. – 757 с.

10. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский // М.: Финансы и статистика, 1981. - 263с.

АНОТАЦІЯ

Представлена методика вибору ефективних фінансових рішень при реконструкції будівель з перепрофілюванням. Методика заснована

на побудові різних варіантів проекту в програмі Microsoft Project, їх експериментально-статистичному аналізі з використанням програми COMPEX, введенні обмежень і визначенні найбільш ефективної моделі фінансування проекту перепрофілювання будівлі. Наведено приклад використання розробленої методики при перепрофілюванні будівлі адміністративно-побутового корпусу заводу будівельно-оздоблювальних машин в офісний центр. Дана методика може бути використана для вибору ефективних моделей фінансування інших будівельних проектів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фінансування, моделювання процесів, діючі обмеження, вибір ефективної моделі, експериментально-статистичне моделювання, перепрофілювання.

ANNOTATION

The article describes the methods of selecting effective financial decisions at reconstruction with reprofiling. The methodology is based on the formation of a different variants of project in Microsoft Project program, also experimental and statistical analysis using COMPEX program, input limitations and identifying the most effective model of financing buildings reprofiling project. The article contents an example of the using of methodology for the reprofiling administrative and domestic building of finishing machinery factory in the office center. This methodology can be used to select efficient models of financing other reconstruction projects.

KEYWORDS: financing, process modeling, the current limitations, the selection of an effective model, experimental and statistical modeling, reprofiling.