

Д. Е. Матвеев, Е. Р. Матвеев

Экономико-математические методы при оценке инвестиционного проекта такси

В статье рассмотрен пример применения экономико-математических методов динамического программирования и имитационного моделирования при оценке доходности инвестиций в таксомоторный бизнес. Результатом исследования является оценка эффективности инвестиционного проекта и расчет параметров его чувствительности.

Ключевые слова: экономико-математические методы, динамическое программирование, имитационное моделирование, инвестиции, инвестиционный проект, оценка эффективности проекта, таксомоторный бизнес.

D. E. Matveev, E. R. Matveev

Economic and Mathematical Methods in Evaluation of Taxi Investment Project

The article presents an example of the use of economic-mathematical methods of dynamic programming and simulation to evaluate return on investment in the taxi business. The result of the study is to evaluate effectiveness of the investment project and calculation of parameters of its sensitivity.

Keywords: economic and mathematical methods, dynamic programming, simulation, investment, an investment project, evaluation of the project, taxi business.

Введение

Обучение студентов-экономистов в педагогических вузах экономико-математическим методам исследований является необходимой составляющей процесса подготовки будущих учителей. Среди используемых методов формирования экономико-математических компетенций важное место занимают методы динамического программирования и имитационного моделирования. В статье изучено их применение к оценке эффективности инвестиций в таксомоторный бизнес. Настоящая работа продолжает исследования, начатые авторами в трудах [2] и [3].

Такси в качестве демонстрационного примера выбрано в силу следующих причин.

Во-первых, такси становится одним из привлекательных видов бизнеса. Легкость вхождения в рынок, предполагаемые и легко оцениваемые доходы привлекают к нему все большее число предпринимателей. В то же время таксомоторный бизнес подвержен большому количеству трудно контролируемых рисков. Анализ инвестиционного проекта такси может стать одним из способов формирования профессионального мышления студентов-экономистов педагогических вузов.

Во-вторых, при эксплуатации автомобилей такси необходимо придерживаться оптимальной периодичности обновления автопарка. Для определения периодичности обновления машин, позволяющей достичь максимальной доходности, мы воспользовались алгоритмом решения известной задачи о замене оборудования применительно к обновлению автопарка. Можно сделать вывод, что инвестиционный проект такси может служить наглядной демонстрацией применения теоретических расчетов в реальном бизнесе.

В-третьих, методика оценки эффективности инвестиционного проекта такси демонстрирует студентам подход, основанный на имитационном моделировании реального бизнес-процесса.

Таким образом, оценка инвестиционного проекта на примере такси показывает студентам применение математических методов в реальном бизнесе и формирует причинно-следственную связь между академическими знаниями и практическими навыками.

1. Определение оптимальной периодичности обновления автопарка

Основным вопросом оценки окупаемости инвестиций является определение оптимальной периодичности обновления автопарка. Применительно к нашему исследованию постановка проблемы выбора оптимальной стратегии выглядит следующим образом [4, с. 118]. Определить оптимальную

стратегию обновления автопарка в период длительностью m лет, причем прибыль за каждые i лет, $i=1, \dots, m$, от предоставления в аренду автомобиля возраста t лет должна быть максимальной.

Введем следующие обозначения:

$r(t)$ – выручка от предоставления в аренду автомобиля возраста t лет;

$l(t)$ – периодические затраты, зависящие от возраста автомобиля t ;

$c(t)$ – остаточная стоимость автомобиля возраста t ;

p – стоимость нового автомобиля.

Под возрастом автомобиля понимается период его эксплуатации после последней замены, выраженной в числе лет.

Поиск оптимальной схемы обновления автопарка состоит в последовательной реализации следующих шагов.

1. Число шагов решения задачи равно числу лет, в течение которых эксплуатируется автомобиль.
2. На каждом шаге решение о замене автомобиля определяется его возрастом t .
3. На каждом шаге мы можем либо продать старый и приобрести новый автомобиль, либо продолжить эксплуатировать старый автомобиль.

Каждому варианту приписывается число

$$x_i(t) = \begin{cases} 0, & \text{если автомобиль не меняется;} \\ 1, & \text{если автомобиль меняется.} \end{cases} \quad (1)$$

4. На каждом шаге сравнивается прибыль от эксплуатации старого автомобиля с прибылью, которую можно получить от продажи старого автомобиля и ввода в эксплуатацию нового автомобиля.

$$\varphi_i(t) = \begin{cases} r(t) - l(t), & \text{если автомобиль не заменяется в начале } i\text{-го года;} \\ c(t) - p - r(0) - l(0), & \text{если автомобиль заменяется.} \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, если автомобиль не продается, то прибыль от его использования – это разность между выручкой от предоставления автомобиля в аренду и эксплуатационными издержками. При замене автомобиля прибыль составляет разность между остаточной стоимостью автомобиля и стоимостью нового автомобиля, к которой прибавляется разность между выручкой от аренды и эксплуатационными издержками для нового автомобиля.

Сущность бизнеса заключается в предоставлении в аренду автомобилей такси с обеспечением оплачиваемых предприятием диспетчерских услуг. Будем считать, что автомобиль находится в эксплуатации не более десяти лет. При этом арендная плата в течение этого срока уменьшается от одной тысячи шестисот рублей до одной тысячи рублей. Стоимость нового автомобиля колеблется в зависимости от комплектации и объема двигателя от 360 до 400 тыс. руб., поэтому для определенности можно принять ее равной 400 тыс. руб. Пусть коэффициент полезного использования автомобиля ежегодно будет уменьшаться на пять процентов, а рыночная стоимость автомобиля на двадцать процентов.

Оценим объем переменных расходов. В течение первого года основные эксплуатационные расходы складываются из замены моторного масла и фильтров и сезонного обновления покрышек. Следует также учесть расходы на мойку, химчистку салона и периодическую замену чехлов, чтобы закрыть потертые в результате интенсивной эксплуатации кресла.

Необходимо также предусмотреть расходы на кузовной ремонт в случае необходимости восстановления автомобиля после ДТП. Кроме того, к эксплуатационным расходам следует отнести расходы на ОСАГО и технический осмотр, который таксомоторному автомобилю в соответствии с новым законодательством необходимо проходить два раза в год. В целом эксплуатационные расходы в течение первого года использования автомобилей составляют около 100 тысяч рублей в год или около 8 тыс. руб. в месяц на один автомобиль. Будем считать, что эксплуатационные расходы каждый год возрастают на десять процентов. Расчет эксплуатационных расходов на содержание автопарка приведен в форме табл. 1.

Таблица 1

Расчет прибыли от предоставления автомобилей в аренду

Год	Стоимость аренды автомобиля в сутки, тыс. руб.	Коэффициент использования автомобиля	Стоимость аренды автомобиля в год, тыс. руб. $r(t)$	Стоимость эксплуатации, тыс. руб. $l(t)$	Прибыль от аренды автомобиля в год, тыс. руб. $\phi(t)=r(t)-l(t)$	Рыночная стоимость автомобиля, тыс. руб. $c(t)$
0	1,6	1	576	96	480	400
1	1,6	0,95	547	106	442	320
2	1,6	0,90	520	116	404	256
3	1,5	0,86	463	128	335	205
4	1,5	0,81	440	141	299	164
5	1,4	0,77	390	155	235	131
6	1,2	0,74	318	170	147	105
7	1,1	0,70	277	187	89	84
8	1	0,66	239	206	33	67
9	1	0,63	227	226	1	54

Теперь можно перейти к определению оптимальной периодичности обновления автопарка. Обозначим через $W_i(t)$ прибыль от предоставления в аренду автомобилей возраста t с конца i -го года до конца периода эксплуатации. Тогда расчетная таблица заполняется по следующим формулам: для $i=7$ функциональное уравнение имеет вид

$$W_7 = \max_{x_7 \in \{0,1\}} \begin{cases} r(t) - l(t); \\ c(t) - p + r(0) - l(0). \end{cases} \quad (3)$$

для $1 \leq i \leq m$ основное функциональное уравнение имеет вид

$$W_i = \max_{x_i \in \{0,1\}} \begin{cases} r(t) - l(t) + W_{i+1}(t); \\ c(t) - p(t) + r(0) - l(0) + W_{i+1}(1). \end{cases} \quad (4)$$

Для определения оптимальной периодичности обновления автопарка начнем спускаться по табл., начиная с $W_i(0)$, по следующему правилу: если $x_i = 0$, то спускаемся для W_{i-1} на одну строку ниже. Если $x_i = 1$, то поднимаемся для W_{i-1} на строку $t = 1$. Совокупные расчеты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет оптимальной стратегии замены автомобиля

t	i=10		i=9		i=8		i=7		i=6	
	x_{10}	W_{10}	x_9	W_9	x_8	W_8	x_7	W_7	x_6	W_6
0	0	480	0	922	0	1 325	0	1 725	0	2 125

1	0	442	0	845	1	1 245	1	1 645	1	2 045
2	0	404	1	778	1	1 181	1	1 581	1	1 981
3	0	335	1	726	1	1 130	1	1 530	1	1 930
4	0	299	1	685	1	1 089	1	1 489	1	1 889
5	0	235	1	653	1	1 056	1	1 456	1	1 856
6	1	185	1	626	1	1 030	1	1 430	1	1 830
7	1	164	1	605	1	1 009	1	1 409	1	1 809
8	1	147	1	589	1	992	1	1 392	1	1 792
9	1	134	1	575	1	979	1	1 379	1	1 779
10	1	80	1	522	1	925	1	1 325	1	1 725

i=5		i=4		i=3		i=2		i=1	
x_5	W_5	x_4	W_4	x_3	W_3	x_2	W_1	x_1	W_1
0	2 525	0	2 925	0	3 325	0	3 725	0	4 125
1	2 445	1	2 845	1	3 245	1	3 645	1	4 045
1	2 381	1	2 781	1	3 181	1	3 581	1	3 981
1	2 330	1	2 730	1	3 130	1	3 530	1	3 930
1	2 289	1	2 689	1	3 089	1	3 489	1	3 889
1	2 256	1	2 656	1	3 056	1	3 456	1	3 856
1	2 230	1	2 630	1	3 030	1	3 430	1	3 830
1	2 209	1	2 609	1	3 009	1	3 409	1	3 809
1	2 192	1	2 592	1	2 992	1	3 392	1	3 792
1	2 179	1	2 579	1	2 979	1	3 379	1	3 779
1	2 125	1	2 525	1	2 925	1	3 325	1	3 725

Таким образом, максимальная доходность от эксплуатации автомобилей достигается при их ежегодном обновлении.

2. Оценка окупаемости инвестиционного проекта методом имитационного моделирования

Сущность бизнеса заключается в предоставлении в аренду автомобилей такси с обеспечением оплачиваемых предприятием диспетчерских услуг. Оценим расходную часть проекта. Они складываются из затрат на приобретение пятидесяти автомобилей Renault Logan, оборудования, диспетчерской и ремонтной базы для обслуживания автопарка. Основные затраты при создании автопарка приходятся на приобретение автомобилей. Стоимость автомобиля, как отмечалось выше, колеблется в зависимости от комплектации и объема двигателя от 360 до 400 тыс. руб. Тогда на приобретение пятидесяти автомобилей необходимо затратить около восемнадцати миллионов рублей.

Для организации ремонтной базы придется приобрести небольшой автосервис с достаточно просторной огороженной территорией. Средняя рыночная цена такого автосервиса в среднеевропейском городе России составляет около 1,5 миллионов рублей. С учетом затрат на оформление автомобилей, страховку, приобретение ремонтного и моечного оборудования, расходов на организацию офиса объем первоначальных вложений составит около двадцати двух миллионов рублей.

Будем условно считать, что собственные средства составляют половину требуемой суммы, а для финансирования второй половины проекта в размере около 10 млн. руб. будут привлечены заемные денежные средства. Реальным способом их получения является приобретение автомобиля при содействии лизинговой компании. Пусть при покупке автомобиля в минимальной комплектации первоначальный взнос из собственных средств составляет 150 тыс. руб., а недостающая сумма в размере 210 тыс. руб. выплачивается лизинговой компанией. Тогда доля лизинговой компании на приобретение пятидесяти автомобилей будет примерно равна 10 млн. руб., что и равняется второй половине первоначального капитала.

С учетом стоимости привлеченных по лизингу средств по процентной ставке 15 % годовых на два года общая сумма долга, которую надо погасить в течение двух лет, составляет около 12 млн. руб. или около 500 тыс. руб. в месяц. В целом [1, с. 50] переменные затраты таксомоторного предприятия с учетом арендных и лизинговых платежей, расходов на запчасти и комплектующие и заработной платы составляют около 1600 тыс. руб.

Оценим доходную часть проекта. Доходы предприятия складываются из арендной платы автомобилей такси, а капитал предприятия формируется из собственных и заемных средств.

При арендной плате, составляющей около полутора тысяч рублей в сутки, автомобиль с учетом простоев и аварий приносит около тридцати шести тысяч рублей выручки в месяц. В целом для компании это составит около 1800 тыс. руб. в месяц, что примерно покрывает ежемесячные переменные издержки на содержание автопарка и формирует его текущую прибыль. Остаточная стоимость автомобиля к концу года в зависимости от состояния автомобиля составит около 300 тысяч рублей. С учетом того, что каждые полгода в результате аварии будет полностью выходить из строя один автомобиль, то при обновлении автопарка от продажи автомобилей компания получит чистый доход в размере 14400 тыс. руб. Вычисленная стоимость годового денежного дохода составляет около 4000 тыс. руб. (табл. 4). Тогда к началу второго года собственные средства компании составят 1840 тыс. руб., и, добавляя заемные средства в объеме 1600 тыс. руб., компания полностью обновит автопарк. К началу второго года общий объем заемных средств с учетом остатка по невыплаченному лизингу в целом составит около 7600 тыс. руб. Тогда анализ инвестиций по годам может быть представлен в форме табл. 3.

Таблица 3

Анализ эффективности инвестиций

Номер цикла	Начало/конец цикла	Собственные средства, тыс. руб. x_1	Заемные средства, тыс. руб. x_2	Всего капитала, тыс. руб. x_3	NPV, тыс. руб. x_4	Рыночная стоимость машины, тыс. руб. x_5	Количество машин x_6	Всего x_7
1	Начало цикла	10000	12000	22000		400	50	20000
	Конец цикла		6000		4000	300	48	14400
2	Начало цикла	18400	7600	26000		400	50	20000
	Конец цикла		1600		4000	300	48	14400
3	Начало цикла	18400	3200	21600		400	50	20000
	Конец цикла				5800	300	48	14400

4	Начало цикла	20200		20200		400	50	20000
	Конец цикла				10000	300	48	14400

Таким образом, окупаемость проекта, при которой будет получена прибыль и при которой для обновления автопарка компании будет достаточно собственных средств, может быть достигнута к концу третьего года.

3. Оценка эффективности инвестиционного проекта

Оценка дисконтированных денежных потоков – это наиболее важный метод оценки эффективности, исследованный в монографии [1]. Оценкой актива является современная приведенная стоимость ожидаемых денежных потоков, вычисляемая по формуле

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (5)$$

где n – срок жизни актива;

CF_t – денежные потоки за период t ;

r – ставка дисконтирования.

В табл. приведены рассчитанные в табличном процессоре EXCEL дисконтированные денежные платежи при условии суточной арендной платы в 1500 руб., уменьшенные на величину ежемесячных переменных издержек. Определим средневзвешенную цену капитала:

$$WACC = 0,15 \cdot (1 - 0,2) \cdot \frac{12}{22} + \frac{10}{22} \cdot 0,085 = 0,1.$$

В качестве цены собственного капитала мы взяли среднюю ставку по депозитам в Сбербанке РФ, равную 8,5 %. При выборе схемы налогообложения в виде единого налога на вмененный доход величина квартальных налоговых выплат составит 160272 руб. или около 53 тыс. руб. ежемесячно. При расчете дисконтированных денежных потоков за первый год мы будем в соответствии с приведенными расчетами считать, что расходы на ежемесячную эксплуатацию машины составляют около 8 тыс. руб. в месяц. При расчете доходности предоставления автомобилей такси в аренду мы считали коэффициент загрузки автотранспорта равным 0,8.

Таблица 4

Дисконтированные денежные потоки за первый год

Время, t	Количество машин	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.	NPV	NPV с учетом переменных издержек	NPV с учетом лизинговых платежей	NPV с учетом налоговых выплат, тыс. руб.	NPV с учетом эксплуатационных расходов, тыс. руб.
0	50	400	1800,0	1228,0	728,0	727,9	327,9
1	50	400	1784,5	1217,4	721,7	721,7	325,1
2	50	400	1769,2	1207,0	715,5	715,5	322,3
3	50	400	1754,0	1196,6	709,4	709,3	319,6
4	50	400	1738,9	1186,3	703,3	703,2	316,8
5	50	400	1723,9	1176,1	697,2	697,2	314,1
6	50	400	1709,1	1166,0	691,2	691,2	311,4

7	49	392	1660,5	1122,1	651,4	651,4	282,4
8	49	392	1646,2	1112,4	645,8	645,8	279,9
9	49	392	1632,1	1102,9	640,2	640,2	277,5
10	49	392	1618,0	1093,4	634,7	634,7	275,1
11	49	392	1604,1	1084,0	629,3	629,2	272,8
12	49	392	1590,3	1074,6	623,9	623,8	270,4
Итого			22030,9	14966,7	8791,7	8791,1	3895,3

Экономическая эффективность исследуемого бизнеса функционально зависима от набора инвестиционных параметров. Оценим критические значения показателей проекта при фиксированных значениях остальных параметров. Критические значения параметров инвестиционного проекта показывают их значения, при которых чистая приведенная стоимость за период становится равной нулю при неизменных значениях остальных параметров. Приведем результаты расчетов в среде EXCEL в форме табл. 5.

Таблица 5

Критические значения параметров чувствительности проекта

№	Параметр	Базовые значения параметров	Критические значения параметров
1	Количество машин	50	32
2	Эксплуатационные расходы на один автомобиль, тыс. руб.	10	14
3	Коэффициент использования автомобиля, %	80	66
4	Величина арендной платы за автомобиль, тыс. руб.	1,5	1,23
5	Налог на прибыль, %	20	
6	Постоянные издержки, тыс. руб.	572	887
7	Лизинг, тыс. руб.	500	815

Заключение

При реализации рассмотренной модели, приближенно описывающей процесс эксплуатации автомобилей такси, максимальная прибыль будет получена, если организовать ежегодное обновление автопарка.

При этом правильная организация производства и поддержание финансовых потоков на расчетном уровне позволят к концу третьего года достичь окупаемости проекта.

Однако для этого необходимо поддерживать его основные параметры в границах расчетных значений. Даже при незначительном отклонении показателей, приведенных в таблице, от критических значений инвестиционный проект такси теряет свою доходность.

При этом наиболее существенными факторами, определяющими доходность бизнеса, служат размер автопарка, величина арендной платы водителей такси и величина лизинговых платежей. К менее

существенным и более трудно контролируемым факторам относятся эксплуатационные расходы, интенсивность использования автомобиля и постоянные издержки.

Библиографический список

1. Дамодаран, А. Инвестиционная оценка : Инструменты и методы оценки любых активов [Текст] : [пер. с англ.] / А. Дамодаран. – 6-е издание. – М. : Альпина Паблишерз, 2010. – 1338 с.
2. Матвеев, Д. Е. Особенности оценки инвестиционного проекта по созданию автопарка [Текст] : магистерская диссертация / Д. Е. Матвеев. – ГУ-ВШЭ Москва, МГУ, 2012.
3. Матвеев, Д. Е., Матвеев, Е. Р. Оценка инвестиционного проекта такси [Текст] / Д. Е. Матвеев, Е. Р. Матвеев // Казанская наука. – 2012. – № 11. – С. 129–133.
4. Хазанова, Л. А. Математическое моделирование в экономике [Текст] / Л. А. Хазанова. – М. : Издательство БЕК, 1998. – С. 118.

Bibliograficheskiy spisok

1. Damodaran, A. Investitsionnaya otsenka : Instrumenty' i metody' otsenki lyuby'h aktivov [Tekst] : [per. s angl.] / A. Damodaran. – 6-ye izdaniye. – M. : Al'pina Pablisherz, 2010. – 1338 s.
2. Matveyev, D. Ye. Osobennosti otsenki investitsionnogo proyekta po sozdaniyu avtoparka [Tekst] : magistrskaya dissertatsiya / D. Ye. Matveyev. – GU-VSHE Moskva, MGU, 2012.
3. Matveyev, D. Ye., Matveyev, Ye. R. Otsenka investitsionnogo proyekta taksi [Tekst] / D. Ye. Matveyev, Ye. R. Matveyev // Kazanskaya nauka. – 2012. – № 11. – S. 129–133.
4. Hazanova, L. A. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike [Tekst] / L. A. Hazanova. – M. : Izdatel'stvo BEK, 1998. – S. 118.