

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОИСКА ТОЧЕК НЕВОЗВРАТА БИЗНЕС-ПРОЕКТОВ В КРИЗИСЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ ВЫХОДА ИЗ НЕГО (НА ПРИМЕРЕ ТУРБАЗЫ «ПОЛЁТ» В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Акопян А.А., Кореева Е.Б.

*Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева,
Российская Федерация, г. Самара*

Аннотация. В статье рассматривается проблема управления инфраструктурными активами образовательных организаций с высоким уровнем износа. На примере турбазы «Полёт» разработана имитационная цифровая модель идентификации технической, финансовой и репутационной точек невозврата. Смоделированы четыре стратегии выхода из кризиса. Доказано, что минимальные инвестиции лишь откладывают точку невозврата на 1,5 года. Единственной жизнеспособной стратегией является привлечение целевой субсидии с переходом к гибридной модели использования.

Ключевые слова: точка невозврата, имитационное моделирование, логистическая регрессия, Монте-Карло, турбаза «Полёт».

Благодарности. Выражаю благодарность в подготовке данной статьи заведующему кафедрой математических методов в экономике Гераськину М.И. и своему научному руководителю Кореевой Е.Б.

Введение

Старение основных фондов – острая проблема российской экономики, особенно проявляющаяся в активах на балансе бюджетных учреждений. Многие вузы унаследовали загородные базы отдыха и учебно-полевые полигоны, которые в современных условиях являются убыточными и требуют либо значительных капитальных вложений, либо списания [1, 2, 10].

Проблема усугубляется отсутствием целевых источников финансирования капитального ремонта. Формируется замкнутый кризисный цикл: отсутствие инвестиций; деградация инфраструктуры; падение заполняемости; убытки; консервация деградации [3].

Ключевым концептом становится «точка невозврата» (point of no return) – момент, после которого восстановление актива экономически нецелесообразно [4]. В исследовании на примере турбазы «Полёт» решаются задачи: (1) формализация точки невозврата; (2) разработка имитационной модели; (3) построение логистической регрессии для прогнозирования вероятности; (4) моделирование альтернативных стратегий; (5) идентификация оптимальной стратегии.

Объект исследования

Турбаза «Полёт» находится в оперативном управлении Самарского университета. Физический износ инженерных систем достиг 85%. Критические узлы: трубопроводы, душевые, столовая, противопожарная система. Заполняемость в сезон составляет 20-30%, что выполняет лишь необходимый годовой план. Порог безубыточности равен 70%. Основной контингент — студенты и преподаватели на бесплатной или льготной основе. Годовой убыток составляет примерно 1,8-2,2 млн руб. (с учетом налогов и зарплаты сотрудников).

Формализация точки невозврата

В рамках исследования выделены три типа точек невозврата.

Техническая фиксируется при превышении износом порога 85% в сочетании с частотой аварий более 0,7 за три месяца. Финансовая наступает, когда накопленный убыток превышает ликвидационную стоимость. Репутационная характеризуется оценкой комфорта ниже 3 из 5 и отказом от посещения даже на бесплатной основе.

Ключевая гипотеза исследования: точка невозврата наступает за 12-18 месяцев до момента неизбежного списания. Цифровая модель позволяет предсказать этот рубеж и сформировать временной коридор для управленческих решений [5, 11].

Имитационная модель

Для описания состояния турбазы в каждый момент времени введём вектор состояния:

$$S_t = (C_t, D_t, R_t, F_t, Oсс_t),$$

где C_t — индекс комфорта, D_t — износ $[0,1]$, R_t — репутационный индекс, F_t — денежный поток (млн руб./мес), $Oсс_t$ — заполняемость.

Изменение износа от месяца к месяцу подчиняется следующему разностному уравнению, учитывающему естественную деградацию, проведение ремонтных работ и аварийные события:

$$D_{t+1} = D_t + \alpha \cdot (1 - I_{\text{ремонт}}) + \beta \cdot \text{Аварии}_t, \\ \alpha = 0,01 \text{ (12\% годовых)}, \beta = 0,05, I_{\text{ремонт}} \in \{0,1\}.$$

Техническая точка невозврата констатируется при выполнении условия:

$$\text{PONR}_{\text{tech}} = 1 \text{ при } D_t > 0,85 \text{ и } \text{Аварии}_{[t-2,t]} > 0,7.$$

Общий объём инвестиций складывается из трёх компонент — ремонтных работ, цифровых модулей и маркетинговых активностей:

$$I_{\text{total}} = \sum R_j + \sum K_m + \sum M_n,$$

где R_j — ремонт (трубы, душевые, столовая, пожарная система); K_m — цифровые модули; M_n — маркетинг.

Ежемесячный денежный поток определяется доходами от льготных и коммерческих заездов за вычетом переменных и постоянных затрат, а также расходов на аварийные ремонты:

$$CF_t = Q_{\text{fact},t} \cdot (\theta_t P_{\text{com}} + (1 - \theta_t) P_{\text{stud}}) - C_{\text{var}}^{\text{util}} Q_{\text{fact},t} - C_{\text{fix}}^{\text{base}} - C_{\text{fix}}^{\text{staff}} - C_{\text{var}}^{\text{repair}} \lambda_t.$$

Фактическая заполняемость мультипликативно снижается за счёт физической деградации инфраструктуры и сопутствующих имиджевых потерь. Интенсивность аварий при этом растёт экспоненциально с ростом износа:

$$Q_{\text{fact},t} = Q_{\text{max}} \cdot (1 - k_d D_t) \cdot (1 - k_s (1 - e^{-\lambda_t})),$$

где $k_s = 0,25$, $\lambda_t = \lambda_0 e^{\gamma D_t}$ ($\lambda_0 = 0,3$, $\gamma = 1,2$).

Прогнозирование риска: логистическая регрессия

Для количественной оценки вероятности наступления точки невозврата применяется бинарная логистическая регрессия. Зависимая переменная $Y_t = 1$ означает, что точка невозврата наступила в месяце t , иначе $Y_t = 0$.

Вероятность наступления события выражается через логистическую функцию от линейной комбинации предикторов:

$$P(Y_t = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 D_t + b_2 \cdot \text{Убыток}_t + b_3 \cdot (1 - \text{Осст}_t) + b_4 \cdot \text{Субсидия})}}.$$

Калибровка коэффициентов выполнена методом максимального правдоподобия на исторических данных за 24 месяца и представлена в таблице 1. Применённый подход согласуется с современными методами гибридной оценки данных [12].

Таблица 1. Коэффициенты (калибровка 24 месяца ROC-AUC = 0,89)

Переменная	Коэффициент	Значение
b_0	-3,2	Базовый порог
b_1	4,7	Главный фактор - износ
b_2	2,3	Финансовый убыток
b_3	1,8	Падение спроса
b_4	-2,9	Защитный фактор

Правило принятия решения требует одновременного выполнения двух условий:

$$\text{PONR} = \text{True} \text{ при } P(Y_t = 1) > 0,7 \text{ и } D_t > 0,75.$$

Интегральным критерием эффективности выступает риск-скорректированная прибыль, которая учитывает как дисконтированные денежные потоки, так и цену риска достижения точки невозврата:

$$\Pi_{\text{risk}} = \frac{\sum CF_t}{(1+r)^t} - I_{\text{total}} - \rho \cdot P_{\text{ponr}},$$

где $r = 10\%$, $\rho = 5$ млн руб. (цена риска).

Сценарии и результаты

Моделирование на Python с методом Монте-Карло (10 000 итераций, горизонт 5 лет, шаг 1 месяц). Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты моделирования сценариев

Стратегия	Инвестиции (млн.руб)	Заполняемость через 3 года (%)	Годовая прибыль (млн.руб)	Риск PONR (%)	Срок жизни (лет)
S_1	0	12	-2,1	98	2
S_2	5	30	-0,7	65	3-4
S_3	20	65	0,2	18	10
S_4	12	55	-0,1	7	8

Результаты расчёта Π_{risk} приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты расчета Π_{risk}

Сценарий	NPV (млн.руб)	P_{ponr}	Π_{risk} (млн.руб)
S_1	-6,15	0,98	-11,05
S_2	-9,45	0,65	-12,7
S_3	-21,31	0,18	-22,21
S_4	4,93	0,07	4,58

Сценарии и результаты

S_2 это сценарий ловушки минимальных инвестиций. В рассмотренном кейсе 5 млн руб. снижают риск с 98% до 65%, но база закрывается через 3-4 года. Это отсрочка неизбежного на 1,5 года, но проблему не решает.

S_3 сценарий экономически несостоятелен. NPV = -21,31 млн руб. При сохранении низкой доли коммерческих клиентов (10%) полный ремонт все равно не окупается.

S_4 – это единственная жизнеспособная стратегия. Субсидия 12 млн руб., а также повышение доли коммерческих клиентов до 60% дают положительную риск-скорректированную прибыль (4,58 млн руб.) и риск PONR всего 7%.

Валидация описывает среднее время до PONR без субсидии – 18 месяцев (95% ДИ: 14-22); с субсидией выходит более 60 месяцев. Точность ретроспективного прогноза – 85%, ROC-AUC = 0,89.

Заключение

Формализована точка невозврата через три измерения. Подтверждено, что она наступает за 12-18 месяцев до неизбежного списания. Разработана имитационная модель на Python, учитывающая стохастическую аварию и экспоненциальный рост интенсивности отказов. Построена логистическая регрессия. Субсидия – защитный фактор, а износ – главный фактор риска. Эмпирически доказано: минимальные инвестиции 5 млн руб. – это ловушка, откладывающая точку невозврата на 1,5 года без изменения траектории деградации. Оптимальная стратегия S4: целевая субсидия 12 млн руб. и гибридная модель (60% коммерческих, 40% льготных заездов). Риск-скорректированная прибыль в 4,58 млн руб., и риск PONR - 7%. Предложенный подход масштабируется на аналогичные активы: старые общежития, учебные хозяйства, загородные лагеря.

Точка невозврата – не приговор, а предсказуемый рубеж. Цифровая модель позволяет его идентифицировать и принять решение до наступления критического момента.

Список литературы

1. Гераськин М.И., Кузнецова О.А. Анализ монополистической конкуренции на рынках, связанных с продажей товаров в кредит // В сборнике: Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2020). Сборник трудов по материалам VI Международной конференции и молодежной школы. В 4-х томах. Под редакцией В.А. Фурсова. 2020. С. 611-619.
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2012. 604 с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2005. 320 с.
4. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтез, 1997. 188 с.
5. Клейнер Г.Б. Системная экономика: шаги развития. М.: Издательский дом «Наука», 2021. 746 с.

6. Forrester J.W. Industrial Dynamics. Cambridge, MA: MIT Press, 1961. 464 p.
7. Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000. 982 p.
8. Dorfman R. An Economic Interpretation of Optimal Control Theory // American Economic Review. 1969. Vol. 59. No. 5. pp. 817-831.
9. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. 68 с.
10. Кореева Е.Б., Майорова И.В. Электронный документооборот на предприятии: комплексный анализ преимуществ, проблем и перспектив развития // Финансовая экономика. 2026. № 4. С. 229-234.
11. Кореева Е.Б., Майорова И.В. Внедрение системы электронного документооборота: пошаговая методика организации бизнес-процессов на предприятии // Финансовая экономика. 2026. № 4. С. 232-234.
12. Кореева Е.Б., Наумов М.Д. Гибридный подход к оценке смысловой близости текстовых данных с использованием TF-IDF и нейросетевых эмбедингов // Вестники науки. 2026. Т. 3. № 1 (94). С. 1618-1623.
13. Яковлева Н.Г. Игровой метод оценки профессионализма управленцев в процессе их развития // Актуальные проблемы управления — 2002: матер. междунар. науч.-практ. конф., вып. 5. М.: ГУУ, 2002. С. 310-314.
14. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. М.: Прогресс, 1985. 327 с.
15. Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А. Алгоритмы классификации и распознавания образов // Автоматика и телемеханика. 2015. № 12. С. 3-29.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL MODEL FOR IDENTIFYING POINTS OF NO RETURN IN BUSINESS PROJECTS IN CRISIS AND MODELING ALTERNATIVE STRATEGIES FOR EXITING IT (CASE STUDY OF THE "POLYOT" TOURIST BASE IN THE SAMARA REGION)

A.A. Akopyan, E.B. Koreeva

*Samara University,
Samara, Russian Federation*

Abstract. The paper addresses the problem of managing infrastructure assets under the operational control of educational institutions with high depreciation. A simulation digital model is developed to identify technical, financial, and reputational points of no return. Four crisis exit strategies are modeled. Minimum investments are proven to delay the point of no return by 1.5 years only. The only viable strategy is attracting a targeted subsidy combined with a transition to a hybrid usage model.

Keywords: point of no return, simulation modeling, logistic regression, Monte Carlo method, total cost of ownership, "Polyot" tourist base.