

Математическая модель оптимальной приватизации унитарного предприятия

В.И. Аркин, А.Д. Слостников (ЦЭМИ РАН)



Семинар "Математическая экономика", ЦЭМИ РАН

Приватизация — возмездное отчуждение государственного имущества (РФ, субъектов РФ, муниципальных образований) в собственность физических и/или юридических лиц. (Закон №178-ФЗ от 21.12.2001.)

Приватизация — возмездное отчуждение государственного имущества (РФ, субъектов РФ, муниципальных образований) в собственность физических и/или юридических лиц. (Закон №178-ФЗ от 21.12.2001.)

Две группы проблем (Что? и Как?)

Приватизация — возмездное отчуждение государственного имущества (РФ, субъектов РФ, муниципальных образований) в собственность физических и/или юридических лиц. (Закон №178-ФЗ от 21.12.2001.)

Две группы проблем (Что? и Как?)

1. Первая группа — выбор объектов для приватизации.

Надо ли приватизировать объект?

Однозначного ответа нет (ни в теории, ни в эмпирике)

Приватизация — **возмездное отчуждение государственного имущества** (РФ, субъектов РФ, муниципальных образований) в собственность физических и/или юридических лиц. (Закон №178-ФЗ от 21.12.2001.)

Две группы проблем (**Что?** и **Как?**)

1. Первая группа — **выбор** объектов для приватизации.

Надо ли приватизировать объект?

Однозначного ответа нет (ни в теории, ни в эмпирике)

2. Вторая группа — **оптимизация** отдельных элементов механизма приватизации, когда решение о приватизации уже принято.

- Оптимизация сроков приватизации
На уровне отрасли: *Katz, Owen* (1993),
на уровне предприятия: *Андерсон* (2004) – детерминированная,
Chavanasporn, Ewald (2012) – стохастическая модель.

- Оптимизация сроков приватизации
На уровне отрасли: *Katz, Owen* (1993),
на уровне предприятия: *Андерсон* (2004) – детерминированная,
Chavanasporn, Ewald (2012) – стохастическая модель.
- Частичная приватизация в смешанной олигополии:
De Fraja, Delbono (1989); *Matsumura* (1998); *Huang, Lee, Chen*
(2006); *Chen, Mai, Liu, Mai* (2009).
Сосуществуют государственные и частные предприятия.
Частные максимизируют прибыль,
государственные — общ. благосостояние.
Выбор доли приватизации

Общая схема

Объект приватизации — унитарное предприятие (УП).

Особенности (Закон №161-ФЗ от 14.11.2002 г):

- 1) **коммерческая** организация, **не наделенная правом собственности** на имущество, закрепленное за ней собственником (РФ, субъект РФ, муниципальные образования);
- 2) **имущество неделимо** и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе между работниками самого предприятия.

От имени РФ права собственника имущества федерального УП могут также осуществлять:

- 1) Росатом; 2) НИЦ "Институт им. Жуковского";
- 3) Роскосмос; 4) НИЦ "Курчатовский институт".

УП двух видов:

- основанные на праве **хозяйственного** ведения;
- основанные на праве **оперативного управления** (казенные предприятия).

В России к началу 2018 г. было более 18.6 тыс. унитарных предприятий ($\approx 80\%$ — МУП).

Большая сфера деятельности — ЖКХ, торговля, транспорт, оказание услуг, с/х ...

В России к началу 2018 г. было более 18.6 тыс. унитарных предприятий ($\approx 80\%$ — МУП).

Большая сфера деятельности — ЖКХ, торговля, транспорт, оказание услуг, с/х ...

(Гознак, Почта России, Мосфильм, ВГТРК, Мосгортранс, Московский метрополитен, ...)

В России к началу 2018 г. было более 18.6 тыс. унитарных предприятий ($\approx 80\%$ — МУП).

Большая сфера деятельности — ЖКХ, торговля, транспорт, оказание услуг, с/х ...

(Гознак, Почта России, Мосфильм, ВГТРК, Мосгортранс, Московский метрополитен, ...)

Особенности налогообложения

После уплаты налогов унитарное предприятие перечисляет в бюджет определенную долю оставшейся чистой прибыли (не менее 50% для федеральных и многих муниципальных)

УП считаются **малоэффективными** и **негативно влияющими на конкуренцию**.

В декабре 2018 года принят законопроект (в первом чтении), предусматривающий **запрет на создание новых, а также ликвидацию/реорганизацию существующих УП**.

Исключение — предприятия, созданные для обороны и национальной безопасности, в сферах естественных монополий, культуры и некоторых других.

Прибыль предприятия:

до приватизации — процесс π_t^1 , $t \geq 0$,

после приватизации — процесс π_t^2 .

π_t^1 и π_t^2 — случайные процессы.

P — цена приватизации,

M — дополнительные затраты покупателя (на смену собственности, модернизацию и подготовку предприятия к "перезапуску" и т.д.).

Покупатель

В нулевой момент времени возникает потенциальная возможность приватизации предприятия.

У покупателя имеется определенная "свобода выбора": можно откладывать выбор момента приватизации τ до наступления наиболее благоприятной для себя ситуации.

Покупатель

В нулевой момент времени возникает потенциальная возможность приватизации предприятия.

У покупателя имеется определенная "свобода выбора": можно откладывать выбор момента приватизации τ до наступления наиболее благоприятной для себя ситуации.

При выборе он исходит из показателя ожидаемого чистого дохода, приведенного к нулевому моменту времени (NPV), от приватизированного предприятия

$$N(\tau) = E \left(E_{\tau} \int_{\tau}^{\infty} (1-\gamma)\pi_t^2 e^{-\rho t} dt - (P + M)e^{-\rho\tau} \right),$$

где τ — момент приватизации,

E_{τ} — мат. ожидание при условии приватизации в момент τ ,

γ — коэффициент налоговой нагрузки (доля всех налогов в прибыли).

Интересы государства — **наполнение бюджета** от приватизации предприятия.

Критерий — **бюджетный эффект** $B(\tau, P)$ от предприятия, представляющий собой ожидаемые приведенные поступления в бюджет от приватизируемого предприятия и от его продажи.

Государство

Интересы государства — **наполнение бюджета** от приватизации предприятия.

Критерий — **бюджетный эффект** $B(\tau, P)$ от предприятия, представляющий собой ожидаемые приведенные поступления в бюджет от приватизируемого предприятия и от его продажи.

Бюджетный эффект в модели складывается из трех частей:

- 1 доля $\gamma + \theta(1 - \gamma)$ прибыли предприятия **до момента** приватизации, где θ — доля отчислений в бюджет из чистой прибыли,
- 2 доход от продажи предприятия **в момент** приватизации,
- 3 налоговые поступления в бюджет **от уже приватизированного** предприятия, т.е.

$$B(\tau, P) = E \left(\int_0^{\tau} [\gamma + \theta(1 - \gamma)] \pi_t^1 e^{-\rho t} dt + P e^{-\rho \tau} + \int_{\tau}^{\infty} \gamma \pi_t^2 e^{-\rho t} dt \right).$$

Двухуровневая схема оптимизации

1. **Нижний уровень — покупатель**, который при заданной цене приватизации P максимизирует свое NPV от предприятия, выбирая оптимальный момент приватизации $\tau^*(P)$ как решение оптимизационной задачи:

$$N(\tau) \rightarrow \max_{\tau}, \quad (1)$$

где максимум берется по всем марковским моментам τ .

Двухуровневая схема оптимизации

1. **Нижний уровень — покупатель**, который при заданной цене приватизации P максимизирует свое NPV от предприятия, выбирая оптимальный момент приватизации $\tau^*(P)$ как решение оптимизационной задачи:

$$N(\tau) \rightarrow \max_{\tau}, \quad (1)$$

где максимум берется по всем марковским моментам τ .

2. **Верхний уровень — государство**, которое, зная принцип оптимального поведения инвестора $\tau^*(P)$ как функцию от цены P , выбирает оптимальную цену приватизации P^* так, чтобы максимизировать бюджетный эффект $B(\tau^*(P), P)$.

$$B(\tau^*(P), P) \rightarrow \max_P. \quad (2)$$

Двухуровневая схема оптимизации

1. **Нижний уровень — покупатель**, который при заданной цене приватизации P максимизирует свое NPV от предприятия, выбирая оптимальный момент приватизации $\tau^*(P)$ как решение оптимизационной задачи:

$$N(\tau) \rightarrow \max_{\tau}, \quad (1)$$

где максимум берется по всем марковским моментам τ .

2. **Верхний уровень — государство**, которое, зная принцип оптимального поведения инвестора $\tau^*(P)$ как функцию от цены P , выбирает оптимальную цену приватизации P^* так, чтобы максимизировать бюджетный эффект $B(\tau^*(P), P)$.

$$B(\tau^*(P), P) \rightarrow \max_P. \quad (2)$$

Решение задачи двухуровневой оптимизации $(\tau^*(P^*), P^*)$ можно также интерпретировать как **равновесие по Штакельбергу** в "приватизационной игре" между покупателем и государством.

Математические предположения

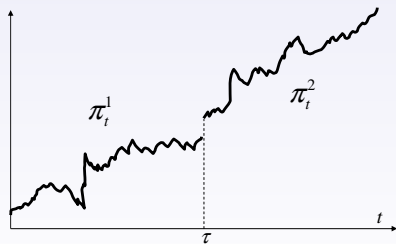
Прибыль предприятия до и после приватизации (π_t^1 и π_t^2) описывается процессами геометрического броуновского движения, т.е.

$$d\pi_t^1 = \pi_t^1(\alpha_1 dt + \sigma_1 dw_t^1), \quad d\pi_t^2 = \pi_t^2(\alpha_2 dt + \sigma_2 dw_t^2), \quad t \geq 0,$$

где w_t^1, w_t^2 — винеровские процессы, $\alpha_1, \alpha_2 < \rho$.

"Скачок" прибыли в момент приватизации τ : $\pi_\tau^2 = k\pi_\tau^1$.

k — случайная величина, независимая от $(w_t^1, w_t^2, t \geq 0)$.



Допустимые цены приватизации: $P \geq \underline{P}$.

$$\lambda = \frac{E \int_t^{\infty} \pi_s^1 e^{-\rho(s-t)} ds}{E \int_t^{\infty} \pi_s^2 e^{-\rho(s-t)} ds} \quad \text{— "показатель эффективности приватизации".}$$

$$\psi = \frac{\gamma + \theta(1-\gamma)}{\gamma} \lambda \quad \text{— "показатель налоговой эффективности приватизации".}$$

$$\lambda = \frac{E \int_t^{\infty} \pi_s^1 e^{-\rho(s-t)} ds}{E \int_t^{\infty} \pi_s^2 e^{-\rho(s-t)} ds} \quad \text{— "показатель эффективности приватизации".}$$

$$\psi = \frac{\gamma + \theta(1-\gamma)}{\gamma} \lambda \quad \text{— "показатель налоговой эффективности приватизации".}$$

(В наших предположениях $\lambda = \frac{\rho - \alpha_2}{\bar{k}(\rho - \alpha_1)}$, где $\bar{k} = Ek$)

Решение оптимизационной задачи

Оптимизационная задача (1)–(2) имеет решение в том и только том случае, когда выполнено неравенство

$$1 - \gamma\psi > (1 - \gamma)/\beta. \quad (*)$$

При этом решением задачи (1)–(2) является пара (τ^*, P^*) :

$$\tau^* = \min\{t \geq 0 : \pi_t^1 \geq \pi^*\}, \quad P^* = \max\left\{P, \frac{\gamma\psi - \gamma + (1 - \gamma)/\beta}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta} M\right\},$$

$$\text{где } \pi^* = \frac{\beta}{\beta - 1} \cdot \frac{\rho - \alpha_2}{(1 - \gamma)\bar{k}} \cdot \max\left\{P + M, \frac{(1 - \gamma)M}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta}\right\},$$

а β — положительный корень уравнения $\frac{1}{2}\sigma_1^2\beta(\beta - 1) + \alpha_1\beta - \rho = 0$.

Решение оптимизационной задачи

Оптимизационная задача (1)–(2) имеет решение в том и только том случае, когда выполнено неравенство

$$1 - \gamma\psi > (1 - \gamma)/\beta. \quad (*)$$

При этом решением задачи (1)–(2) является пара (τ^*, P^*) :

$$\tau^* = \min\{t \geq 0 : \pi_t^1 \geq \pi^*\}, \quad P^* = \max\left\{\frac{P}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta}, \frac{\gamma\psi - \gamma + (1 - \gamma)/\beta}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta} M\right\},$$

$$\text{где } \pi^* = \frac{\beta}{\beta - 1} \cdot \frac{\rho - \alpha_2}{(1 - \gamma)\bar{k}} \cdot \max\left\{\frac{P}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta} + M, \frac{(1 - \gamma)M}{1 - \gamma\psi - (1 - \gamma)/\beta}\right\},$$

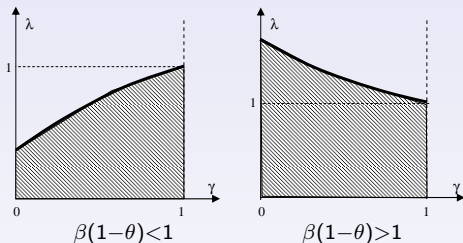
а β — положительный корень уравнения $\frac{1}{2}\sigma_1^2\beta(\beta - 1) + \alpha_1\beta - \rho = 0$.

Если (*) нарушается, то для любой цены $P \geq 0$:

- 1) **существует** оптимальный момент приватизации $\tau^*(P)$;
- 2) приватизация **уменьшает** бюдж. эффект: $B(\tau^*(P), P) < B(\infty, P)$.

Существование оптимальной приватизации

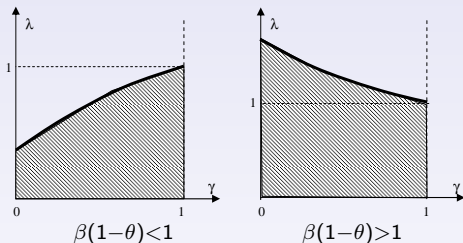
Область существования оптимальной приватизации
(в пространстве (γ, λ))



Оптимальная приватизация всегда (при любых γ) **существует** при "маленьких" λ и **не существует** при "больших" λ .

Существование оптимальной приватизации

Область существования оптимальной приватизации
(в пространстве (γ, λ))



Оптимальная приватизация всегда (при любых γ) **существует** при "маленьких" λ и **не существует** при "больших" λ .

Если $\lambda = 1$ (например, прибыль не меняется), то оптимальная приватизация либо существует (когда $\beta(1-\theta) > 1$), либо не существует (когда $\beta(1-\theta) < 1$), независимо от величины налоговой нагрузки γ .

Зависимость от налоговой нагрузки

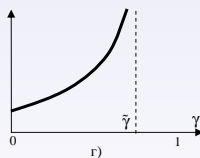
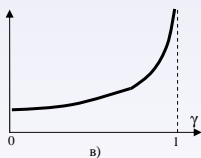
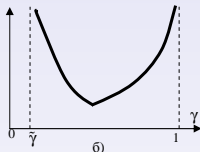
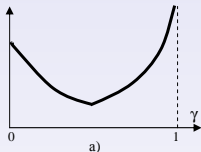
Поведение оптимальной цены приватизации P^* в зависимости от налоговой нагрузки γ полностью определяется величиной λ .

А именно, оптимальная цена приватизации P^* :

- не возрастает с ростом налоговой нагрузки γ , если $\lambda < 1$;
- не убывает по γ , если $\lambda > 1$;
- не зависит от γ , если $\lambda = 1$.

Зависимость от налоговой нагрузки

Зависимость оптимального уровня приватизации π^* от налоговой нагрузки для различных случаев



а) $\lambda < \min\{\lambda_1, \lambda_2\}$;

б) $\lambda_2 < \lambda < 1$;

в) $\lambda_1 < \lambda < 1$;

г) $1 < \lambda < \lambda_2$,

где $\lambda_1 = \frac{1}{\beta(1-\theta)}$, $\lambda_2 = \frac{\beta-1}{\beta\theta}$.

Если коэффициент налоговой нагрузки γ превышает некоторый порог, то оптимальный момент приватизации τ^* **увеличивается** с ростом γ , ниже этого порога — **может как уменьшаться, так и возрастать** (в зависимости от значения λ).

Зависимость от параметров прибыли

Оптимальная цена приватизации P^* и оптимальный момент приватизации τ^* :

- **возрастает** с увеличением среднего темпа роста α_1 и волатильности σ_1 прибыли **до приватизации**;
- **убывает** с увеличением среднего темпа роста α_2 прибыли **после приватизации** и не зависит от ее волатильности.

Возможные расширения и обобщения

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.
2. **Конечный период** жизни приватизированного предприятия L .

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.
2. **Конечный период** жизни приватизированного предприятия L .
3. "**Косвенные ограничения**" срока приватизации (через выбор цены)

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.
2. **Конечный период** жизни приватизированного предприятия L .
3. "**Косвенные ограничения**" срока приватизации (через выбор цены)

$$\tilde{B}(\tau, P) = \mathbb{E} \left(\int_0^{\tau} [\gamma + \theta(1-\gamma)] \pi_t^1 e^{-\rho t} dt + P e^{-\rho \tau} + \int_{\tau}^{\infty} \gamma \pi_t^2 e^{-\rho t} dt - C_{\tau} \right).$$

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.
2. **Конечный период** жизни приватизированного предприятия L .
3. "**Косвенные ограничения**" срока приватизации (через выбор цены)

$$\tilde{B}(\tau, P) = \mathbb{E} \left(\int_0^{\tau} [\gamma + \theta(1-\gamma)] \pi_t^1 e^{-\rho t} dt + P e^{-\rho \tau} + \int_{\tau}^{\infty} \gamma \pi_t^2 e^{-\rho t} dt - C \tau \right).$$

$$\hat{B}(\tau, P) = \mathbb{E} [\dots - C(\tau - T)^2].$$

Возможные расширения и обобщения

1. **Различные дисконты** у покупателя и государства — разные ρ в NPV $N(\tau)$ и бюджетном эффекте $B(\tau, P)$.
2. **Конечный период** жизни приватизированного предприятия L .
3. "**Косвенные ограничения**" срока приватизации (через выбор цены)

$$\tilde{B}(\tau, P) = \mathbb{E} \left(\int_0^{\tau} [\gamma + \theta(1 - \gamma)] \pi_t^1 e^{-\rho t} dt + P e^{-\rho \tau} + \int_{\tau}^{\infty} \gamma \pi_t^2 e^{-\rho t} dt - C_{\tau} \right).$$

$$\hat{B}(\tau, P) = \mathbb{E} [\dots - C(\tau - T)^2].$$

4. **Неунитарное** (делимое) предприятие.

Проблема выбора оптимальной доли приватизации

Спасибо за внимание!