

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

3.1. ОПЫТ ОЦЕНКИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ

Ермолаев М.Б., д.э.н., профессор кафедры экономики и финансов;
 Миролюбова А.А., к.э.н., доцент кафедры экономики и финансов

ГОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В статье представлена методика исследования и прогнозирования состояния основных фондов, выражающееся в их возрастной структуре. Методика базируется на аппарате марковских цепей и использует в качестве экзогенных факторов значения коэффициентов обновления и выбытия основных фондов. Полученные оценки возрастной структуры основных фондов позволяют оценить эффективность регионально-го основного капитала.

Проблема воспроизводства основных фондов – одна из первостепенных по значимости для предприятий региона. Воспроизводство означает накопление основных фондов и служит главным образом повышению производительности общественного труда. Закон воспроизводства основного капитала гласит, что в нормальных экономических условиях его стоимость, введенная в производство, полностью восстанавливается, обеспечивая возможность для постоянного технического обновления средств труда [4].

Важнейшими воспроизводственными характеристиками, оборота основных средств являются показатели обновления и выбытия. Степень обновления производственного аппарата измеряется коэффициентом обновления, т.е. отношением стоимости введенных основных средств к их общей стоимости на конец рассматриваемого периода. Снижение уровня обновления основного капитала в значительной степени связано с быстрым нарастанием его объема, а в последнее десятилетие – с сокращением масштаба ввода. Существенные коррективы в эту взаимосвязь может внести коэффициент выбытия средств, представляющий собой отношение выбывших из эксплуатации основных средств в данном периоде к их стоимости на начало периода. Невысокие темпы выбытия средств труда консервируют сложившееся техническое состояние основного капитала и занижают уровень его обновления.

Поэтому основная задача должна сводиться к тому, чтобы не допускать чрезмерного старения основных фондов (особенно активной части), так как от этого зависит уровень их физического и морального износа, а, следовательно, и результаты работы предприятия.

Анализ возрастной структуры основных фондов проводят по различным возрастным группам в зависимости от отрасли, вида деятельности и специфики предприятия. Например, на предприятиях, где осуществляется частое обновление технологических процессов, т.е. где большой удельный вес автоматических и технологически непрерывных процессов, возрастные группы могут быть:

- до одного года;
- от одного года до трех лет;

- от трех до пяти лет;
- свыше пяти лет.

На большинстве предприятий машиностроения, легкой и пищевой промышленности могут формироваться группы:

- до трех лет;
- от трех до пяти лет;
- от пяти до десяти лет;
- свыше десяти лет.

В нашем случае в качестве моделируемой системы рассматривается региональный рынок капитальных вложений, на котором принимаются решения о долгосрочном, рисковом вложении средств в активы региона. Для эффективного функционирования экономики региона необходимо своевременное обновление основного капитала. Увеличение удельного веса оборудования с минимальными сроками службы – главное направление совершенствования возрастной структуры основных фондов. Вместе с тем структура основных фондов, характеризующая меру их обновления, образует воспроизводственную структуру. Напомним, что к рассматриваемым основным фондам относятся не только машины и оборудование (рабочие, силовые и информационные), транспортные средства, но и здания, сооружения, рабочий и продуктивный скот, многолетние насаждения и другие виды основных фондов.

В основе прогнозирования воспроизводственной структуры основных фондов региона лежит дискретный марковский процесс [2].

Введем в рассмотрение следующие состояния основных фондов:

- S_0 – фонды, вводимые в течение года;
- S_k – основные фонды, возраст которых составляет от $k - 1$ до k лет ($k = 1, \dots, 20$);
- S_{21} – основные фонды в возрасте старше 20 лет.

Таким образом, смежные «состояния-возрасты» основных фондов отличаются друг от друга на один год, за исключением состояния, определяемое как «предельный возраст»: к нему относится оборудование в возрасте, превышающее 20 лет.

Кроме того, вводятся еще два особых состояния: «амортизационное» и «ликвидационное». «Амортизационное» состояние непосредственно связано с износом основных фондов S_{22} . «Ликвидационное» состояние характеризуется возможным выбытием основных фондов S_{23} .

Перечисленным состояниям соответствуют вероятности p_0, p_1, \dots, p_{23} , которые могут быть интерпретированы как доли основных фондов, находящихся в тех или иных состояниях. При этом под p_0 понимается доля вводимых основных фондов этого года во всем регионе, p_{22} – доля суммы амортизационных отчислений, а p_{23} – доля выбывающих основных средств.

При этом предполагается, что в начале текущего периода (в конце предшествующего) $p_{22} = p_{23} = 0$, остальные значения рассчитываются как

$$p_0(t) = \frac{FE(t)}{FG(t) + FE(t)};$$

$$p_k(t) = \frac{F_k(t)}{FG(t) + FE(t)}.$$

Балансовым условием динамики анализируемой системы является уравнение вида:

$$FG(t) + FE(t) = FG(t + 1) + A(t) + FL(t),$$

где

$FG(t)$ – балансовая стоимость основных фондов на начало года;

$FG(t+1)$ – балансовая стоимость основных фондов на конец года;

$F_k(t)$ – балансовая стоимость основных фондов в возрасте от k до $k + 1$ лет;

$FE(t)$ – стоимость основных фондов вводимых в течение года t ;

$A(t)$ – величина амортизационных отчислений;

$FL(t)$ – стоимость основных фондов, выбывших в течение года.

По прошествии года вероятность p_0 становится равной нулю.

Построение модели воспроизводственной структуры основных фондов региона основано на предпосылках, касающихся функционирования рассматриваемой системы.

Во-первых, в силу отсутствия информации о возрастной структуре основных фондов в начале моделируемого периода будем полагать равномерное распределение стоимости по годам.

Во-вторых, вероятности перехода основных фондов в ликвидационное состояние с возрастом увеличиваются по экспоненциальному закону, т.е.:

$$\lambda_i = 1 - \lambda_0 \exp(-\lambda \cdot k),$$

напротив, вероятности перехода в амортизационное состояние уменьшаются также по экспоненте:

$$\alpha_i = \alpha_0 \exp(-\alpha \cdot k),$$

где

α и λ некоторые положительные параметры (рис. 1, 2).

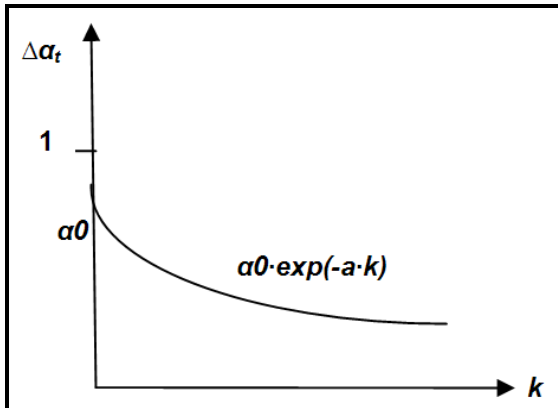


Рис. 1. Интенсивность процесса амортизации основных фондов

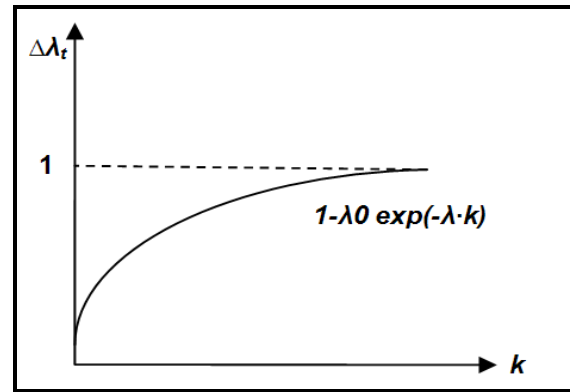


Рис. 2. Интенсивность процесса ликвидации основных фондов

Таким образом, рассматриваемый случайный процесс изменения возрастной структуры основных фондов региона можно описать с помощью базовой модели марковской однородной цепи:

$$\bar{p}(t + 1) = P^T * \bar{p}(t);$$

где

$$\bar{p}(t) = \text{col}(p_0(t), p_1(t), \dots, p_{23}(t))$$

$P^T(t)$ – матрица перехода, элементы p_{kl} которой представляют собой вероятности перехода системы из состояния S_k в состояние S_l .

С учетом вышеприведенных предпосылок элементы такой матрицы p_{kl} формируются следующим образом:

При $k = 0$ будем иметь:

- $p_{0,22}(t) = \alpha_0$ – доля амортизационного износа вводимых фондов;
- $p_{0,23}(t) = 1 - \lambda_0$ – доля ликвидации вводимых фондов;
- $p_{0,l}(t) = \lambda_0 - \alpha_0$ – вероятность вводимых в t -м году фондов дожить до конца года;
- $p_{0,l}(t) = 0$ при $l = 0, 2, 3, \dots, 21$.

При $k = 1, \dots, 21$

- $p_{k,22}(t) = \alpha_0 \exp(-\alpha k)$ – доля амортизации основных фондов в возрасте от k до $k+1$ лет;
- $p_{k,23}(t) = 1 - \lambda_0 \exp(-\lambda k)$ – доля ликвидируемых основных фондов в возрасте от k до $k+1$ лет;
- $p_{k,k+1}(t) = \lambda_0 \exp(-\lambda k) - \alpha_0 \exp(-\alpha k)$ – доля фондов в возрасте k лет на начало периода доживающих до конца периода.

Все остальные значения $p_{kl} = 0$.

При $k = 22$: $p_{kk} = 1$, остальные значения равны нулю.

$k=23$: $p_{kk} = 1$, остальные значения равны нулю.

Отражая особенности моделируемой системы, матрица P переходных вероятностей p_{kl} имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1

МАТРИЦА ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ P

| Номер состояния (k) | Номер состояния (l) | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|------------------------|---|-----|-----|---|---|---|----------------------------|----------------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | ... | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 0 | 0 | $\lambda_0 - \alpha_0$ | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | α_0 | $1 - \lambda_0$ |
| 1 | 0 | 0 | $\lambda_0 \exp(-\lambda) - \alpha_0 \exp(-\alpha)$ | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | $\alpha_0 \exp(-\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-\lambda)$ |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | $\alpha_0 \exp(-2\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-2\lambda)$ |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | $\alpha_0 \exp(-3\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-3\lambda)$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | $\lambda_0 \exp(-19\lambda) - \alpha_0 \exp(-19\alpha)$ | 0 | 0 | $\alpha_0 \exp(-19\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-19\lambda)$ |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | $\lambda_0 \exp(-20\lambda) - \alpha_0 \exp(-20\alpha)$ | 0 | $\alpha_0 \exp(-20\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-20\lambda)$ |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | $\lambda_0 \exp(-21\lambda) - \alpha_0 \exp(-21\alpha)$ | $\alpha_0 \exp(-21\alpha)$ | $1 - \lambda_0 \exp(-21\lambda)$ |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Если матрица перехода $P(t)$ не зависит от времени, то имеем однородную марковскую цепь; в противном случае рассматриваемая цепь неоднородна.

Численная реализация исследуемой модели предполагает оценку не только первоначальной возрастной структуры основных фондов региона, но также и параметров переходной матрицы $(\alpha 0; \alpha; \lambda 0; \lambda)$.

В виду отсутствия информации о начальной возрастной структуре основных фондов, мы предположили, что в предшествующем периоде осуществлялись равномерные как ввод, так и выбытие основных фондов. В силу чего начальное распределение основных фондов представляет собой убывающую геометрическую прогрессию.

Значение $\alpha 0$, по-видимому, близко к средней норме амортизационных отчислений, а величина α отражает процесс полного износа основных фондов. Кроме того, с целью получения достоверной картины распределения региональных основных фондов по возрасту в настоящее время и на ближайшую перспективу, необходимо выбрать как можно более отдаленный начальный момент времени применения модели. В результате зная историю ввода и выбытия основных фондов в регионе с этого момента по настоящий момент, мы можем получить достаточно точные оценки возрастного распределения основных фондов. В нашем случае начальный момент реализации модели ($t = 0$) соответствует 1980 г., а расчетный – 2008 г. ($t = 29$).

Определенные трудности реализации модели связаны с тем, что рассматриваемая цепь является неэргодической, т.к. исследуемая система содержит одно невозвратное и два поглощающих состояния. В силу этого каждая новая итерация требует пересчета начального состояния $p0$.

В первой модификации модели значение коэффициентов матрицы перехода предполагались фиксированными. Поэтому сама марковская цепь является однородной.

Для решения задачи использовался пакет прикладных программ Mathcad 13.

Программа с помощью Mathcad была составлена так, что входными параметрами служили нормы амортизации и ликвидации, коэффициент обновления основных фондов на конец года, а также число итераций. Выходным параметром является график рассчитанной возрастной структуры основных фондов на конец года.

Далее приведен листинг-протокол экспериментальных расчетов возрастной структуры основных фондов региона по базовой модели марковской однородной цепи на статистической информации по Ивановской области за 1980-2008 гг.

Листинг-протокол

1. Ввод исходных параметров:

- нормы амортизации ($\alpha 0 = 0,03$);
- нормы полного износа основных фондов ($\alpha = 0,05$);
- нормы вероятности невыбытия вводимых основных активов ($\lambda 0 = 0,98$);
- нормы ликвидации основных фондов ($\lambda = 0,05$);
- значений коэффициента обновления основных фондов за 1980-2008 гг. ($v 0$);
- число итераций ($n = 29$).

2. Формирование матрицы переходов (P_m).

3. Задание начальных условий – построение вектора начального состояния основных фондов ($p0$).

4. Расчет состояний основных фондов на итерациях ($p1(n)$):

$$\begin{aligned}
 p1(n) := & \text{for } i \in 0..n \\
 & p \leftarrow p0 \cdot P_m \\
 & p0^{(22)} \leftarrow 0 \\
 & p0^{(23)} \leftarrow 0 \\
 & p0^{(i)} \leftarrow \frac{v^{(i)}}{1 - p^{(22)} - p^{(23)} + v^{(i)}} \\
 & \text{for } k \in 1..21 \\
 & p0^{(k)} \leftarrow \frac{p^{(k)}}{1 - p^{(22)} - p^{(23)} + v^{(i)}}
 \end{aligned}$$

5. Расчет доли стоимости основных фондов в балансовой сумме (d):

$$d = \frac{\sum_{i=0}^{21} p1(n)^{(i)}}{\sum_{i=0}^{23} p1(n)^{(i)}}, \quad i = 0, \dots, 23.$$

6. Расчет удельных весов основных фондов в балансовой сумме по возрастам (вектор pe):

$$pe = \frac{p1(n)}{k}.$$

7. Оценка эффективности основных фондов региона в расчетном году E :

$$E = \sum_{i=0}^{21} pe_i * eff_i,$$

где eff – условная эффективность основных фондов региона в возрасте от $l - 1$ до i .

$$eff_i = 1000 * (\varepsilon^i),$$

ε – дисконтирующий коэффициент падения эффективности; $eff_0 = 0$; $eff_{22} = 0$; $eff_{23} = 0$.

При $\varepsilon = 0,98$ эффективность основных фондов Ивановской области равна 878,6 условных единиц.

Результаты расчетов по приведенному алгоритму позволили получить структуру основных фондов Ивановской области по возрастам, изображенную графически на рис. 3.

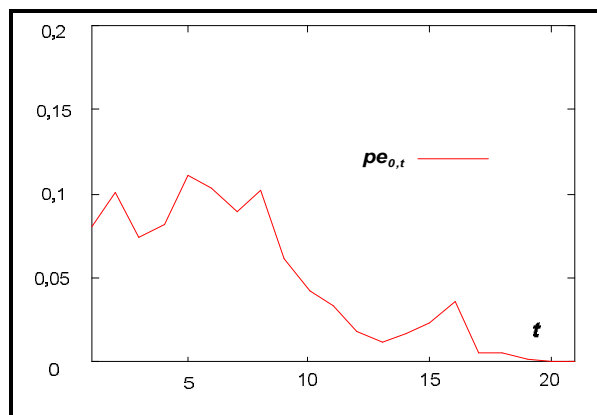


Рис. 3. График рассчитанной возрастной структуры основных фондов Ивановской области на основе марковской однородной цепи

Предыдущая модель основывалась на предположении неизменности процессов амортизации и ликвидации. Однако если интенсивность амортизационной нормы действительно может считаться процессом неуправляемым, то процесс ликвидации основных фондов может изменяться во времени. В силу этого переходная матрица также становится зависимой от времени, а соответствующая ей марковская цепь – неоднородной. При этом располагая информацией об интенсивности выбытия основных фондов в течение рассматриваемого периода, а также, руководствуясь первоначальной предпосылкой об экспоненциальном возрастании интенсивности выбытия основных фондов с увеличением возраста, мы можем записать соотношение, связывающее параметры $\lambda 0$ и λ :

$$\lambda 0 * \exp(-\lambda) * \frac{(1 - \exp(-22\lambda))}{1 - \exp(-\lambda)} = 22 - \lambda .$$

Иначе говоря, λ является решением данного уравнения.

Тем самым при фиксированном значении $\lambda 0$ и текущем значении коэффициента выбытия мы можем однозначно определить значения λ . Параметр $\lambda 0$ по своей сути определяет вероятность невыбытия вводимых основных активов, а потому близок к единице.

Кроме того, выбор значения $\lambda 0$ обусловлен необходимым условием положительности получаемых значений λ .

Программная апробация этого варианта моделирования динамики основного капитала региона также производилась с помощью ППП Mathcad по следующему алгоритму.

1. Ввод исходных параметров:

- нормы амортизации ($\alpha 0 = 0,1$);
- нормы полного износа основных фондов ($\alpha = 0,05$);
- нормы вероятности невыбытия вводимых основных активов ($\lambda 0 = 0,9999$);
- нормы ликвидации основных фондов ($\lambda = 0,05$);
- значений коэффициента обновления основных фондов за 1980-2008 гг. ($v 0$);
- значений коэффициента выбытия основных фондов за 1980-2008 гг. ($i 0$);
- расчетные значения λ ;
- число итераций ($n=29$).

2. Формирование матрицы переходов (P_m).

3. Задание начальных условий – построение вектора начального состояния основных фондов ($p 0$).

4. Расчет состояния основных фондов на конец года:

$$p 1 = p 0 * P m k .$$

5. Построение вектора начального состояния основных фондов для новой итерации:

$$p 0_0 = \frac{v 0}{v 0 + \sum_{i=1}^{21} p 1_i} , p 0_{22} = 0, p 0_{23} = 0;$$

$$p 0_i = \frac{p 1_i}{v_{0,i} + \sum_{i=1}^{21} p 1_i} .$$

6. Оценка эффективности основных фондов региона в расчетном году (E):

$$E = \sum_{i=0}^{21} p e_i * e f f_i ,$$

где $e f f$ – условная эффективность основных фондов региона в возрасте от $i - 1$ до i .

$$e f f_i = 1 000 * (\varepsilon^i) ,$$

где

ε – дисконтирующий коэффициент падения эффективности; $e f f_0 = 0$; $e f f_{22} = 0$; $e f f_{23} = 0$.

При $\varepsilon = 0,98$ условная эффективность основных фондов Ивановской области равна 817,5.

Полученные расчеты позволили получить возрастную структуру основных фондов экономики Ивановской области (рис. 4).

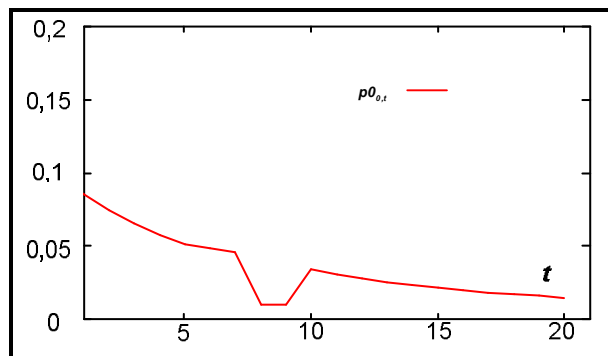


Рис. 4. График рассчитанной возрастной структуры основных фондов Ивановской области на основе марковской неоднородной цепи

Таким образом, предложенный подход к моделированию возрастной структуры основного капитала региона, несомненно, нуждается в дальнейшей разработке. Однако и теперь, на наш взгляд, она обладает рядом достоинств. В данной модели рынок капиталных вложений представлен как целостная, непрерывная, динамично развивающаяся во времени система; предположения об основных механизмах функционирования этой системы избавлены от излишних подробностей и легко формализуются; с другой стороны, модель остается открытой для внесения необходимых коррективов относительно новых факторов, воздействующих на динамику основного капитала: настройка модели на реальность производится заданием четырех параметров, два из которых ($\alpha 0$ и $\lambda 0$) достаточно легко могут быть предсказаны.

Кроме того, марковские модели не требуют глубокого понимания внутренних механизмов динамических изменений в изучаемой системе, т.е. выступают как конкретный ориентир для дальнейших исследований; результаты анализа марковских моделей легко представить графически, что делает их более наглядными и понятными; вычислительные потребности при исследовании марковских моделей довольно скромны, особенно при небольшом числе состояний.

Ермолаев Михаил Борисович

Миролюбова Анастасия Александровна

Литература

1. Ивановская область в 1995 г. [Текст] : стат. сб. – Иваново, 1996. – 291 с.
2. Ивановская область в 2000 г [Текст] : стат. сб. – Иваново, 2001. – 480 с.
3. Ивановская область в 2007 г. [Текст] : стат. сб. – Иваново, 2008. – 468 с.
4. Ковалев А.Ф. Интенсификация воспроизводства основных фондов [Текст] : учеб. пособие / А.Ф. Ковалев – М., 1987. – 352 с.

5. Хант Дж. А. Марковские процессы и потенциалы [Текст] / Дж. А. Хант. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1962. – 283 с.

Ключевые слова

Воспроизводство; возрастная структура; марковская модель; марковская однородная цепь; марковская неоднородная цепь; основные фонды; регион; эффективность.

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена необходимостью выработки механизмов, направленных на переориентацию инвестиций от спекулятивно-посреднической сферы на реальный сектор российской экономики.

Модельная инвентаризация воспроизводственной структуры региональных экономик – первый шаг в решении данной задачи.

Научная новизна исследования заключается в построении марковских моделей однородной и неоднородной цепей для оценки возрастной структуры основных фондов региона.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики исследования и прогнозирования структурной динамики воспроизводственного процесса основного капитала региона на основе марковских процессов.

Заключение: рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

Зайцев В.А., д.т.н., зав. кафедрой экономики и финансов ГОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

3.1. ESTIMATION EXPERIENCE REPRODUCTION STRUCTURES OF A FIXED CAPITAL OF REGION ON A BASIS MARKOV MODELS

M.B. Yermolaev, Doctor of Economics, the Professor,

Faculty of Economy and the Finance;

A.A. Mirolyubova, Cand.Econ.Sci., Senior Lecturer

The state educational institution of the higher vocational training the Ivanovo state himiko-technological university

In article the technique of research and forecasting of a condition of the fixed capital, expressed in their age structure is presented. The technique is based on the device markov chains and uses in quality the external factors of value of factors of updating and leaving of a fixed capital. The received estimations of age structure of a fixed capital allow to estimate efficiency of a regional fixed capital

Literature

1. A.F. Kovalev. Intensification of reproduction of a fixed capital: the manual / A.F.Kovalev – M: 1987 – 352с. – p 145-147
2. Hunt Dzh. A.Markovskie processes and potentials./J. A. Hunt. M: Publishing house of the foreign literature, 1962. – 283 p.
3. The Ivanovo area in 2000. The statistical collection. – Ivanovo, 2001. – 480 p.
4. The Ivanovo area in 1995. The statistical collection. – Ivanovo, 1996. – 291 p.
5. The Ivanovo area in 2007. The statistical collection. – Ivanovo, 2008. – 468 p.

Keywords

Reproduction; age structure; markov model; markov a homogeneous chain; markov a non-uniform chain; a fixed capital; region.