

Ивахненко Н.Н., Бадекин М.Ю.

*ГО ВПО "Донецкий национальный университет
им. Михаила Туган-Барановского"*

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ МАРКОВСКОЙ ЦЕПИ С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Аннотация

Предложенная марковская модель позволяет моделировать параметры качественных действий, направленных на улучшение уровня совершенства показателей функционирования учебного заведения.

Ключевые слова: моделирование, однородная марковская цепь, оценка качества.

Ivakhnenko N.N., Badekin M.Yu.

*GO VPO "Donetsk National University
them. Mikhail Tugan-Baranovsky "*

APPLICATION OF A HOMOGENEOUS MARKOV CHAIN WITH DISCRETE TIME FOR ASSESSING THE QUALITY OF EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract

The proposed Markov model allows modeling the parameters of qualitative actions aimed at improving the level of perfection of the functioning indicators of an educational institution.

Keywords: modeling, homogeneous Markov chain, quality assessment

Введение

Проектное управление качеством деятельности учебного заведения (УЗ) включает подсистемы управления организационной структурой заведения, технологиями и процессами обучения, внешними и внутренними коммуникациями, стратегией развития учебного заведения по кадровому обеспечению и оснащение современным оборудованием и тому подобное. В настоящее время гарантией качества образования становится контроль качества деятельности УЗ на базе национальных систем аттестации и аккредитации. Стандарты для гарантии качества Высшего образования, декларируют, что оценка УЗ является отправной точкой для эффективной гарантии качества [1].

Анализ современных подходов и задачи исследований

До сих пор отсутствуют исчерпывающие исследования в области управления системами качества УЗ, нет общепринятых, формализованных подходов оценки результатов деятельности УЗ [2 - 4]. Количественное оценивание (измерения) качества образования относится к наиболее сложным задач и является наименее исследованным, тогда как необходимость, актуальность и практическая значимость таких работ достаточно велика.

При определении качества деятельности УЗ и его оценки эксперты обычно учитывают такие составляющие учебной среды [4]:

- государственные стандарты и стандарты деятельности каждой категории работников;
- методику экспертной оценки, содержащий заданные параметры развития УЗ и критерии оценок этих параметров и способ оценивания;
- технологию контроля, которая сочетает процессы внешней оценки и самооценки с текущей корректировкой и улучшением процессов, направленных на достижение определенных результатов.

Рекомендации [2] по экспертной оценке деятельности УЗ ориентируют на использование степеней совершенства показателей функционирования с переводом нечетких высказываний экспертов в балльные оценки (табл. 1).

В соответствии с табл. 1 предлагается модель состояний - «модель 5Н» - пяти уровней совершенства (критериев): **Неудовлетворительно**, **Ниже нормы**, **Норма**, **Нормативы превышены**, **Намного выше нормы**. Эта модель является универсальной и может быть применена для любых показателей и их составляющих, характеризующих основные аспекты деятельности УЗ с позиций менеджмента качества.

Для оценки уровня совершенства системы качества по всем показателям и составляющими процессов с учетом измерений разработаны специальные квалиметрические шкалы, которые вербально описывают пять упорядоченных уровней совершенства или стадии улучшения показателей качества деятельности УЗ и их составляющих. Этим пяти уровням совершенства поставлена в соответствие 5-ти балльная числовая шкала (табл. 1).

Переход показателя с одного уровня совершенства к следующему, осуществляется с помощью различных методов и приемов применения принципов проектного управления и поиска мер для постоянного улучшения процессов и технологий обучения. Переход с одного уровня совершенства на другой значительной мере определяется качеством данного показателя и зависит от того, насколько заказчик доволен всем параметрам деятельности УЗ в целом, и каждым показателем в отдельности.

Таблица 1. Степени совершенства показателей функционирования УЗ

Степень совершенства	Характеристика состояния в модели 5Н	Балл	Состояние
Нет формального подхода (неудовлетворительно)	Нет системного подхода, нет результатов, низкие либо не прогнозируемые результаты	1	D1
Ответный подход (ниже нормы)	Реактивное управление для устранения проблем или корректировки, имеются минимальные данные о результатах относительно улучшения	2	D2
Стабильный формальный системный Процесс (норма)	Системный подход, в основу которого положены процессы, начальная стадия систематических улучшений, имеющиеся данные о соответствии целям и существовании тенденций к улучшению	3	D3
Сосредоточенность на постоянное улучшение (нормативы превышены)	Применяют процессе улучшения, хорошие результаты и устойчивые тенденции к улучшению	4	D4
Лучшие показатели (намного выше нормы)	Активно интегрированный процесс улучшения, продемонстрированные лучшие результаты по сопоставимой оценке с известными эталонами	5	D5

Разработка модели 5Н для оценки эффективности деятельности УЗ

Оценки деятельности УЗ развивается как случайный процесс, ход и результат, которого зависят от ряда случайных факторов, влияющих на его показатели и общие результаты деятельности.

В первом приближении уровне совершенства d_i можно выразить как отношение q_i фактического уровня удовлетворения потребностей потребителей в q_N нормативного показателя, определенного образовательно-квалификационной характеристикой специалиста:

$$d_i = \frac{q_i}{q_m}$$

где i - индекс показателя деятельности УЗ, $i = 1, 2, \dots, m$. Поскольку все показатели являются равноправными, то их влияние на обобщенную оценку D уровня совершенства организации учебного процесса в УЗ можно рассматривать по схеме случайных параллельных процессов, для которых

$$D = 1 - \sum_{i=1}^m (1 - d_i)$$

$$D = \{p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t), p_5(t)\}$$

Обозначим вероятность нахождения объекта в состояниях $j: j$ в моменты завершения шагов k :

$$\begin{aligned} k = 1; & p_1(1) = p(D_1^{(1)}); p_2(1) = p(D_2^{(1)}); \dots p_n(1) = p(D_n^{(1)}) \\ k = 2; & p_1(2) = p(D_1^{(2)}); p_2(2) = p(D_2^{(2)}); \dots p_n(2) = p(D_n^{(2)}) \\ & \dots \dots \dots \\ k = L; & p_1(L) = p(D_1^{(L)}); p_2(L) = p(D_2^{(L)}); \dots p_n(L) = p(D_n^{(L)}) \end{aligned}$$

Вероятности $p_1(k), p_2(k), \dots, p_n(k)$ являются вероятностью состояния однородного марковской цепи, в котором переходные вероятности не зависящие от номера шага. Учитывая свойство вероятности несовместимых действий, образующих полную группу, для каждого шага k :

$$p_1(k) + p_2(k) + \dots + p_n(k) = 1$$

Приведенные выше зависимости позволяют выполнить моделирование эффективности воздействия комплекса реализуемых мер-действий X на конкретный критерий. Случайный процесс (марковский цепь) можно представить, как перемещение точки (показатель D_i) по графу состояний случайным образом из перескакивание с одного состояния на другое в моменты t_1, t_2, \dots, t_k , которые соответствуют времени действия некоего комплекса реализованных мероприятий. При этом состояние D_i может не меняться в некоторых шагах (рис.1). Поэтому для любого шага (момента времени t_1, t_2, \dots, t_k) существуют вероятности перехода показателя с некоторого состояния в любое другое, а также вероятность задержки показателя в данном состоянии. При исследовании непрерывных и дискретных случайных цепей пользуемся графическим представлением функционирования системы. Граф состояний показателя представляет собой совокупность вершин, изображающие возможные состояния показателя D_i , и совокупность ветвей, которые отражают возможные переходы показателя из одного состояния в другое.

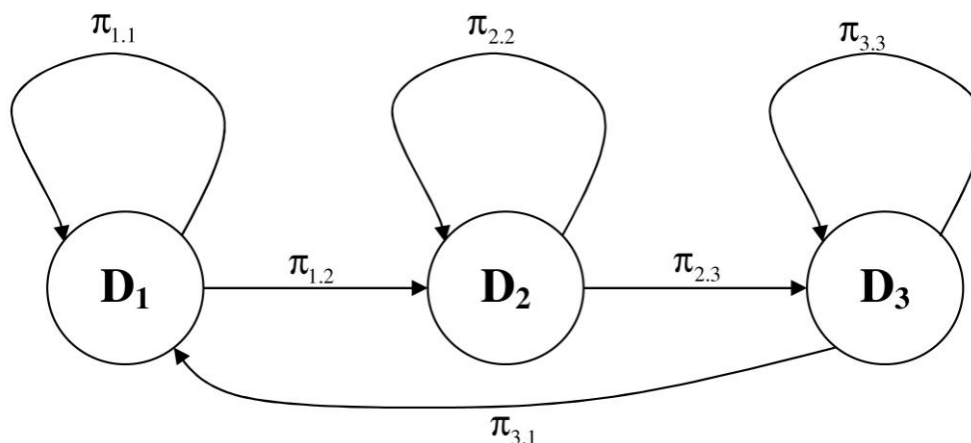


Рис. 1. Размеченный граф состояний системы

Переходные вероятности $\pi_{ik} \{i=1..n; k=1..n; n=3\}$ могут быть получены экспертными методами. «Вероятности задержки» π_{ii} , дополняют к единице сумму переходных вероятностей по переходу к другим состояниям. Например, для состояния D_1 справедливо уравнение: $\pi_{11} = 1 - (\pi_{12} + \pi_{13})$.

На основе матрицы переходных состояний, при условии, что исходное состояние показателя известно, можно найти вероятности состояний $p_1(k), p_2(k), \dots, p_n(k)$ после каждого k -го шага управленческих действий на данный показатель. Так как в начальный момент показатель находится в состоянии D_1 , то можно принять $p_1(0) = 1$. Вероятности состояний после первого шага берутся из первой строки матрицы.

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{vmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & 0 \\ 0 & \pi_{22} & \pi_{23} \\ \pi_{31} & 0 & \pi_{33} \end{vmatrix}$$

Вероятности состояний второго и последующего любого k -го шага:

$$p_i(k) = \sum_{j=1}^m [p_j(k-1)\pi_{ji}] \Big|_{m=3} ; i=1,2,3$$

Система уравнений для расчета вероятностей имеет вид:

$$\begin{aligned} p_1(k+1) &= p_1(k)\pi_{11} + p_2(k)\pi_{21} + p_3(k)\pi_{31} \\ p_2(k+1) &= p_1(k)\pi_{12} + p_2(k)\pi_{22} + p_3(k)\pi_{32} \\ p_3(k+1) &= p_1(k)\pi_{13} + p_2(k)\pi_{23} + p_3(k)\pi_{33} \end{aligned}$$

Считая отсутствие некоторых связей системы, система уравнений запишется следующим образом:

$$\begin{aligned} p_1(k+1) &= p_1(k)\pi_{11} + 0 + p_3(k)\pi_{31} \\ p_2(k+1) &= p_1(k)\pi_{12} + p_2(k)\pi_{22} + 0 \\ p_3(k+1) &= 0 + p_2(k)\pi_{23} + p_3(k)\pi_{33} \end{aligned}$$

В этой системе уравнений шесть переменных, переходные вероятности известны. Есть в трех уравнениях шесть неизвестных. Для решения этой системы необходимо, чтобы число уравнений равно числу неизвестных, то есть необходимо добавить, исходя из начальных условий, еще три уравнения. Обычно в качестве известных переменных задают вероятности состояний на k -м шаге:

$$\begin{aligned} p_1(k) &= a \\ p_2(k) &= b \\ p_3(k) &= c \end{aligned}$$

где $a + b + c = 1$; а номер шага изменяется от нуля до $n - k = 0, 1, 2, \dots, n$.

В этом случае три переменные - вероятности состояний на $(k + 1)$ -ом шаге рассчитываются из приведенных систем.

Проведем проверочные преобразования. Для этого складываем все три уравнения первой системы и после приведения подобных членов получим:

$$p_1(k+1) + p_2(k+1) + p_3(k+1) = p_1(k) \cdot (\pi_{11} + \pi_{12}) + p_2(k) \cdot (\pi_{22} + \pi_{23}) + p_3(k) \cdot (\pi_{31} + \pi_{33})$$

Суммы переходных вероятностей, приведенных в скобках, равны единице по определению, поэтому можно записать:

$$p_1(k+1) + p_2(k+1) + p_3(k+1) = p_1(k) + p_2(k) + p_3(k)$$

Итак, из этого следует, что на этапе k , на шаге $(k + 1)$ и любых других сумма вероятности состояний равна единице.

Указанными свойствами обладают состояния, структура $5H$, граф которой приведен на рис. 2.

Обозначим через D возможные степени показателя, вызванные проведением каких-либо мер X (рис. 1): D_1 - неудовлетворительно; D_2 - ниже нормы; D_3 - норма; D_4 - нормативы превышены; D_5 - намного выше нормы.

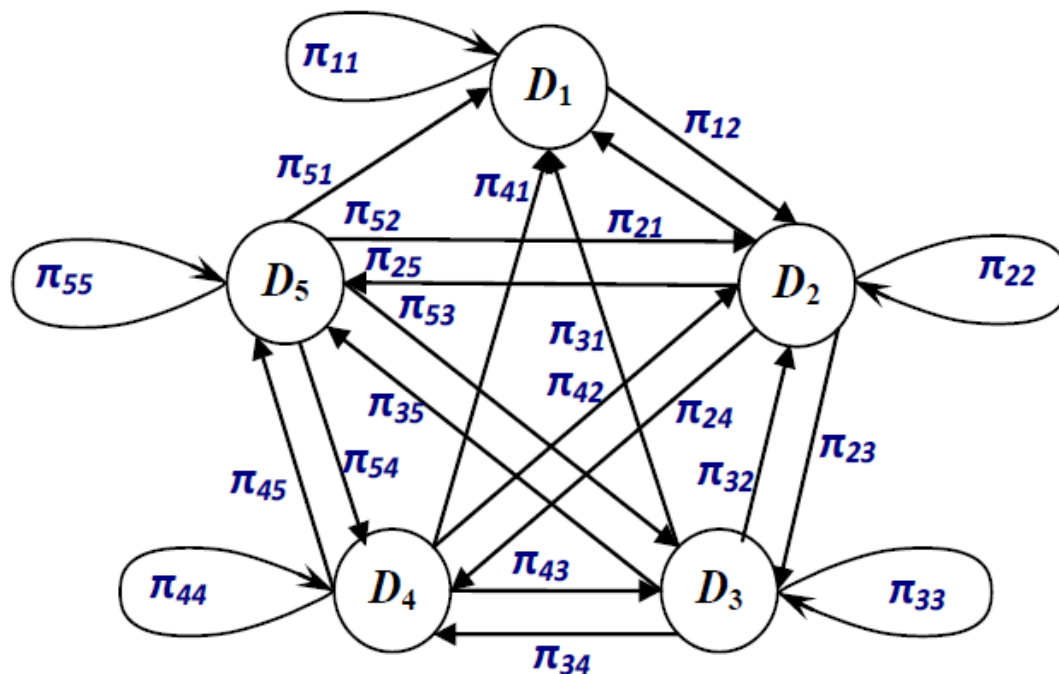


Рис. 2. Размеченный граф состояний модели 5Н

Состояние системы представлено в виде размеченного графа (рис. 2), где стрелками указаны возможные переходы из одного состояния в другое за один шаг и обозначены переходные вероятности $\pi_{ik} \{i=1..n; k=1..n; n=5\}$. Состояния системы, то есть возможные уровни совершенства, а также средства воздействия для изменения состояния системы указаны выше.

Матрица переходов позволяет построить прогноз состояний системы на несколько шагов вперед. Марковский цепь (рис. 2) позволяет моделировать состояние уровня совершенства системы в зависимости от тех или иных действий на различные показатели. Для этого достаточно задать возмущения (действие) соответствующей вероятности в матрице переходов чтобы оценить последствия различных управленческих действий на оценку качества деятельности УЗ. Под действием управленческих, инвестиционных мероприятий, маркетинговых исследований значение показателя может либо улучшиться, либо стать хуже, или остаться таким же. Предположим, что по определенному показателю наблюдается ухудшение деятельности УЗ. С помощью марковской модели можно определить проблемные вероятности перехода π_{ij} , характеризующих недостаточная степень воздействия на показатель. С учетом построенной зависимости увеличение вероятности

перехода от количества действий на показатель проводится корректировка значений вероятности в матрице перехода и определяется необходимое число действий.

Полученные вероятности всех результатов проведенного комплекса действий позволяют прогнозировать эффективность деятельности УЗ. На рис. 3 приведены пример результатов моделирования состояний системы в процессе проведения комплекса мероприятий.

Результаты моделирования показывают, что вероятность нахождения показателя в неудовлетворительном состоянии при некоторой действия на этот показатель, достаточно быстро уменьшается, достигая минимального значения (кривая - 1).

Вероятность состояния, при котором показатель находится в состоянии "ниже нормы" (кривая - 2), сначала увеличивается до максимума, а затем уменьшается за счет недостаточного влияния на этот показатель эффективных действий.

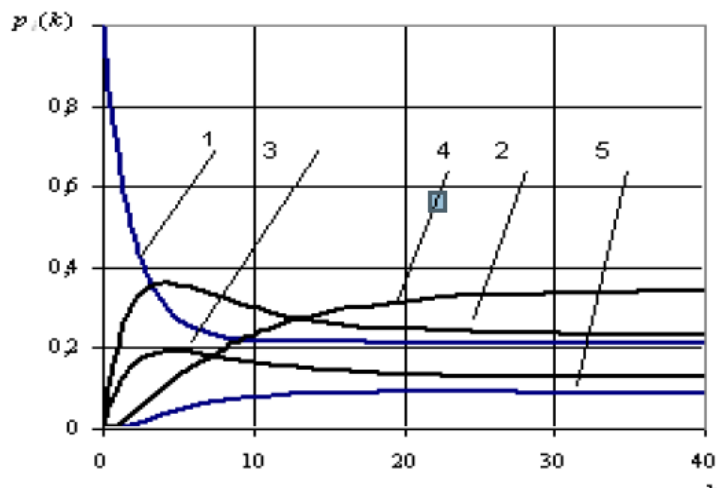


Рис. 3. Изменение вероятности состояния показателя в процессе проведения комплекса мероприятий-действий X : 1 - неудовлетворительно; 2 - ниже нормы; 3 - норма; 4 - нормативы превышены; 5- намного выше нормы;

$$P_{51} > 0$$

Вероятность состояния, при котором показатель находится в состоянии "норма" (кривая - 3) повторяет с некоторым опозданием характер изменения кривой 2, отличаясь от нее меньшим значением вероятности и более плавным изменением значений: до 7-го шага влияние действий увеличивается, а затем принимает некоторое постоянное значение. Поэтому после 7 шага можно прекратить влияние на этот показатель.

Кривая 4 - вероятность состояния показателя "нормативы превышены" имеет тенденцию на улучшение вероятности перехода показателя в это

состояние с каждым шагом управляющих действий. И через некоторое время принимает постоянное значение.

Кривая 5 отражает рост вероятности состояния показателя "намного выше нормы" от шагов эффективных действий и показывает, что вероятность перехода показателя в это состояние после ряда мероприятий-действий существенно не увеличивается, принимая небольшой постоянное значение. Зависимость 5 на рис. 2 отражает незначительное повышение вероятности перехода при $\pi_{51}=0.2$. То есть, когда показатель находится в "неудовлетворительном" состоянии, то вероятность его перехода в стан "намного выше нормы" очень мала и никакие управляющие воздействия не смогут положительно повлиять на эту ситуацию.

Полученные результаты подтверждают качественные оценки, выполненные с использованием модели 5Н. Анализируя зависимости, можно дать рекомендации управленческому составу УЗ: не надо доказывать ни один показатель деятельности УЗ до неудовлетворительного состояния, так как вывести его в позитивное состояние будет сложно.

Смоделируем ситуацию, когда показатель деятельности УЗ не переходит в неудовлетворительное состояние, то есть $\pi_{51}=0$ (рис. 4). Когда значение показателя не опускается до неудовлетворительного состояния, то существует вероятность перевести его в положительное состояние, и с каждым шагом управляющих действий эта вероятность увеличивается - кривая 5, «гораздо выше нормы».

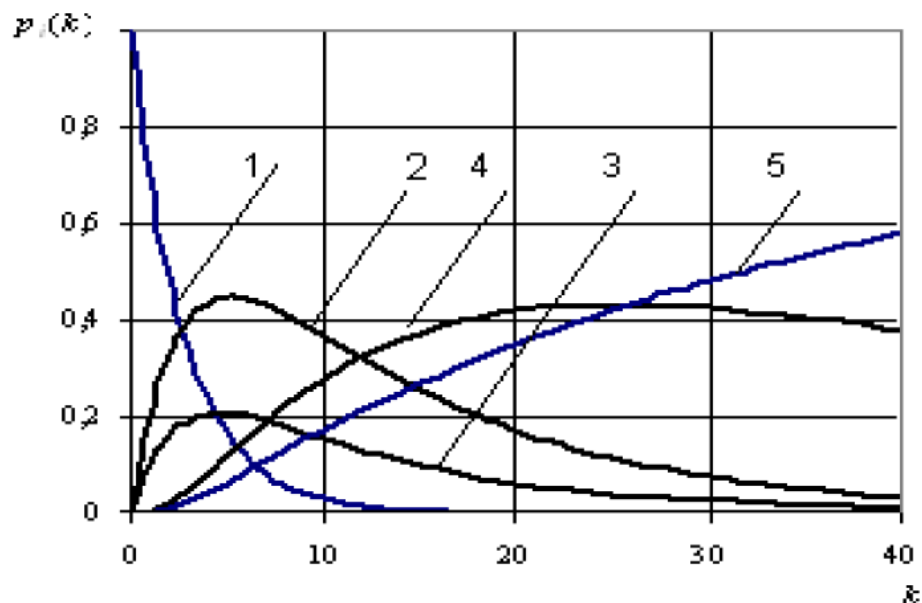


Рис. 4. Изменение вероятности состояния показателя в процессе проведения комплекса средств - действий X : 0 - неудовлетворительно; 1- ниже нормы; 2 - норма; 3 нормативы превышены; 4 -намного выше нормы; $\pi_{51} = 0$

Полученные результаты позволяют предложить метод совершенствования деятельности на основе прогнозирования состояния показателей качества деятельности УЗ с применением модели 5Н (рис. 4). Если при проведении самоанализа и при сравнении профессиональной деятельности выпускника требованиям заказчика и нормативными показателями наблюдается несоответствие, то лица, которые принимают решения предлагают комплекс управленческих действий на улучшение каждого показателя. Для определения оптимального комплекса действий можно спрогнозировать эти действия с помощью модели 5Н.

Выводы

Приведенный метод оценки результативности ряда случайных факторов, сопровождающих показатели, может использоваться в системах оценки деятельности УЗ. Разработаны математическое описание модели 5Н и уровней совершенства показателей в виде марковских процессов. Предложенный подход позволяет моделировать параметры качественных действий X, направленных на улучшение уровня совершенства каждого показателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казачек Н.А. Внедрение СМК в образовательном учреждении. Взгляд изнутри // Методы менеджмента качества. — 2012. — № 5. — С. 14—19.
2. Д. В. Пузанков, А. В. Олейник, В.С. Соболев, С.А. Степанов// Методические рекомендации по применению стандартов серии ГОСТ Р ИСО 9000-2001 в высших учебных заведениях//СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. – 220с.
3. Практические рекомендации по выбору типовой модели системы управления качеством образования для вузов. [Текст] – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. – 209 с.
4. Верещагин Ю.Ф., Ерунов В.П. Рейтинговая система оценки знаний студентов, деятельности преподавателей и подразделений вуза : учеб. пособие. – Оренбург: ОГУ, 2003. – 105 с.
5. Каплан Р. С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Каплан Р. С., Нор-тон Д. П. — Пер. с англ. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2004. — 320 с