

УДК 3:001.891.573

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КВАЛИМЕТРИИ ФАКТОРНЫХ КЛАСТЕРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СОЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ)

© 2014 А.В. Морозова, Ю.В. Василенко, А.А. Алисов

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел

Поступила в редакцию 21.03.2014

В статье описывается математическая модель квалиметрии факторных кластеров, влияющих на формирование характеристик многопараметрических социальных объектов, позволяющая, например, при реализации процесса профессиональной социализации выявить под воздействием каких групп (кластеров) образовательно-профессиональных факторов формируются определенные компетенции специалистов.

Ключевые слова: квалиметрия, многопараметрический социальный объект, идентификация, модель, параметрограмма

Постановка проблемы исследования, ее новизна и актуальность. Социализация как процесс усвоения социальных и культурных норм и освоения социальных ролей является результатом объектно-субъектного взаимодействия и реализуется под влиянием определенной группы факторов. В ходе такого взаимодействия индивидом как объектом социализации приобретаются определенные характеристики, позволяющие воспринимать его как личность. Проблема типизации и идентификации многопараметрических социальных объектов (МСО) весьма актуальна, т.к. ее решение создает перспективу квалиметрии различных МСО как в рамках различных социальных групп, так и в ходе различных подпроцессов социализации, что позволяет выявлять определенные приоритетные признаки при формировании социальных групп, а также оптимизировать управление социальными системами, использующими различные типы МСО, обладающие приоритетами в уровнях

сформированности определенных социальных характеристик. Такая фундаментальная проблема исследования поставлена впервые.

В рамках решения этой проблемы разработаны аксиоматический базис модели типизации МСО в процессе социализации в условиях внешней неопределенности [2], выявлен принцип построения матрицы соответствия ее параметров [1], а также математическая модель квалиметрии объектов процесса социализации [3]. Однако многообразие факторов социализации МСО затрудняет использование этих моделей, поэтому в целях оптимизации их практического применения возникает необходимость кластеризации системы анализируемых факторов.

Теоретико-методологические основы формирования модели. Аксиоматический базис, представленный в работе [2], формирует следующую систему основных понятий модели типизации МСО в процессе социализации в условиях внешней неопределенности. Существует некоторое n -мерное ($n \rightarrow \infty$) информационное пространство N , определяющее совокупность факторов, воздействующих на МСО, m -мерное ($m \rightarrow \infty$) информационное пространство M , определяющее множество факторных кластеров, оказывающих суперпозиционное синергетическое воздействие на него, и l -мерное ($l \rightarrow \infty$) информационное пространство L , определяющее множество социальных характеристик МСО. m -мерное

Морозова Анна Валентиновна, кандидат социологических наук, заместитель директора по НИИ Технологического института им. Н.Н. Поликарпова. E-mail: niotiostu@gmail.com

Василенко Юрий Валерьевич, кандидат технических наук, директор Технологического института имени Н.Н. Поликарпова. E-mail: vyuvpost@yandex.ru

Алисов Артур Александрович, заведующий лабораторией. E-mail: prtistostu@gmail.com

$(m \rightarrow \infty)$ информационное пространство M и l -мерное $(l \rightarrow \infty)$ информационное пространство L являются подмножествами n -мерного $(n \rightarrow \infty)$ информационного пространства N . Элементами информационных пространств N , M и L являются информационные параметры (аргументарно-факторные и функционально-результатирующие) процесса социализации индивида в современном обществе. Необходимость формирования информационного пространства M факторных кластеров обусловлена значительным числом факторов процесса социализации МСО и сложностью анализа влияния каждого из них на формирование социальных характеристик объекта.

Существуют множества D , A и B , элементами которых являются, соответственно, факторы D_i , $i = \overline{1:n}$, непосредственно воздействующие на МСО, факторные кластеры A_j , $j = \overline{1:m}$, оказывающие суперпозиционное синергетическое воздействие на МСО, и социальные характеристики МСО B_k , $k = \overline{1:l}$, которые он приобретает в результате реализации процесса социализации. Каждая i -я, $i = \overline{1:n}$ ось $O_N N_i$ (луч $[O_N N_i]$) пространства N отображает воздействие фактора D_i , $i = \overline{1:n}$. На луче $[O_N N_i]$ определен единичный вектор $\overline{e_{Ni}}$ с началом в точке O_N . Если точка $D_{pi} \in [O_N N_i]$, то вектор $\overline{O_N D_{pi}} = q_{pi} \cdot \overline{e_{Ni}}$, где q_{pi} – координата вектора $\overline{O_N D_{pi}}$ на оси $O_N N_i$, интерпретируемая как степень воздействия фактора D_i , $i = \overline{1:n}$, на p -ой МСО. Каждая j -я, $j = \overline{1:m}$ ось $O_M M_j$ (луч $[O_M M_j]$) пространства M отображает воздействие кластера факторов A_j , $j = \overline{1:m}$. На луче $[O_M M_j]$ определен единичный вектор $\overline{e_{Mj}}$ с началом в точке O_M . Если точка $A_{pj} \in [O_M M_j]$, то вектор $\overline{O_M A_{pj}} = s_{pj} \cdot \overline{e_{Mj}}$, где s_{pj} – координата вектора $\overline{O_M A_{pj}}$ на оси $O_M M_j$, интерпретируемая как степень воздействия кластера факторов A_j , $j = \overline{1:m}$, на p -ом объекте (МСО). Каждая k -я, $k = \overline{1:l}$ ось $O_L L_k$ (луч $[O_L L_k]$) пространства L отображает сформированность социальной характеристики МСО B_k , $k = \overline{1:l}$. На луче $[O_L L_k]$ определен единичный вектор $\overline{e_{Lk}}$ с началом в точке O_L . Если точка $B_{pk} \in [O_L L_k]$, то вектор $\overline{O_L B_{pk}} = h_{pk} \cdot \overline{e_{Lk}}$, где h_{pk} – координата вектора $\overline{O_L B_{pk}}$ на оси $O_L L_k$, интерпретируемая как уровень сформированности социальной характеристики B_k , $k = \overline{1:l}$ p -го МСО.

Множество факторов, воздействующих в процессе социализации на p -й МСО, отображается в n -мерном информационном пространстве N точкой $N_p(q_{p1}; q_{p2}; \dots; q_{pr}; \dots; q_{pn})$, где q_{pr} – проекция точки N_p на ось $O_N N_r$, $r = \overline{1:n}$. Каждая i -я, $i = \overline{1:n}$ ось $O_N N_i$ имеет количественную неотрицательную шкалу значений, т.е. каждая точка q_i на i -й оси соответствует определенной степени воздействия фактора D_i на анализируемый МСО. В частности, значение $q_{pr}=0$ означает, что на p -й МСО не осуществлялось воздействие фактора D_r , $r = \overline{1:n}$, а значение $q_{pr} \neq 0$ означает, что на p -й МСО фактор D_r оказывал влияние.

Для последующего анализа значений q_i , $i = \overline{1:n}$, целесообразно установить пороговый $q^{\min}_i$, продвинутый q^v_i и высокий q^w_i уровни воздействия фактора D_i . Значение q_{pi} , при котором $q_{pi} > q^w_i$, подразумевает, что на p -го МСО фактор D_r оказал сильное воздействие. Совокупное воздействие на p -й МСО всех факторов социализационного процесса X_p функционально зависит от значений всех координат точки N_i , $i = \overline{1:n}$, информационного пространства N :

$$X_p = F_1(q_{p1}; q_{p2}; \dots; q_{pr}; \dots; q_{pn}) \quad (1)$$

В случае, когда на p -й МСО не воздействовал фактор D_r , $r = \overline{1:n}$, выражение (1) примет вид:

$$X_p = F_1(q_{p1}; q_{p2}; \dots; q_{pr-1}; 0; q_{pr+1}; \dots; q_{pn}) \quad (2)$$

Каждая j -я, $j = \overline{1:m}$ ось $O_M M_j$ имеет количественную неотрицательную шкалу значений, т.е. каждая точка s_j на j -й оси соответствует совокупной степени воздействия факторного кластера A_j на МСО. В частности, значение $s_{pw}=0$ означает, что на p -й объект воздействие со стороны факторного кластера A_w , $w = \overline{1:m}$, отсутствует, а значение $s_{pw} \neq 0$ означает, что на p -й объект было оказано совокупное синергетическое воздействие со стороны факторного кластера A_w . Совокупная степень воздействия со стороны всех факторных кластеров на p -й объект (МСО) отображается в m -мерном пространстве M точкой $M_p(s_{p1}; s_{p2}; \dots; s_{pw}; \dots; s_{pm})$, где s_{pw} – проекция точки M_p на ось $O_M M_w$, $w = \overline{1:m}$.

Для последующего анализа значений s_j , $j = \overline{1:m}$, целесообразно установить пороговый $s^{\min}_j$, продвинутый s^v_j и высокий s^w_j уровни воздействия со стороны факторного кластера A_j .

Значение s_{pj} , при котором $s_{pj} \succ s^w_j$, подразумевает, что на p -й объект было оказано воздействие высокого уровня со стороны факторного кластера A_j . Совокупное синергетическое суперпозиционное воздействие Y_p со стороны всех факторных кластеров на анализируемый p -й МСО функционально зависит от значений всех координат точки M_j , $j = \overline{1:m}$ информационного пространства M :

$$Y_p = F_2(s_{p1}; s_{p2}; \dots; s_{pw}; \dots; s_{pm}) \quad (3)$$

В случае, когда на p -й МСО воздействие факторного кластера A_w , $w = \overline{1:m}$, не осуществлялось выражение (3) примет вид:

$$Y_p = F_2(s_{p1}; s_{p2}; \dots; s_{pw-1}; 0; s_{pw+1}; \dots; s_{pm}) \quad (4)$$

Отсюда следует, что степень воздействия s_j факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$ функционально зависит от значений всех координат q_i , $i = \overline{1:n}$, точки N_i информационного пространства N , которые характеризуют степень воздействия факторов D_i , $i = \overline{1:n}$, входящих в анализируемый факторный кластер A_j , в виде:

$$s_j = f(q_1; q_2; \dots; q_i; \dots; q_n) \quad (5)$$

В случае, когда фактор D_r , $r = \overline{1:n}$ не входит в состав факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$ выражение (5) примет вид:

$$s_j = f(q_1; q_2; \dots; q_{r-1}; 0; q_{r+1}; \dots; q_n) \quad (6)$$

Кроме того, совокупная степень воздействия Y_p всех факторных кластеров на p -й МСО, также

функционально детерминирована значениями совокупного воздействия X_p на него всех факторов D_i , $i = \overline{1:n}$, социализационного процесса, т.е.:

$$Y_p = \Psi(X_p) \quad (7)$$

Пусть на p -й МСО воздействует совокупность факторов D_i , $i = \overline{1:n}$, степень воздействия которых отображается в n -мерном информационном пространстве N точкой $N_p(q_{p1}; q_{p2}; \dots; q_{pr}; \dots; q_{pn})$. Для каждого фактора D_i , $i = \overline{1:n}$ установлены значение $q_i^{\min}$, называемое пороговым значением для фактора D_i , такое, что если на p -й МСО оказывается такая степень воздействия q_{pi} фактора D_i , что выполняется условие $q_{pi} < q_i^{\min}$, то воздействие фактора D_i на p -й объект считается незначительным, и в этом случае полагают, что $q_{pi}=0$. Пусть совокупный уровень воздействия факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, определяется подмножеством факторов $D_{jg} \subset \{D_i\}$, $i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$ (рис. 1). Оценка синергетического воздействия на p -ый МСО этого подмножества факторов осуществляется на основании следующей модели квалиметрии факторных кластеров. Пусть каждый фактор D_{jg} имеет уровень значимости α_{jg} , $g = \overline{1:t}$, который показывает, какую долю анализируемый фактор D_{jg} привносит в совокупное воздействие на МСО той части m -мерного ($m \rightarrow \infty$) информационного пространства M , которая составляет факторный кластер A_j , $j = \overline{1:m}$.

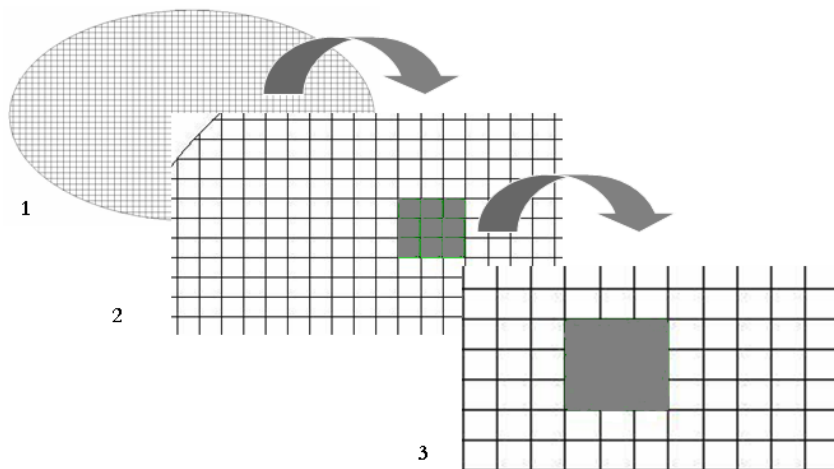


Рис. 1. Модель формирования m -мерного ($m \rightarrow \infty$) информационного пространства M множества факторных кластеров A_j (позиция 3) на базе n -мерного ($n \rightarrow \infty$) информационного пространства N (позиция 1) совокупности факторов D_i (позиция 2)

Для каждого фактора D_{jg} , $g = \overline{1:t}$, входящего во множество $D_{jg} \subset \{D_i\}, i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$, с уровнем значимости α_{jg} , $g = \overline{1:t}$, в составе факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, обладает следующими свойствами: $0 \leq \alpha_{jg} \leq 1$ и $\sum_{g=1}^t \alpha_{jg} = 1$. Совокупная степень воздействия факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$ на МСО может определяться несколькими способами, например:

- по уровню максимального значения среди всех имеющихся значений степени воздействия факторов, входящих в совокупность $D_{jg} \subset \{D_i\}, i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$ и определяющих совокупную степень воздействия факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, т.е.:

$$s_{pj} = \max\{\alpha_{jg} \cdot q_{pjg}; \quad g = \overline{1:t}\} \quad (8)$$

- по уровню минимального значения среди всех имеющихся значений степени воздействия факторов, входящих в совокупность $D_{jg} \subset \{D_i\}, i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$ и определяющих совокупную степень воздействия факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, т.е.:

$$s_{pj} = \min\{\alpha_{jg} \cdot q_{pjg}; \quad g = \overline{1:t}\} \quad (9)$$

- по уровню достижения среднего значения среди всех имеющихся значений степени воздействия факторов, входящих в совокупность $D_{jg} \subset \{D_i\}, i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$ и определяющих совокупную степень воздействия факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, скорректированного по уровню значимости α_{jg} для каждого фактора D_{jg} , входящего в состав факторного кластера A_j , и рассчитываемый по формуле средней арифметической взвешенной, т.е.:

$$s_{pj} = \frac{\sum_{g=1}^t \alpha_{jg} \cdot q_{pjg}}{t} \quad (10)$$

Уровень значимости α_{jg} для каждого фактора мини-уровня D_{jg} , $g = \overline{1:t}$, входящего в состав факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$, определяется экспертно-аналитическим путем (например, с применением системы поддержки принятия решений Expert Decide 2.0) с учетом сложившейся в анализируемый период времени социо-

динамики внешней среды и суперпозиционного воздействия на МСО со стороны макро- и мезо-факторов, образующих по отношению к анализируемому объекту **систему «условий внешней неопределенности»**.

Таким образом, с помощью выражений (8)-(10) решается проблема установления количественной зависимости между степенью воздействия S_j факторного кластера A_j , $j = \overline{1:m}$ от совокупности координат q_i , $i = \overline{1:n}$ точки N_i информационного пространства N , характеризующих степень воздействия каждого фактора на многопараметрический социальный объект. Такая зависимость может быть представлена в общем виде:

$$s_j = f(q_1; q_2; \dots; q_i; \dots; q_n) \quad (17)$$

Специфика применения модели. Процедуру кластеризации факторов социализации МСО целесообразно рассматривать в рамках реализации ее определенного подпроцесса. В качестве примера, рассмотрим процедуру кластеризации факторов такого подпроцесса как профессиональная социализация. В этом случае в качестве МСО могут рассматриваться выпускники вуза/колледжа, в качестве системы социальных характеристик – совокупность их социально-профессиональных компетенций, в качестве факторов и факторных кластеров, их формирующих – систему знаний, умений и навыков, приобретаемых студентом в ходе освоения системы дидактических единиц и учебных дисциплин, составляющих основную образовательную программу (ООП) направления подготовки специалистов. При этом каждая дидактическая единица фактора D_{jg} , $g = \overline{1:t}$, входящая во множество дидактических единиц, определяемых основной образовательной программой направления подготовки специалистов $D_{jg} \subset \{D_i\}, i = \overline{1:n}$, $g = \overline{1:t}$, имеет уровнем значимости α_{jg} , $g = \overline{1:t}$, при формировании системы знаний, умений и навыков в рамках каждой учебной дисциплины A_j , $j = \overline{1:m}$. Значение величины α_{jg} , $g = \overline{1:t}$ целесообразно определять экспертным путем при разработке рабочих программ учебных дисциплин и контрольных измерительных материалов по учебным дисциплинам, т.к. это позволит в дальнейшем определить и степень влияния каждой дидактической единицы, и каждой учебной дисциплины на уровень сформированности компетенции выпускника, а, в целом, оценив компетенции выпускников, выявить, например, к выполнению должностных

требований какого типа инженерно-технического работника (инженер, инженер-технолог, инженер-конструктор и т.д.) машиностроительного предприятия наиболее адаптирован молодой специалист [4].

Выводы и рекомендации: модель квалиметрии факторных кластеров, являясь компонентом математической модели квалиметрии, типизации и идентификации МСО, может быть положена в основу разработки общего аналитического макроса, предназначенного для автоматизации исследовательских задач процесса социализации МСО. Кроме того, она имеет универсальный характер и применима для анализа различных подпроцессов социализации (профессиональная социализация, политическая социализация, экономическая социализация и т.д.)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-01-00147 а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Морозова, А.В.* Модель квалиметрии и типизации многопараметрических социальных объектов процесса социализации: Социально-экономические аспекты технологической модернизации современного машиностроительного производства: коллективная монография / *А.В. Морозова, Ю.В. Василенко, А.А. Алисов* и др.; под ред. *А.В. Киричека*. – М.: Издательский дом «Спектр», 2013. С. 123-147.
2. *Морозова, А.В.* Аксиоматический базис модели квалиметрии и типизации многопараметрического социального объекта в процессе социализации и матрица соответствия ее параметров / *А.В. Морозова, Д.Е. Тарасов, А.А. Алисов* // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2013. № 4. С. 8-15.
3. *Морозова, А.В.* Математическая модель квалиметрии и типизации объектов процесса социализации в условиях внешней неопределенности и матрица соответствия ее параметров / *А.В. Морозова, Ю.В. Василенко, М.В. Алисова* // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2013. № 5. С. 3-12.
4. *Морозова, А.В.* Модель многоуровневого долевого оценивания компетентности специалиста технического профиля // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. Том 15, № 4(2). С. 381-383.

THE FACTORY CLUSTERS QUALITY METERING MATHEMATICAL MODEL, INFLUENCING ON FORMATION THE CHARACTERISTICS OF MULTIPLE PARAMETER SOCIAL OBJECTS (ON THE EXAMPLE OF ENGINEERS AT MACHINE-BUILDING ENTERPRISES)

© 2014 A.V. Morozova, Yu.V. Vasilenko, A.A. Alisov

Orel State University – Educational Scientific-industrial Complex

In article the factory clusters quality metering mathematical model, influencing on formation the characteristics of multiple parameter social objects, allowing, for example, at realization the process of professional socialization to reveal under the influence of what groups (clusters) of educational and professional factors certain competences of experts are formed, is described.

Key words: *quality metering, multiple parameter social object, identification, model, parametergramm*

Anna Morozova, Candidate of Sociology, Deputy Director on Scientific Work at Technological Institute named after N.N. Polikarpov. E-mail: niotiostu@gmail.com
Yuriy Vasilenko, Candidate of Technical Sciences, Director of Technological Institute named after N.N. Polikarpov. E-mail: vyuv-post@yandex.ru
Artur Alisov, Chief of the Laboratory. E-mail: prtostu@gmail.com