учитывающей особенности ультрадисперсных фаз твердой компоненты и конфигурации межфазных границ в покрытиях, установлено существенное снижение коэффициента трения и скорости линейного износа при одновременном введении указанных модифицирующих добавок по сравнению с вариантами введения только политетрафторэтилена или меркупраля. Эффективность использования этих модификаторов обусловлена, по-видимому, явлением «накопления» фаз смазочной компоненты на поверхности покрытия, которое находится в фазоворазупорядоченном состоянии, и явлением избирательного переноса на смежную поверхность трения для медьсодержащих фаз покрытия. Возможно, что для этих явлений реализуется своеобразный вторичный синергизм, приводящий к независимому друг от друга влиянию на трибологические свойства КП, превышающему влияние, ожидаемое по аддитивной схеме.

Список литературы

1. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование антифрикционных свойств композиционных покрытий с учетом вероятных конфигураций межфазных границ // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 3.

2. Кутьков А.А. Износостойкие и антифрикционные покрытия. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.

3. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2006. – 112 с.

4. Иванов В.В., Иванов А.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М. Синергический эффект в композиционных материалах при трении и износе // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 3. – С. 46–49.

5. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М, Логинов В.Т. Анализ синергического эффекта в композиционных Ni-P-покрытиях на стали // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 4. – С. 42–44.

6. Ivanov V.V. «Concentration waves» model for the tribologic system CM1/_/CM2 // International journal of experimental education, 2014. – № 4. – Part 2. – P. 58–59.

7. Ivanov V.V. «Concentration waves» model for the tribologic system CM1/LL_/CM2 // International journal of experimental education, 2014. – № 4. – Part 2. – P. 59–60.

«Компьютерное моделирование в науке и технике», Доминиканская Республика, 17–27 декабря 2014 г.

Физико-математические науки

РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО АЛГОРИТМ МЕТОДА ФОРДИАСИМПТ НА ПРИМЕРЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Гольтяпин В.В.

ФГБУН «Институт математики им С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук», Омск, e-mail: goltyapin@mail.ru

На сегодняшний день артериальная гипертензия является одной из наиболее значимых медико-социальных проблем Российской Федерации. Артериальная гипертензия – синдром повышенного артериального давления. Гипертоническая болезнь – это хронически протекающее заболевание, основным проявлением которого является артериальная гипертензия, не связанная с наличием патологических процессов. В табл. 1 представлена классификация уровней артериального давления (АД), включающей в себя значения систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) при артериальной гипертензии и относительной нормы [1–2].

Таблица 1

Классификация уровней артериального давления

Категории артериального давления		
Оптимальное	< 120	< 80
Нормальное	120–129	< 84
Высокое нормальное	130–139	85–89
Артериальная гипертензия первой степени	140–159	90–99
Артериальная гипертензия второй степени	160–179	100–109
Артериальная гипертензия третьей степени	> 180	> 110
Изолированная систолическая артериальная гипертензия	> 140	< 90

Кровь в организме человека оказывает на стенки кровеносных сосудов давление. Движение крови осуществляется под влиянием разности давлений между различными отделами сосудистого русла, создаваемого сердцем. Давление в артериях в момент, когда сердце сжимается и выталкивает кровь в артерии, определяет систолическое артериальное давление, оно зависит от силы сокращения сердца. Давление в артериях в момент расслабления сердечной мышцы определяет диастолическое артериальное давление. В качестве исходных показателей научного исследования используются альтернативные показатели, вторично характеризующие состояние артериальной гипертензии: приступы стенокардии, одышка, перебои в работе сердца (ПРС), головокружения и (или) обмороки (ГО), головные боли (ГБ), нарушения сна (НС), шум в ушах и (или) в голове (ШУГ). Данные показатели измерялись у лиц преклонного возраста с различной степенью артериальной гипертензии. Объем выборки составил 96 человек.

Построение алгоритма метода и его апробация на выше перечисленных показателях предполагает совместное использование латентной модели и ортогональной факторной структуры в формирование симптомокомплексов и построения диагностической шкалы [3–6]. Прежде чем излагать суть метода необходимо дать определения базовых терминов.

Определение. Диагностической шкалой в методе ФОРДИАСИМПТ называется набор апостериорных вероятностей полученных с помощью простейшей латентно-структурной модели и формулы Байеса, позволяющей отнести объект исследования к одному из двух сформированных классов.

Определение. Симптомокомплексом называется тройка альтернативных показателей, используемых для построения диагностической шкалы в методе ФОРДИАСИМПТ.

Определение. Два симптомокомплекса считаются зависимыми, если они содержат хотя бы один общий параметр, в противном случае эти симптомокомплексы независимы.

Первая задача ФОРДИАСИМПТ – сформировать набор симптомокомплексов опираясь на ортогональную факторную структуру с учетом уровня значимости Ţ φ коэффициента по χ^2 критерию. Вторая задача ФОРДИАСИМПТ – для каждого симптомокомплекса найти диагностическую шкалу на базе простейшей латентно-структурной модели.

Первая задача решается посредством классического факторного исследования, но с учетом бинарности исходных показателей [3], [7]. Вторая – непосредственным переходом к построению латентной модели на базе альтернативных данных. Построение латентной модели подразумевает ввод следующих обозначений:

p_i – отношение числа лиц, положительно ответивших на i-ый вопрос к общему числу респондентов;

p_{ij} – отношение числа лиц, положительно ответивших на i-ый и j-ый вопросы к общему числу респондентов;

$p_{i\bar{j}}$ – отношение числа лиц, положительно ответивших на i-ый и отрицательно на j-ый вопросы, к общему числу респондентов;

$p_{\bar{i}\bar{j}}$ – отношение числа лиц, отрицательно ответивших на i-ый и j-ый вопросы к общему числу респондентов;

p_{ijk} – отношение числа лиц, положительно ответивших на i-ый, j-ый и k-ый вопросы, к общему числу респондентов;

$p_{i\bar{j}k}$ – отношение числа лиц, положительно ответивших на i-ый и k-ый вопросы и отрицательно на j-ый, к общему числу респондентов;

$p_{\bar{i}\bar{j}k}$ – отношение числа лиц, отрицательно ответивших на i-ый и j-ый вопросы при положительном ответе на k-ый вопрос, к общему числу респондентов;

$\tilde{\varphi}(x_i)$ – частота, соответствующая относительному объему i-го класса;

$\tilde{f}_j(x_i)$ – вероятность положительного ответа респондента на j-ый вопрос, находясь в i-ом классе;

$\tilde{f}_{jk}(x_i)$ – вероятность положительного ответа респондента на j-ый и k-ый вопросы, находясь в i-ом классе;

$\tilde{f}_{123}(x_i)$ – вероятность положительного ответа респондента на первый, второй и третий вопросы, находясь в i-ом классе.

Используя вышеуказанные обозначения при построении латентной модели на базе альтернативных показателей при наличии трех вопросов и двух латентных классов, получаем дискретные классы респондентов и разрешимую систему уравнений с дискретными переменными:

$$\begin{cases} \tilde{\phi}(x_1)+\tilde{\phi}(x_2)=1 \\ p_1=\tilde{f}_1(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_1(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_2=\tilde{f}_2(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_2(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_3=\tilde{f}_3(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_3(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_{12}=\tilde{f}_{12}(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_{12}(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_{13}=\tilde{f}_{13}(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_{13}(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_{23}=\tilde{f}_{23}(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_{23}(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \\ p_{123}=\tilde{f}_{123}(x_1)\tilde{\phi}(x_1)+\tilde{f}_{123}(x_2)\tilde{\phi}(x_2) \end{cases} \quad (1)$$

Для упрощения в целях дальнейшего изложения введем функцию

$$\gamma_{lk}(y_{ij})=\begin{cases} \tilde{f}_{ik}(x_l) \text{ если } y_{ij}=1 \\ 1-\tilde{f}_{ik}(x_l) \text{ если } y_{ij}=0 \end{cases},$$

где l – номер класса и может принимать значение 1 или 2, k – номер симптомокомплекса, $\tilde{f}_{ik}(x_l)$ – вероятность положительного ответа респондента из l-ого класса на i-ый вопрос, выбранный как параметр, составляющий симптомокомплекс, y_{ij} – значение ответа j-го респондента на i-ый вопрос. Условием вхождения параметров в зависимый или независимый симптомокомплекс является значение весовых нагрузок соответствующего фактора на уровне не ниже 0,5. Вероятность принадлежности первому классу вычисляется посредством формулы Байеса с использованием введенной функции

$$P(1\,|\,y_{a_k j}, y_{b_k j}, y_{c_k j})=\frac{\gamma_{1k}(y_{a_k j})\gamma_{1k}(y_{b_k j})\gamma_{1k}(y_{c_k j})\tilde{\phi}_k(x_1)}{\sum_{i=1}^{2}\gamma_{ik}(y_{a_k j})\gamma_{ik}(y_{b_k j})\gamma_{ik}(y_{c_k j})\tilde{\phi}_k(x_i)}, \quad (2)$$

где a_k, b_k, c_k – номера трех параметров k-го симптомокомплекса.

Используя вторичные альтернативные признаки для формирования симптомокомплексов, можно определить при соответствующем знании степени гипертензии, какой тип лечения нужно применять к конкретному пациенту, выбрать тот или иной способ воздействия в зависимости от вероятностной принадлежности пациента к соответствующему симптомокомплексу. А в случае принадлежности индивидуума к нескольким симптомокомплексам с взаимоисключающим лечением подобрать щадящий режим лечения. Нахождение симптомокомплексов осуществлялось нижеследующем алгоритмом метода.

Алгоритм метода ФОРДИАСИМПТ:

1. Из матрицы исходных данных путем элементарного преобразования получаем матрицу стандартизованных данных.

2. Вычисляем корреляционную матрицу.

3. С целью исключения незначимых показателей вычисляем вероятностные значения уровней зависимости по формуле $\chi^2 = n \cdot \varphi$, где n – объем выборки.

4. Определяем наименьшее количество выделяемых факторов (критерий Гуттмана, критерий «каменной осыпи» или другой адекватный критерий [3–4]).

5. Находим общности любым из известных методов [3], [7].

6. Вычисляем первичную ортогональную матрицу весовых нагрузок факторов A (метод главных факторов, метод минимальных остатков и т.д. [2–4]).

7. Полученную на предыдущем шаге матрицу весовых нагрузок подвергаем ортогональному вращению в соответствии с варимакс критерием [4], [8–9].

8. Осуществляем анализ ортогональной факторной структуры, полученной после вращения, и формируем зависимые и независимые симптомокомплексы.

9. Для каждого симптомокомплекса формируем диагностическую шкалу, вычисляя маргиналы и решая систему уравнений (1).

10. По формуле (2) вычисляем апостериорные вероятности для всех объектов исследования.

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции пациентов с артериальной гипертензией

Стенокардия	Одышка	ПРС	ГО	ГБ	НС	ШУГ
1	0,35	0,393	0,163	0,0237	0,183	-0,0159
0,35	1	0,467	0,54	0,251	0,351	0,147
0,393	0,476	1	0,343	0,233	0,181	0,0687
0,163	0,54	0,343	1	0,564	0,395	0,289
0,0237	0,251	0,233	0,564	1	0,497	0,518
0,183	0,351	0,181	0,395	0,497	1	0,3
-0,0159	0,147	0,0687	0,289	0,518	0,3	1

Таблица 3

Матрица значимости φ коэффициентов по χ^2 распределению

Стенокардия	Одышка	ПРС	ГО	ГБ	НС	ШУГ
1	0,999	1	0,890	0,184	0,927	0,124
0,999	1	1	1	0,986	0,999	0,850
1	1	1	0,999	0,978	0,924	0,499
0,890	1	0,999	1	1	1	0,995
0,184	0,986	0,978	1	1	1	1
0,927	0,999	0,924	1	1	1	0,997
0,124	0,850	0,499	0,995	1	0,997	1

Таблица 4

Матрица собственных значений корреляционной матрицы

λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
2,87	0	0	0	0	0	0
0	1,43	0	0	0	0	0
0	0	0,724	0	0	0	0
0	0	0	0,684	0	0	0
0	0	0	0	0,537	0	0
0	0	0	0	0	0,476	0
0	0	0	0	0	0	0,279

Анализ табл. 4 позволяет сделать предварительную оценку по Гуттману того, что число общих факторов не меньше двух, т.к. имеются два собственных числа корреляционной матрицы больше (или равных) единице. Для оценки сверху количества выделяемых факторов использовался критерий, задаваемый формулой (3), величина которого асимптотически распределена по закону χ^2 с числом степеней свободы, равным $v=\frac{1}{2}\left((m-r)^2+r-m\right)$:

$$U_m=(n-1)\ln\left(\frac{|AA^T+D|}{|R|}\right), \tag{3}$$

где m – размерность выборки, r – количество выделяемых факторов, A – матрица весовых нагрузок факторов, R – корреляционная матрица, D – диагональная матрица факторного отображения характерных факторов. В нашем примере $|AA^T+D|=0{,}164869$, $|R|=0{,}1452908$, $v=15$, $U_m=1{,}769678$.

Очевидно, что U_m не превышает даже высоко статистического уровня значимости, следовательно, выделение только двух факторов обоснованно.

Таблица 5

Матрица ортогонального факторного отображения после варимакс вращения, полученная методом минимальных остатков

	Фактор № 1	Фактор № 2
Стенокардия	0,543	-0,002
Одышка	-0,707	0,303
ПРС	-0,615	0,172
ГО	-0,418	0,590
ГБ	-0,036	0,923
НС	-0,243	0,525
ШУГ	0,040	0,558

Анализ матрицы весовых нагрузок позволил сформировать один независимый симптомокомплекс («Стенокардия, Одышка, ПРС») и четыре зависимых симптомокомплекса («ГО, ГБ, НС», «ГО, НС, ШУГ», «ГО, ГБ, ШУГ», «ГБ, НС, ШУГ»). Результаты представлены в нижеследующих таблицах.

Таблица 6

Основные показатели симптомокомплекса «Стенокардия, Одышка, ПРС» (№ 1)

Маргиналы	Значения частот и априорных вероятностей	Варианты ответов			Апостериорная вероятность
$p_1=0{,}125$	$\tilde{\varphi}_1=0{,}840$	1	1	1	0,007
$P_2=0{,}260$	$\tilde{\varphi}_2=0{,}159$	1	1	0	0,469
$P_3=0{,}230$	$\tilde{f}_1(x_1)=0{,}047$	1	0	0	0,982
$p_{12}=0{,}083$	$\tilde{f}_2(x_1)=0{,}137$	0	0	0	0,999
$p_{13}=0{,}083$	$\tilde{f}_3(x_1)=0{,}096$	0	0	1	0,916
$p_{23}=0{,}146$	$\tilde{f}_1(x_2)=0{,}537$	0	1	1	0,145
$p_{123}=0{,}07$	$\tilde{f}_2(x_2)=0{,}911$	1	0	1	0,315
	$\tilde{f}_3(x_2)=0{,}929$	0	1	0	0,954

Таблица 7

Основные показатели симптомокомплекса «ГО, ГБ, НС» (№ 2)

Маргиналы	Значения частот и априорных вероятностей	Варианты ответов			Апостериорная вероятность
$p_1=0{,}302$	$\tilde{\varphi}_1=0{,}521$	1	1	1	0,000
$p_2=0{,}469$	$\tilde{\varphi}_2=0{,}479$	1	1	0	0,002
$p_3=0{,}427$	$\tilde{f}_1(x_1)=0{,}007$	1	0	0	0,283
$p_{12}=0{,}271$	$\tilde{f}_2(x_1)=0{,}065$	0	0	0	0,989
$p_{13}=0{,}219$	$\tilde{f}_3(x_1)=0{,}147$	0	0	1	0,852
$p_{23}=0{,}323$	$\tilde{f}_1(x_2)=0{,}622$	0	1	1	0,039
$p_{123}=0{,}198$	$\tilde{f}_2(x_2)=0{,}906$	1	0	1	0,024
	$\tilde{f}_3(x_2)=0{,}731$	0	1	0	0,395

Таблица 8

Основные показатели симптомокомплекса «ГО, НС, ШУГ» (№ 3)

Маргиналы	Значения частот и априорных вероятностей	Варианты ответов			Апостериорная вероятность
$p_1 = 0{,}302$	$\tilde{\varphi}_1 = 0{,}574$	1	1	1	0,002
$p_2 = 0{,}469$	$\tilde{\varphi}_2 = 0{,}426$	1	1	0	0,019
$p_3 = 0{,}437$	$\tilde{f}_1(x_1) = 0{,}080$	1	0	0	0,999
$p_{12} = 0{,}271$	$\tilde{f}_2(x_1) = 0{,}036$	0	0	0	0,999
$p_{13} = 0{,}198$	$\tilde{f}_3(x_1) = 0{,}217$	0	0	1	0,999
$p_{23} = 0{,}333$	$\tilde{f}_1(x_2) = 0{,}600$	0	1	1	0,032
$p_{123} = 0{,}198$	$\tilde{f}_2(x_2) = 0{,}999$	1	0	1	0,999
	$\tilde{f}_3(x_2) = 0{,}734$	0	1	0	0,248

Таблица 9

Основные показатели симптомокомплекса «ГО, ГБ, ШУГ» (№ 4)

Маргиналы	Значения частот и априорных вероятностей	Варианты ответов			Апостериорная вероятность
$p_1 = 0{,}302$	$\tilde{\varphi}_1 = 0{,}502$	1	1	1	0,999
$p_2 = 0{,}427$	$\tilde{\varphi}_2 = 0{,}497$	1	1	0	0,989
$p_3 = 0{,}437$	$\tilde{f}_1(x_1) = 0{,}584$	1	0	0	0,800
$p_{12} = 0{,}219$	$\tilde{f}_2(x_1) = 0{,}743$	0	0	0	0,048
$p_{13} = 0{,}198$	$\tilde{f}_3(x_1) = 0{,}669$	0	0	1	0,287
$p_{23} = 0{,}260$	$\tilde{f}_1(x_2) = 0{,}018$	0	1	1	0,905
$p_{123} = 0{,}146$	$\tilde{f}_2(x_2) = 0{,}109$	1	0	1	0,969
	$\tilde{f}_3(x_2) = 0{,}204$	0	1	0	0,548

Таблица 10

Основные показатели симптомокомплекса «ГБ, НС, ШУГ» (№ 5)

Маргиналы	Значения частот и априорных вероятностей	Варианты ответов			Апостериорная вероятность
$p_1 = 0{,}469$	$\tilde{\varphi}_1 = 0{,}585$	1	1	1	0,999
$p_2 = 0{,}427$	$\tilde{\varphi}_2 = 0{,}415$	1	1	0	0,999
$p_3 = 0{,}437$	$\tilde{f}_1(x_1) = 0{,}858$	1	0	0	0,999
$p_{12} = 0{,}323$	$\tilde{f}_2(x_1) = 0{,}650$	0	0	0	0,028
$p_{13} = 0{,}333$	$\tilde{f}_3(x_1) = 0{,}670$	0	0	1	0,329
$p_{23} = 0{,}260$	$\tilde{f}_1(x_2) = 0$	0	1	1	0,878
$p_{123} = 0{,}219$	$\tilde{f}_2(x_2) = 0{,}112$	1	0	1	0,999
	$\tilde{f}_3(x_2) = 0{,}108$	0	1	0	0,300

Сформированные симптомокомплексы позволили выявить соответствующие подгруппы пациентов с артериальной гипертензий, к которым, в зависимости от вероятностной принадлежности к зависимым симптомокомплексам и независимому симптомокомплексу, проведено оптимальное или щадящие лечение. С точки зрения медицины набор зависимых симптомокомплексов отвечает за расстройства центральной системы, а независимый симптомокомплекс в большей степени характеризует нарушения в работе сердца.

Выводы

Реализован вычислительный алгоритм ФОРДИАСИМПТ, позволяющий строить диагностические симптомокомплексы на базе альтернативных данных, оптимальной ортогональной факторной структуры, простейшей латентно-структурной модели и формулы Байеса.

Полученный алгоритм ФОРДИАСИМПТ был апробирован на данных, характеризующих в качестве вторичных показателей состояние пациентов пожилого возраста при артериальной гипертензии. В результате работы алгоритма были выявлены четыре зависимых и один независимый симптомокомплексы, позволяющие подобрать индивидуальное лечение к каждому пациенту на базе вероятностной принадлежности к соответствующему набору симптомокомплексов и с учетом зависимости между ними.

Список литературы

1. Чазова И.Е. и др. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. – М.: Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертонии и Всероссийского научного общества кардиологов. – 2008.

2. Гольтяпин В.В., Шовин В.В. Косоугольная факторная модель артериальной гипертензии первой стадии // Вестник Омского университета. – 2010 – № 4. – С. 120–128

3. Иберла К. Факторный анализ: пер. с нем. В.М. Ивановой. – М.: Статистика, 1980. – С. 397.

4. Harman H. Modern factor analysis. – Chicago, 1967; Русский перевод: Харман Г. Современный факторный анализ. – М.: Статистика, 1972. – С. 483.

5. Осипов Г.В. Методы измерения в социологии. – М.: Наука, 2003.

6. Lazarsfeld P.F. The logical and mathematical foundation of latent structure analysis. – In: Measurement and Prediction. N. Y., 1950.

7. Гольтяпин В.В. Вычислительные аспекты метода минимальных остатков при разрешении варианта Хейвуда // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2005. – Т. VII. – № 3(23). – С. 145–151.

8. Kaiser H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. // Psyhometrika. – 1958. – № 23. – С. 187–200.

9. D. Saunders The rationale for an «oblimax» method of transformation in factor analysis // Psyhometrika. – 1961 – № 26. – С. 317–324.

Заочные электронные конференции

Педагогические науки

Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные проблемы теории и практики образования»

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Головинова Д.А.

Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ, Краснодар, e-mail: darya-biryukova-91@mail.ru

Системного мышление у студентов экономических специальностей играет важную роль при формировании его как профессиональных навыков.

Прежде чем начать рассматривать основные аспекты по данной теме, обозначим ее актуальность и пользу для молодых специалистов экономической профессиональной области.

Итак, «экономист должен иметь системное представление о структурах и тенденциях развития российской и мировой экономик, понимать многообразие экономических процессов в современном мире, их связь с другими процессами, происходящими в обществе» [2].

В то же время, «системное мышление – взгляд на ситуацию, когда при решении учитываются все актуальные влияющие на нее факторы: прошлое и будущее, окружение, задачи близкие и дальние» [9].

Таким образом, очевидно явное переплетение обоих вышеперечисленных понятий и их взаимосвязь. Отсюда делаем вывод: формирование системного мышления у студентов экономических специальностей играет важную роль при формировании его как профессионала в целом. Системное мышление или его основы, будут влиять на качество производимой им аналитической работы, а также процесс выработки практических бизнес-решений, в условиях постоянно меняющихся экономических, политических реалий современного мира.

Различают уровни компетенции и мастерства системного мышления:

– 0-уровень «некомпетентности» – человек не склонен к анализу, не выделяет главного, действует по наитию, принимает необдуманные поступки;

– 1-уровень «начальный уровень» – способен видеть факторы, влияющие на ситуацию, структурирует информацию на основе значимых, не противоречащих друг другу критериев, видит причинно-следственные связи и закономерности в знакомой области;

– 2-уровень «опыта» – анализируя информацию, отделяет главное от второстепенного, видит причинно-следственные связи и закономерности в любых вопросах, выходящих за рамки интересов и компетентности. Видит барьеры на пути достижения поставленных целей и способы их преодоления, мыслит вариативно;

– 3-уровень «мастерства» – эффективно достраивает целостную картину ситуации, даже в условиях недостатка информации, делает верные выводы на основании неполных и/или противоречивых данных [8].

По нашему мнению, в период обучения в ВУЗе, студент должен достигнуть как минимум первого, начального уровня компетентности в области системного мышления, что